

RENDIMENTOS EM CELULOSE SULFATO DE *Eucalyptus* SPP EM FUNÇÃO DO GRAU DE DESLIGNIFICAÇÃO E DA DENSIDADE DA MADEIRA

Celso Edmundo Bochetti Foekel*

The purpose of this investigation was to study ***Eucalyptus*** species pulps and trying correlations between pulp yields and degree of delignification and pulp yields and wood density.

The following conclusions could be drawn from the data analysis:

a) there is an important influence of species on pulp yields at given degrees of delignification .

b) it was noticed a linear pattern between total pulp yield and Kappa number. as far one species was concerned as well all together .

c) the same pattern was verified for reject content.

d) the linear relationship was observed for weighty pulp yields and volumetric pulp yields.

e) no proportionality was observed between weighty pulp yields and wood density.

f) high correlation coefficients were noticed between volumetric pulp yields and wood density. So, one can assume that the morphological variations on the woods of different species were the major factor to avoid proportionality between weighty pulp yields and wood density. but this influence was not strong enough to produce interference on the volumetric pulp yield and wood density relationship.

1. INTRODUÇÃO

Os sucessos alcançados na produção industrial de celulose sulfato e no melhoramento genético de espécies do gênero ***Eucalyptus***, conduzindo a madeiras mais densas e uniformes, são sobejamente conhecidos no Brasil. O Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e o Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» -U.S.P. vêm se dedicando intensivamente a estes estudos e o presente trabalho se constitui em uma de suas muitas contribuições neste campo de atividades. Os seguintes objetivos básicos foram motivos de estudo nesta investigação:

a) observar rendimentos em produção de celulose sulfato das seguintes espécies de ***Eucalyptus***: ***E. robusta***, ***E. tereticornis***, ***E. saligna***, ***E. grandis***, ***E. citriodora***, ***E. propinqua***, ***E. maculata*** e ***E. paniculata***;

b) verificar o modelo de variação dos rendimentos em função do grau de deslignificação;

c) constatar as implicâncias existentes quando da expressão dos rendimentos vias gravimétrica e volumétrica;

d) verificar o tipo de relação entre rendimento a um determinado grau de deslignificação e densidade básica das madeiras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

* Professor Assistente do Departamento de Silvicultura - ESALQ - USP.

2.1. - O gênero *Eucalyptus* na produção de celulose

Atualmente não existem dúvidas que o gênero ***Eucalyptus***, dentre as madeiras de folhosas, tem adquirido considerável importância em termos mundiais, como fonte de matéria prima para a indústria papelreira. Entretanto, devido à grande diversidade de espécies existentes, é difícil considerá-lo como uma madeira bem definida para a produção de celulose. Além disso, a facilidade de hibridação entre muitas espécies do gênero colaboram para uma maior desuniformidade nas qualidades de suas madeiras. Estes, dentre outros fatores, obrigam aos pesquisadores e produtores de celulose a acurados estudos de pesquisas visando obter a maximização das características desejáveis para determinados fins.

Recentemente enfoque especial tem sido dado a pesquisas das características de suas madeiras bem como das propriedades de suas celuloses. Revisões bibliográficas razoavelmente completas foram apresentadas por JEFFREYS 1954, GLEESOM 1960, DADSWELL & STEWART 1962, SAMYER, WATSON & COHEM 1969, PASTOR & CASAM, dentre outros.

2.2. - Relações entre rendimentos em celulose e grau de deslignificação

Com o grande desenvolvimento alcançado atualmente pelas análises estatísticas de regressão e correlação e com as facilidades advindas do uso intensivo de modernas calculadoras, foi possível buscar-se modelos de variação de certas propriedades em função de outras. Assim é que a literatura tem apresentado muitos trabalhos correlacionando rendimentos em celulose com o seu grau de deslignificação expresso por diferentes índices. Relações de direta proporcionalidade têm sido verificadas quando o rendimento bruto é tomado em função do número de permanganato (KEYS & HATTOM, 1972) e principalmente do número Kappa (BUBLITZ & FARR, 1971 e CROON & ANDREWS, 1971).

