

Potencialidade da utilização de galhos de eucaliptos para produção de polpas kraft

MFN -0818

N CHAMADA:

TITULO: Potencialidade da utilização de galhos de eucaliptos para produção de polpas kraft

AUTOR(ES): OLIVEIRA, R.C.COLODETTE, J.L.GOMIDE, J.L.

EDICAO:

IDIOMA: português

ASSUNTO:

TIPO: Congresso

EVENTO: Congresso Anual da ABCP, 14

PROMOTOR: ABTCP

CIDADE: São Paulo

DATA: 03-06.11.1981

IMPRESSÃO: Sao Paulo, 1981, ABTCP

PAG/VOLUME: p.821-847, v.3

FONTE: Congresso Anual da ABCP, 14, 1981, São Paulo, v.3, p.821-847

AUTOR ENTIDADE:

DESCRIPTOR:

RESUMO:

POTENCIALIDADES DA UTILIZAÇÃO DE GALHOS DE EUCALIPTOS PARA PRODUÇÃO  
DE POLPAS KRAFT.



\*Rubens Chaves de Oliveira  
\*Jorge Luiz Colodette  
\*José Lívio Gomide

Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO

Cavacos de Eucalyptus grandis obtidos de galhos com casca e de fuste sem casca foram misturados em diferentes proporções (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) para produção de polpa Kraft, visando uma utilização mais integral da árvore. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade de obtenção de polpas com diferentes qualidades, dependendo das proporções da mistura e das características desejadas do produto final. A madeira de galhos apresentou maior dificuldade de deslignificação, mas a polpa produzida com galhos apresentou maior facilidade de refinamento. A utilização de 20% de cavacos de galhos na mistura resultou em polpas com resistências à tração, ao arrebentamento e ao rasgo similares ou ligeiramente superiores às obtidas para a polpa produzida com madeira de fuste.

INTRODUÇÃO

Existe, atualmente, no Brasil, uma crescente preocupação quanto ao abastecimento de madeiras nas indústrias nacionais de celulose e papel, uma vez que a demanda deverá suplantar a disponibilidade, caso sejam mantidas os ritmos atuais de crescimento nesses setores. Recentemente, a ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE e a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES DE CELULOSE (1) propuseram diretrizes estratégicas, para se tentar evitar um possível déficit de madeiras nas indústrias nacionais de celulose e papel.

Considerando dados estatísticos referentes à necessidade e oferta de madeira no mundo, autores (2) acreditam que a partir do ano 2000 ! deverá haver, no mundo, uma escassez de vários milhões de metros cúbicos de madeira por ano. PILAR (17) argumenta que, apesar do setor de celulose e papel estar tecnicamente bem desenvolvido no Brasil, a insuficiência de matéria-prima fibrosa deverá dificultar futuras expansões. A carência de recursos fibrosos tem motivado, nos últimos anos, inúmeros estudos (4, 5, 9, 11, 12, 13, 18), no sentido de se ampliar as fontes alternativas de fibras para que, a curto prazo, possam ser abastecidas as indústrias desse setor. Uma das possibilidades com potencial em termos de fonte adicional de recursos fibrosos para o abastecimento das indústrias de celulose e papel seria a utilização mais integral da árvore.

HAKKILA (10) relata que uma comissão criada na Escandinávia, em 1969, com o objetivo de encontrar fontes de recursos fibrosos para as indústrias, verificou que dezoito milhões de toneladas de madeira de caule e dois milhões de toneladas de casca são colhidas anualmente nas florestas da Finlândia. Nesta exploração, sete milhões de toneladas de galhos e quatro milhões de toneladas de tocos e de raízes não

---

\* Departamento de Engenharia Florestal, U.F.V.-36570 Viçosa, MG

eram utilizadas, apesar de apresentarem alto potencial como fonte de matéria-prima, correspondendo a cerca de 35 a 40% do total de biomassa das árvores. Essa comissão sugeriu que seria possível a utilização de galhos na produção de polpa sulfato e que métodos e sistemas altamente mecanizados poderiam ser desenvolvidos para a exploração de galhos com custos aceitáveis.