2.3. - Relações entre rendimento em celulose e densidade da madeira

Dentre os parâmetros considerados importantes para se estabelecer a qualidade da madeira com vistas a sua utilização para papel e celulose têm-se: densidade, comprimento da fibra, teor e tipo de extrativos e permeabilidade da madeira. A densidade da madeira é uma característica complexa que é afetada pelas variações no tipo da célula predominante, no diâmetro da fibra, na espessura da parede e na quantidade de materiais não estruturais como extrativos e tiloses. A forma mais usual de expressar densidade da madeira em nossas condições é a densidade básica, medida pela relação entre peso absolutamente seco e volume saturado em água de madeira.

Existem na literatura diversas correntes que procuram correlacionar cuidadosamente rendimentos em celulose com densidade da madeira. Assim temos:

2.3.1. - Autores que admitem a influência da densidade da madeira no rendimento em celulose por unidade de digestor (FOELKEL, BRASIL & BARRICHELLO, 1971 e HILLIS, 1972) .

2.3.2. - Autores que admitem uma perfeita correlação entre rendimentos e densidade da madeira. porém, trabalhando com uma única espécie. (VAN BUISTENEN. 1967 e BAREFOOT et al., 1970) .

2.3.3. - Autores que admitem correlação direta entre rendimento e densidade da madeira. trabalhando com diversas espécies. admitindo porém que estas espécies

apresentam características morfológicas semelhantes. É o caso de FOELKEL. 1963, que trabalhou com espécies de **Pinus**, de alta similaridade morfológica relativamente às madeiras .

2.3.4. - Autores que sugerem cautela na tentativa de se estabelecer correlações entre propriedades da celulose e densidade da madeira. Argumentam que embora a densidade básica seja bem correlacionada com a espessura da parede celular há outros fatores importantíssimos a se considerar. principalmente para **Eucalyptus**, quais sejam: proporção e dimensão dos vasos da madeira. presença de extrativos, alta variabilidade no volume de parênquima na madeira. e ainda, a alta variabilidade das características das próprias fibras entre espécies (HILLIS, 1972 e HALL; HANSEN & RUBRA, 1973).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. - Material

As madeiras utilizadas neste experimento constituíram-se de amostras representativas obtidas em povoamentos florestais cujas idades eram todas próximas aos 7 anos. Foram amostradas ao acaso 5 árvores para cada espécie, as quais foram abatidas, cortadas em toras, descascadas e reduzidas a cavacos em picador industrial. Os cavacos obtidos sofreram secagem natural ao ar e a seguir foram individualmente armazenados em sacos plásticos. A amostragem para todos os ensaios realizados foi feita sobre cada um destes lotes de cavacos.

3.2. - Métodos

3.2.1. - Determinação da densidade básica das madeiras

Foi utilizado para tal o método do máximo teor de umidade, conforme FOELKEL; BRASIL & BARRICHELLO, 1971.

3.2.2. - Produção e processamento das celuloses

O processo empregado foi o alcalino sulfato. Foram realizados 7 cozimentos por espécie, variando-se unicamente o álcali ativo e mantendo-se constantes as outras condições. O objetivo era obter celuloses a diferentes graus de deslignificação. As condições de cozimento empregadas aparecem no Quadro I.

QUADRO I - Condições dos cozimentos

Álcali ativo (% de Na ₂ O sobre matéria seca).....	10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16
Sulfidez (%)	25
Relação Licor/Madeira.....	4 : 1
Temperatura máxima.....	170°C
Tempo até temperatura máxima.....	2,0 hrs
Tempo à temperatura máxima.....	0,5 hrs

O equivalente a 250 gramas de madeira absolutamente seca foi digerida por cozimento, num total de 56 cozimentos. As celuloses obtidas foram lavadas e depuradas e a seguir procedeu-se à determinação dos rendimentos brutos e depurados e teores de rejeitos, Como índice equivalente ao grau de deslignificação obtido foi utilizado o número Kappa. Os rendimentos em celulose foram expressos percentualmente e de duas formas, a saber:

a) **gravimétricos (Rg)**: relação percentual entre o peso de celulose absolutamente seca e o peso de madeira a.s. empregada;

b) **volumétricos (Rv)**: relação percentual entre peso em toneladas de celulose a. s. e volume em metros Cúbicos sólidos de madeira empregada (toneladas de celulose a.s./100m³ de madeira).

3.2.3. - Estabelecimento de equações de regressão

Quando testados os modelos de variação de rendimentos em celulose em função do número Kappa e da densidade básica das madeiras, observou-se que existia uma relação altamente linear em ambos os casos. Utilizou-se portanto, de análise de regressão linear simples para o estabelecimento das equações desejadas.

4. RESULTADOS

4.1. - Densidade básica das madeira

Os valores encontrados para a densidade básica das madeiras estão relatados no Quadro II.

QUADRO II - Densidade básica das madeiras (g/cm³)

Espécie	Densidade
E. robusta	0,452
E. tereticornis	0,512
E. saligna	0,562
E. grandis	0,575
E. citriodora	0,637
E. propinqua	0,643
E. maculata	0,647
E. paniculata	0,680

4.2. - Rendimentos brutos das celuloses

Os resultados obtidos para rendimentos brutos constam do Quadro III.

QUADRO III - Rendimentos brutos das celulosas (%)

Alcali ativo (%) Espécie	10	11	12	13	14	15	16
E. robusta							
Rg	60,3	57,4	51,3	51,6	46,9	48,8	48,4
Rv	27,2	25,9	23,2	23,3	21,2	22,0	21,9
E. tereticornis							
Rg	56,3	51,4	49,8	48,2	48,7	48,8	45,4
Rv	28,8	26,3	25,5	24,7	24,9	25,0	23,2
E. saligna							
Rg	59,1	57,1	53,2	51,6	48,4	49,3	47,7
Rv	33,2	32,1	29,9	29,0	27,2	27,7	26,8
E. grandis							
Rg	57,8	54,1	49,7	48,8	45,8	47,2	46,5
Rv	33,2	31,1	28,6	28,1	26,3	27,1	26,7
E. citriodora							
Rg	62,1	58,9	54,7	52,1	46,1	45,7	43,3
Rv	39,6	37,5	34,8	33,2	29,4	29,1	27,6
E. propinqua							
Rg	60,1	51,9	49,6	46,3	44,7	46,0	45,2
Rv	38,6	33,4	31,9	29,8	28,7	29,6	29,1
E. maculata							
Rg	55,8	53,1	48,0	48,0	45,3	47,2	47,1
Rv	36,1	34,4	31,0	31,0	29,3	30,5	30,5
E. paniculata							
Rg	59,1	53,1	52,1	51,2	44,4	46,0	45,7
Rv	40,2	36,1	35,4	34,8	30,2	31,3	31,1

4.3. - Rendimentos depurados das celulosas

Os resultados para rendimentos depurados aparecem no Quadro IV.

QUADRO IV - Rendimentos depurados das celulosas (%)

Alcali ativo (%) Espécie	10	11	12	13	14	15	16
E. robusta							
Rg	24,9	27,2	40,8	40,5	46,2	46,7	47,3
Rv	11,2	12,3	18,4	18,3	20,9	21,1	21,4
E. tereticornis							
Rg	28,4	35,2	46,8	48,1	48,5	47,0	45,2
Rv	14,5	18,0	24,0	24,6	24,8	24,1	23,1
E. saligna							
Rg	42,7	47,6	51,9	50,4	45,8	49,0	47,1
Rv	24,0	26,8	29,2	28,3	25,7	27,5	26,5
E. grandis							
Rg	35,3	44,9	47,2	47,6	45,7	46,3	45,5
Rv	20,3	25,8	27,1	27,4	26,2	26,6	26,2
E. citriodora							
Rg	31,6	39,8	45,7	49,9	45,9	44,6	42,9
Rv	20,1	25,4	29,1	31,8	29,3	28,4	27,3
E. propinqua							
Rg	31,6	38,5	45,0	44,5	44,3	44,2	44,8
Rv	20,3	24,8	28,9	28,6	28,5	28,4	28,8
E. maculata							
Rg	32,6	35,1	43,8	45,2	46,2	46,2	46,2
Rv	21,2	22,7	28,3	29,2	29,9	29,9	29,9
E. paniculata							
Rg	38,4	42,1	47,0	48,2	45,3	45,3	44,2
Rv	26,1	28,6	32,0	32,8	30,8	30,8	30,1

4.4. - Teores de rejeitos das celuloses (%)

Estão apresentados no Quadro V os resultados para teores de rejeitos.