KEYS e HATTON (15) produziram polpas Kraft de vários componentes da árvore de Picea glauca e verificaram que os rendimentos brutos eram menores para os galhos, o topo não comercial, os tocos e as raízes, quando comparados com as polpas obtidas do fuste. Polpas com índices de arrebatamento e comprimentos de auto-ruptura equivalentes aos da polpa produzida do fuste foram obtidas do topo não comercial. Polpas obtidas de raízes e tocos apresentaram resistências ao arrebatamento e ao comprimento de auto-ruptura 20 e 35% inferiores, respectivamente. Polpas obtidas de raízes foram comparáveis à obtida do fuste quanto à resistência ao rasgo. As polpas obtidas de galhos dessa conífera apresentaram maior facilidade de refino e propriedades de resistências comparáveis às das polpas produzidas com madeira de folhosas.

Ao produzir polpas Kraft, com número de permanganato de 20, de cinco componentes de árvores de Pseudotsuga manziessi, HATTON e KEAYS (14) relataram que menores rendimentos totais foram encontrados para as polpas obtidas de tocos, raízes e topo não comercial, quando comparados com os obtidos do fuste. As polpas obtidas de galhos apresentaram rendimento significativamente mais baixos que os demais componentes. A energia requerida na moagem, para se atingir 300 ml de "freeness", foi menor para as polpas de galhos que para as obtidas do fuste e do topo não comercial, porém, maior que para as obtidas das raízes e tocos.

Neste estudo, com o propósito de analisar a potencialidade da utilização de galhos com casca de eucalipto para a produção de polpa pelo processo Kraft, diferentes misturas de cavacos de galhos foram processadas com cavacos da madeira do fuste sem casca, objetivando uma utilização mais racional de fontes de recursos fibrosos que hoje não são normalmente utilizadas pelas indústrias de celulose e papel no Brasil.

## 2- MATERIAL E MÉTODOS

As madeiras de fuste sem casca (fuste(s/c)) e de galhos com casca (galhos (c/c)) utilizadas neste estudo foram obtidas de plantação experimental de Eucalyptus grandis, localizada no "Campus" da Universidade Federal de Viçosa, MG. A amostra da madeira do fuste representava uma média de cinco árvores tomadas ao acaso na plantação. A amostra da madeira de galhos foi coletada ao acaso na plantação em quantidades suficientes para a realização dos ensaios. Os fustes e os galhos foram transformados, separadamente, em cavacos, por meio de picador laboratorial, classificados em malhas de 20mm, secados ao ar e armazenados em sacos de polietileno para uniformização do teor de umidade. Na determinação da densidade básica dos cavacos, foi utilizado o método da balança hidrostática. Para a determinação das dimensões das fibras, parte dos cavacos foi transformada em palitos que foram macerados em solução nítrico-acética (5 partes de ácido acético e uma parte de ácido nítrico), em banho-maria, por três horas consecutivas, para a individualização das fibras. Foram medidas 150 fibras para cada material, com o auxílio de microscópio ótico (largura, diâmetro do lúmen e espessura de parede), e utilizando a técnica de projeção (comprimento). As análises químicas foram realizadas segundo as normas propostas pela Associação Técnica Brasileira de

Celulose e Papel (ABCP), à exceção da determinação da holocelulose que foi realizada utilizando solução de clorito de sódio e ácido acético, tamponada para pH 4,7 com acetato de sódio, e da determinação de pentosanas que foi realizada pelo método do brometo-bromato, segundo BROWNING (3).

Os cavacos foram misturados em cinco diferentes proporções gravimétricas para produção de celulose: 0% de galhos e 100% de fuste, 20% de galhos e 80% de fuste, 40% de galhos e 60% de fuste, 60% de galhos e 40% de fuste, 80% de galhos e 20% de fuste, 100% de galhos e 0% de fuste. As diferentes proporções de misturas foram codificadas, respectivamente, como 0%, 20%, 40%, 60%, 80% e 100% de galhos.

Os cozimentos foram realizados em autoclave rotativa (2-3 rpm), com capacidade de 20 litros, aquecida eletricamente e dotada de termômetro e manômetro. Com a utilização de recipientes adequados, quatro amostras de cavacos foram processadas de uma só vez. Foi utilizado o processo Kraft para a produção de polpa celulósica e as seguintes condições de cozimento foram mantidas fixas: a) álcali ativo = 13% como  $\text{Na}_2\text{O}$ , b) sulfidez = 25%, c) relação licor/madeira = 4,1, d) temperatura de cozimento = 170°C, e) tempo até temperatura = 100 min. e f) tempo à temperatura = 50 min.

Após os cozimentos, os cavacos foram desfibrados em desfibrador laboratorial de discos e a polpa foi depurada em peneiras com malhas de 0,02 mm, para a eliminação dos rejeitos. Foram determinados o rendimento total, teor de rejeitos e rendimento depurado. Os números Kappa e as viscosidades das polpas foram determinados de acordo com as normas da ABCP.

Para o branqueamento das polpas, foi utilizada a seqüência CEDED, empregando-se as mesmas condições para todas as polpas e variando apenas as quantidades dos reagentes de acordo com o número Kappa (Quadro 1). As alvuras foram medidas em fotômetro digital REGMED. As alvuras envelhecidas foram determinadas após tratamento da polpa em estufa a 105°C, a seco, durante 24 horas. Os números de cor posterior foram determinados com base na equação recomendada por Kraft (16), baseada na lei de Kubelka e Munk.

Para o estudo das propriedades físico-mecânicas, as celuloses depuradas foram refinadas em moinho Jokro Muhle, tendo sido utilizados cinco tempos de refino, por polpa, incluindo-se o nível zero. As folhas foram confeccionadas em formador tipo Koethen Rapid. O grau de refino e as propriedades físico-mecânicas foram determinados de acordo com as normas ABCP.

### 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. - Densidade Básica e Características das Fibras

Os valores médios determinados para as densidades básicas da madeira do fuste sem casca e dos galhos com casca foram: 0,51 g/cm<sup>3</sup> e 0,53 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente.

As densidades básicas encontradas para a madeira do fuste e dos galhos de Eucalyptus grandis encontram-se na faixa de valores já relatados para madeiras de outros Eucalyptus (6). A madeira de galhos apresentou densidade superior à da madeira do fuste, o que pode ser explicado, possivelmente, pela maior espessura média de parede das

fibras dos galhos, em relação às fibras da madeira de fuste. Com o aumento da espessura da parede, dentro de uma mesma espécie vegetal, normalmente tem-se maior densidade básica, com tendências a se obter polpas com menores resistências à tração e ao arrebetamento (8).

Os resultados das medições das fibras e suas relações encontram-se no Quadro 2. Nas figuras de 1 a 8 são apresentadas, em forma de histogramas, as distribuições de frequência relativa, por classe de comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura de parede das fibras do fuste e dos galhos.

As fibras da madeira do fuste do Eucalyptus grandis apresentaram maiores valores médios de comprimento, de largura, de diâmetro do lúmen, de flexibilidade e de enfeltramento que as fibras dos galhos. Compressas características dimensionais afetam o comportamento das fibras durante o refino, espera-se que as polpas obtidas da madeira de galhos de E. grandis apresentem-se com menor capacidade de interligação das fibras, resultando em papéis de menores resistências.

### 3.2. - Características Químicas das Madeiras

Os resultados das análises químicas das madeiras de fuste e galhos de Eucalyptus grandis encontram-se no Quadro 3.

A madeira de galhos caracterizou-se por apresentar maiores solubilidades em NaOH a 1%, em água quente e fria e em álcool-benzeno e maiores teores em pentosanas, de lignina e de cinzas. Menor teor de holocelulose foi encontrado para a madeira de galhos. O maior teor de pentosanas observado nos galhos poderá trazer vantagens, com menor consumo de energia no refino e contribuir para o desenvolvimento das propriedades físico-mecânicas das polpas.