QUADRO V - Teores de rejeitos das celulose (%)

Alcali ativo (%) Espécie	10	11	12	13	14	15	16
E. robusta							
TRg	35,4	30,2	10,5	11,1	0,7	2,1	1,1
TRv	16,0	13,6	4,8	5,0	0,3	0,9	0,5
E. tereticornis							
TRg	27,9	16,3	3,0	0,1	0,2	1,8	0,2
TRv	14,3	8,3	1,5	0,1	0,1	0,9	0,1
E. saligna							
TRg	16,4	9,5	2,3	1,2	2,6	0,3	0,6
TRv	9,2	5,3	0,7	0,7	1,5	0,2	0,3
E. grandis							
TRg	22,5	9,3	2,5	1,2	0,1	0,9	0,4
TRv	12,9	5,3	1,5	0,7	0,1	0,5	0,3
E. citriodora							
TRg	30,5	19,1	9,0	2,2	0,2	1,1	0,4
TRv	19,5	12,1	5,7	1,4	0,1	0,7	0,3
E. propinqua							
TRg	28,5	13,4	4,6	1,8	0,4	1,8	0,4
TRv	18,3	8,6	3,0	1,2	0,2	1,2	0,3
E. maculata							
TRg	23,2	18,0	4,2	2,8	0,4	1,0	0,9
TRv	14,9	11,7	2,7	1,8	0,3	0,6	0,6
E. paniculata							
TRg	20,7	11,0	5,1	3,0	0,5	0,7	1,5
TRv	14,1	7,5	3,4	2,0	0,4	0,5	1,0

4.5. - Números Kappa das celuloses

As determinações de número kappa conduziram aos resultados que estão apresentados no Quadro VI.

QUADRO VI - Números kappa das celuloses

Alcali ativo (%) Espécie	10	11	12	13	14	15	16
E. robusta	99,6	70,6	39,0	45,9	21,8	26,0	23,2
E. tereticornis	72,7	56,3	35,8	19,0	19,6	20,7	16,4
E. saligna	75,0	48,8	34,7	29,2	18,0	21,6	18,5
E. grandis	88,3	58,0	35,4	32,6	19,4	23,0	18,3
E. citriodora	63,6	42,9	28,0	28,6	18,3	20,4	17,7
E. propinqua	90,9	68,5	33,0	33,9	22,3	24,5	23,6
E. maculata	84,3	49,6	32,8	31,0	18,1	19,1	18,6
E. paniculata	67,7	41,8	30,3	25,1	16,6	21,2	17,6

4.6. - Equações de regressão linear relacionando rendimentos com números kappa para cada espécie

As equações estabelecidas foram do tipo

$$Y = a + bX$$

onde

Y = rendimento

X = número kappa

a, b = coeficientes da equação de regressão.

Os coeficientes de correlação **r** foram também calculados e constam dos Quadros. Os valores encontrados estão relatados nos Quadros VII e VIII

QUADRO VII - Rendimentos gravimétricos em função do número kappa (valores de a, b e r) para cada espécie.

Especie	Rendimento bruto			Teor de rejeitos		
	a	b	r	a	b	r
E. robusta	44,2130	0,1693	0,9877	-9,4773	0,4828	0,9806
E. tereticornis	44,8766	0,1433	0,9318	-9,4000	0,4790	0,9745
E. saligna	45,1620	0,2045	0,9616	-5,1250	0,2798	0,9585
E. grandis	43,2521	0,1714	0,9917	-6,9040	0,3121	0,9746
E. citriodora	39,4255	0,3960	0,9234	-12,6325	0,6876	0,9784
E. propinqua	40,7516	0,1973	0,9583	-8,8648	0,3807	0,9763
E. maculata	43,7568	0,1507	0,9604	-6,2538	0,3719	0,9546
E. paniculata	41,7157	0,2705	0,9406	-6,6903	0,4055	0,9942

QUADRO VIII - Rendimentos volumétricos em função do número kappa (valores de a, b e r) para cada espécie.

Especie	Rendimento bruto			Teor de rejeitos		
	a	b	r	a	b	r
E. robusta	19,9974	0,0758	0,9874	-4,2889	0,2181	0,9808
E. tereticornis	22,9708	0,0732	0,9294	-4,8135	0,2453	0,9740
E. saligna	25,3832	0,1148	0,9608	-2,9419	0,1566	0,9459
E. grandis	24,8590	0,0985	0,9910	-3,9607	0,1790	0,9755
E. citriodora	25,1047	0,2527	0,9254	-8,0738	0,4388	0,9789
E. propinqua	26,2281	0,1264	0,9590	-5,6606	0,2441	0,9762
E. maculata	28,2832	0,0979	0,9580	-4,0454	0,2407	0,9535
E. paniculata	28,3727	0,1838	0,9420	-4,5575	0,2760	0,9940

4.7. - Equações de regressão linear relacionando rendimentos com número kappa para todas as espécies conjuntamente

Com a finalidade de se verificar a possível existência de correlação significativa entre rendimentos obtidos para as diferentes espécies com os correspondentes números kappa, foram também testadas equações de regressão linear com todos os dados disponíveis, o que forneceu as seguintes relações:

4.7.1. - Rendimentos Brutos

$$RBg = 43,7269 + 0,1847 K$$

$$r = 0,8545$$

$$RBv = 26,5182 + 0,0863 K$$

$$r = 0,4281$$

onde

RBg = rendimento bruto gravimétrico

RBv = rendimento bruto volumétrico
 r = coeficiente de correlação linear
 K = número Kappa

4.7.2. - Teores de rejeitos

$$\begin{aligned} \text{TRg} &= - 7,5522 + 0,4044 K \\ r &= 0,9250 \\ \text{TRv} &= - 4,1092 + 0,2263 K \\ r &= 0,9106 \end{aligned}$$

onde

TRg = teor de rejeitos base gravimétrica
 TRv = teor de rejeitos base volumétrica
 r = coeficiente de correlação linear
 K = número Kappa

4.8. - Rendimento em celulose a um dado número kappa

Obtidas as equações relacionando rendimentos com número Kappa foi possível que se estimassem rendimentos a determinados números Kappa para efeitos de comparação entre espécies. Foram escolhidos os números Kappa iguais a 50, 40, 30 e 25 para as determinações. Os valores calculados para rendimentos aos números Kappa em questão estão apresentados nos Quadros IX, X, XI e XII. Observe-se que os rendimentos depurados foram obtidos por diferenças entre os valores estimados para rendimentos brutos e teores de rejeitos.

QUADRO IX - Rendimentos em celulose a um número Kappa igual a 50

Rendimento Espécie	Rendimento bruto		Rendimento depurado		Teor de rejeitos	
	Rg	Rv	Rg	Rv	TRg	TRv
E. robusta	52,68	23,79	38,02	17,17	14,66	6,62
E. tereticornis	52,04	26,63	37,49	19,18	14,55	7,45
E. saligna	55,39	31,12	46,53	26,23	8,86	4,89
E. grandis	51,82	29,78	43,12	24,79	8,70	4,99
E. citriodora	59,22	37,74	37,47	23,87	21,75	13,87
E. propinqua	50,62	32,55	40,45	26,01	10,17	6,54
E. maculata	51,29	33,18	38,95	25,19	12,34	7,99
E. paniculata	55,24	37,56	41,66	28,32	13,58	9,24

QUADRO X - Rendimentos em celulose a um número Kappa igual a 40

Rendimento Espécie	Rendimento bruto		Rendimento depurado		Teor de rejeitos	
	Rg	Rv	Rg	Rv	TRg	TRv
E. robusta	50,98	23,03	41,15	18,59	9,83	4,44
E. tereticornis	50,61	25,90	40,85	20,90	9,76	5,00
E. saligna	53,34	29,97	47,27	26,65	6,07	3,32
E. grandis	50,11	28,80	44,53	25,60	5,58	3,20
E. citriodora	55,26	35,21	40,39	25,73	14,87	9,48
E. propinqua	48,64	31,28	42,28	27,18	6,36	4,10
E. maculata	49,78	32,20	41,16	26,62	8,62	5,58
E. paniculata	52,54	35,72	43,01	29,24	9,53	6,48

QUADRO XI - Rendimentos em celulose a um número Kappa igual a 30

Rendimento Espécie	Rendimento bruto		Rendimento depurado		Teor de rejeitos	
	Rg	Rv	Rg	Rv	TRg	TRv
E. robusta	49,29	22,27	44,28	20,02	5,01	2,25
E. tereticornis	49,18	25,17	44,21	22,63	4,97	2,54
E. saligna	51,30	28,83	48,03	27,07	3,27	1,76
E. grandis	48,39	27,81	45,93	26,40	2,46	1,41
E. citriodora	51,30	32,68	43,31	27,59	7,99	5,09
E. propinqua	46,67	30,02	44,11	28,36	2,56	1,66
E. maculata	48,28	31,22	43,38	28,04	4,90	3,18
E. paniculata	49,83	33,89	44,36	30,17	5,47	3,72

QUADRO XII - Rendimento em celulose a um número Kappa igual a 25

Rendimento Espécie	Rendimento bruto		Rendimento depurado		Teor de rejeitos	
	Rg	Rv	Rg	Rv	TRg	TRv
E. robusta	48,44	21,89	45,85	20,73	2,59	1,16
E. tereticornis	48,46	24,80	45,89	23,48	2,57	1,32
E. saligna	50,27	28,25	48,40	27,28	1,87	0,97
E. grandis	47,54	27,32	46,64	26,81	0,90	0,51
E. citriodora	49,32	31,42	44,76	28,52	4,56	2,90
E. propinqua	45,68	29,39	45,03	28,95	0,65	0,44
E. maculata	47,52	30,73	44,48	28,76	3,04	1,97
E. paniculata	48,48	32,97	45,03	30,63	3,45	2,34

4.9. - Relações entre rendimentos a determinados números Kappa e densidade básica das madeiras

Com a finalidade de se observar a existência ou não de correlação direta entre rendimentos e densidade básica das madeiras, utilizou-se de análise de regressão e correlação. Os rendimentos obtidos para cada espécie um determinado grau de deslignificação foram correlacionados com a densidade da respectiva madeira. A equação de regressão estudada era do tipo

$$Y = a + bX$$

onde

Y = rendimento

X = densidade básica da madeira

a, b = coeficiente da equação de regressão

Os coeficientes da equação e de correlação estão apresentados no Quadro XIII.

QUADRO XIII - Rendimentos a determinados números Kappa em função da densidade básica das madeiras (valores de a, b e r).

Número Kappa		50	40	30	25
Rendimento					
Rendimento bruto					
a) Rg					
a		48,7265	49,5961	50,4974	50,9393
b		8,1773	3,0780	-2,0686	-4,6312
r		0,2207	0,1108	-0,1030	-0,2643
b) Rv					
a		-2,8341	-1,1312	0,5546	1,3922
b		58,4161	53,3475	48,3121	45,8014
r		0,9330	0,9528	0,9705	0,9773
Rendimento depurado					
a) Rg					
		37,1293	42,4325	47,7314	50,4068
a		5,6619	0,2506	-5,1489	-7,8960
b		0,1379	0,0084	-,02557	-0,4795
r					
b) Rv					
a		-12,6692	0,3872	1,9812	2,7498
b		64,1702	41,9314	41,2979	41,0284
r		0,7938	0,9255	0,9653	0,9802
Teor de rejeitos					
a) TRg					
a		11,5849	7,1663	2,7688	0,5311
b		2,5343	2,8227	3,0757	3,2671
r		0,0464	0,0730	0,1315	0,1955
b) TRv					
a		-1,6435	-1,5184	-1,4266	-1,3590
b		15,8747	11,4161	7,0142	4,7754
r		0,4275	0,4326	0,4382	0,4227

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. - Influência das espécies

Com base nos resultados obtidos aos valores de número Kappa escolhidos notou-se que:

5.1.1. - Rendimentos brutos gravimétricos

Para os quatro valores de número Kappa escolhidos para comparações houve uma certa constância de agrupamento das espécies. Desta forma **E. citriodora**, **E. saligna** e **E. paniculata** sempre mostraram os maiores rendimentos brutos, enquanto **E. robusta**, **E. tereticornis** e **E. grandis**, apresentaram-nos médios, ao passo que **E. maculata** e **E. propinqua** mostraram valores inferiores.

5.1.2. - Rendimentos depurados gravimétricos

Quando a referência para comparações passa a ser o rendimento depurado, a situação se altera bastante, em virtude dos teores variados de rejeitos entre cada espécie. **E. saligna**, **E. grandis** e **E. paniculata** apresentaram os melhores rendimentos depurados enquanto as espécies restantes mostraram valores equivalentes.

5.1.3. - Teores de rejeitos gravimétricos

Foram bastante variáveis, porém as espécies **E. citriodora**, **E. robusta**, **E. tereticornis** e **E. paniculata** mostraram os valores mais elevados de rejeitos.

5.1.4. - Rendimentos brutos volumétricos

Sendo propriedade altamente dependente da densidade básica da madeira, notou-se que as espécies mais densas, **E. citriodora**, **E. paniculata**, **E. maculata** e **E. propinqua** apresentaram os maiores valores. Entretanto, **E. saligna** e **E. grandis** mostraram valores razoáveis, enquanto somente **E. tereticornis** e **E. robusta** mostraram valores considerados baixos.

5.1.5. - Rendimentos depurados volumétricos

Apenas **E. robusta** e **E. tereticornis** registraram baixos rendimentos depurados volumétricos. As outras espécies foram aproximadamente equivalentes, destacando-se **E. paniculata** e **E. saligna**.

5.1.6. - Teores de rejeitos volumétricos

E. citriodora, **E. paniculata**, **E. maculata** e **E. tereticornis** mostraram consistentemente maiores teores de rejeitos base volumétrica.

5.2. - Relações entre rendimentos em celulose e grau de deslignificação

Conforme pode ser observado nos Quadros VII e VIII. houve uma perfeita correlação de ordem linear entre os rendimentos brutos em celulose e teores de rejeitos, com o grau de deslignificação, expresso em número Kappa. É facilmente notável que a variabilidade dos rendimentos e teores de rejeitos pode ser explicada quase sempre em mais de 90% pela variação do número Kappa.

Igualmente, quando se tentou relacionar todo o conjunto de valores para rendimentos e teores de rejeitos, para todas as espécies, com os números Kappa correspondentes, observou-se também alta correlação linear positiva. Isso sugere a possibilidade de se estimar aproximadamente o rendimento a um dado número Kappa para quaisquer das espécies estudadas, desde que mantidas as condições experimentais. Observe-se ainda que alta correlação foi obtida tanto para rendimentos gravimétricos como volumétricos.

5.3. - Relações entre rendimentos a determinados números Kappa e densidade básica das madeiras

Da análise do Quadro XIII pode-se facilmente concluir que não houve relação linear significativa entre rendimentos gravimétricos e densidade básica das madeiras. Esse fato vem confirmar a cautela sugerida por HILLIS - 1972 - que considera o gênero **Eucalyptus** de uma variabilidade anatômica extrema em relação à sua madeira. O mesmo autor sugere que o gênero seja dividido em espécies semelhantes quanto à anatomia de suas madeiras segundo a classificação de BLAKELY, 1965, para estes tipos de estudos.

Por outro lado, quando se procurou estabelecer relações entre rendimentos volumétricos e densidade básica da madeira obtiveram-se excelentes coeficientes de correlação, mostrando que os rendimentos têm sua variabilidade dependendo em 90% ou mais da variação da densidade básica.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e para as condições em que foi realizado este experimento pode-se concluir que:

a) existe uma importante influência das espécies nos rendimentos em celulose obtidos a graus de deslignificação constantes;

b) constatou-se um modelo de variação altamente linear entre rendimento bruto e número Kappa, tanto para cada espécie individualmente, como para o conjunto das oito espécies;

c) idem a b para teores de rejeitos;

d) a linearidade foi observada tanto para rendimentos gravimétricos como volumétricos;

e) não se verificou existência de proporcionalidade entre rendimentos gravimétricos e densidade básica das madeiras;

f) observou-se alta correlação entre rendimentos volumétricos com a densidade das madeiras. Conclui-se assim que, para espécies cujas morfologias das madeiras sejam diferentes, o melhor tipo de correlação a se buscar é entre rendimentos volumétricos e densidade das madeiras e não a última contra rendimentos gravimétricos.

7. BIBLIOGRAFIA

BAREFOOT, A. C. et alii - 1970 - North Carolina Agricultural Experiment Station Tech. Bull. , 202. 88 p.

BLAKELY, W. F. - 1965 - **A key to the Eucalyptus**. Canberra, Commonwealth Australian Forestry Timber Bureau.

BUBLITZ, W. J. & FARR, T. D. - 1971- **Tappi**, **54**(10): 1716.

CROON, I. & ANDREWS, D. H. - 1971 - **Tappi**, **54**(11): 1893.

DADSWELL, H. E. & STEWART, C. M. - 1962 - Austrália CSIRO Division of Forest Products Technological Paper, 17a.

-----, 17b.

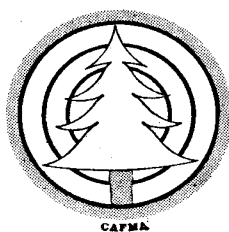
FOELKEL, C. E. B. - 1973 - **Unbleached kraft pulp properties of some of the Brazilian and U. S. pines**. Syracuse, College of Environmental Science and Forestry. 192 p. Tese de mestrado .

-----; BRASIL, M. A. M. & BARRICHELO, L. E. G. - 1971 - Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**. Piracicaba, (2/3); 65-74.

- GLEESON, G. L. - 1960 - **Svensk papperslidning**, **15(6)**: 477 .
- HALL, M. J.; HANSEN, N. W. & RUDRA, A. B. - 1973 - **Appita**, **26(5)**: 348.
- HATTON, J. V.; KEAYS, J. L. & HEJJAS, J. - 1972 - **Pulp and paper magazine of Canada**,. **73(4)**: 63.
- HILLIS, W. E. - 1972 - **Appita**, **26(2)**: 113.
- JEFFREYS, R. B. - 1954 - **The world's paper trade review**. **142(22; 23)**: 1825; 1890.
- KEAYS, J. L. & HATTO, J. V. - 1972 - **Pulp and paper magazine of Canada**. **73(10)**: 100.
- PASTOR, J. F. C. & CASAN, A. P. - s. d. - **Investigación y técnica del papel**, **6(21)**: 711.
- SANYER, N. - s.d. - Proceedings of the UNESCO/F AO Regional Symposium on pulp and paper research and technology in the Middle East and North Africa.
- VAN BUIJTENEN, J. P. - 1967 - **IUFRO Proceedings of the 14th Congress**. 9: 243.
- WATSON, A. J. & COHEN, W. E. - 1969 - **Appita**, **22(4)**: 17.

AGUDOS - LENÇÓIS PAULISTA - (SP)

ZONA PRIORITÁRIA
PARA REFLORESTAMENTO



Para: Elaboração

Execução

Administração de Projetos Florestais

procure a

Cia. Agro - Florestal Monte Alegre

F A Z E N D A M O N T E A L E G R E

CAIXA POSTAL, 50 — FONES: 251 e 300

A G U D O S — ESTADO DE SÃO PAULO

(Viveiros próprios — Mais de 10 anos de experiência)

produtos

madeirit

— mais qualidade a serviço da construção

**FORMAS
PARA CONCRETO**

Moldagem perfeita.
Máxima economia.
Amplio reaproveitamento.

**LAMBRIS
DE MADEIRA**

Lâminas de madeiras
decorativas coladas sobre
tela e aplicáveis
sobre qualquer superfície.

**PORTAS MAIS
FUNCIONAIS**

Maciças ou Semi-ocas
(de Six-Cel).

**TELHAS
DE GRANDE
RESISTÊNCIA**

Com ou sem revestimento
de alumínio.

E também: TAPUMES LISOS OU ONDULADOS.
COMPENSADO NAVAL.
COMPENSADO INDUSTRIAL.

INDÚSTRIAS
madeirit S.A.

Rua Xavier de Toledo, 264 - 10.º
Tel.: 37-0561, End. Telegr.: "DEIRIT". São Paulo