Em linhas gerais, do ponto de vista de constituição química, a madeira de galhos apresentou características menos favoráveis que a madeira do fuste, para a produção de celulose.

### 3.3. - Deslignificação das Madeiras

Os resultados médios dos rendimentos totais, dos rendimentos depurados, dos teores de rejeitos e os números Kappa das polpas estão apresentados no Quadro 4. Na Figura 9, são apresentadas as relações gráficas determinadas na deslignificação das madeiras para diferentes misturas de galhos e de fuste.

Pela análise de variância das propriedades de deslignificação das diferentes misturas de madeiras de galhos e de fuste (Quadro 4), observou-se efeito significativo, ao nível de 5% de probabilidade, da influência da percentagem de galhos em todas as propriedades analisadas, com exceção do teor de rejeitos que não apresentou influência significativa em diferentes percentagens de galhos.

Os resultados obtidos demonstraram que o aumento da percentagem de galhos causava decréscimo dos rendimentos (total e depurado), com exceção do aumento de 0% para 20% e de 20% para 40% de galhos que não mostraram diferenças significativas pelo teste de Tukey (Quadro 4). Para o número Kappa das polpas obtidas, observou-se que o mesmo aumentava à medida que se aumentava a percentagem de galhos nas misturas.

Observa-se, na Figura 9, que os rendimentos (total e depurado) e

o número Kappa sofrem uma alteração mais acentuada quando se atinge' cerca de 50% de mistura das madeiras de galhos e fuste. Apesar de o teor de rejeitos não ter mostrado diferenças significativas ao nível de probabilidade estudado, observa-se, nessa figura, que o mesmo tende a aumentar à medida que se eleva a percentagem de galhos na mistura.

### 3.4. - Branqueamento das Polpas

Os valores de viscosidades das polpas branqueadas, as alvuras, as alvuras envelhecidas e os números de cor posterior das polpas obtidas de diferentes misturas de galhos e de fuste encontram-se no Quadro 5.

Nesse Quadro, observa-se que as polpas obtidas de diferentes misturas de galhos e de fuste apresentaram-se com alvuras na faixa de ' 91,3% a 92,2%, com razoável estabilidade, apresentando número de cor posterior variando de 0,65 a 0,82. As viscosidades das polpas branqueadas variaram de 29,9 a 39,7 cP. Na figura 10, observa-se que as viscosidades das polpas branqueadas tendem a decrescer acentuadamente quando se aumenta a percentagem de madeira de galhos acima de 40%.

### 3.5. - Propriedades Físico-Mecânicas das Polpas não-Branqueadas

Nas figuras 11 a 15, encontram-se as relações das propriedades ' das polpas, em função das misturas de galhos e de fuste, para 30, 45 e 60 $\phi$ SR.

Observa-se, na Figura 11, que, à medida que se aumentava a percentagem de madeira de galhos em mistura com a madeira do fuste, as polpas obtidas refinavam-se mais facilmente para os três graus de moagem estudados. Isso se explica, possivelmente, pelo maior teor de pentosanas (Quadro 3) encontrado para a madeira de galhos e pela presença de casca que, segundo CHOW, citado por FOELKEL et alli (7), tem grande tendência em sofrer amolecimento térmico.

Na figura 12, nota-se que para 30 $\phi$ SR o aumento da percentagem de galhos resulta em decréscimo do comprimento de auto-ruptura. A 45 e 60 $\phi$ SR., observa-se que o comprimento de auto-ruptura tem tendência a se elevar até cerca de 30% de galhos, na mistura, para depois sofrer um decréscimo. A resistência à tração das polpas obtidas aumentava' à medida que se elevava o grau de refino de 30 para 60 $\phi$ SR.

As resistências ao arrebetamento das polpas obtidas a 30 e 45 $\phi$ SR mostraram-se com tendências semelhantes às encontradas para a resistência à tração, ou seja, a 30 $\phi$ SR a resistência ao arrebetamento ' foi inversamente proporcional ao aumento da percentagem de galhos em mistura com a madeira de fuste. A 45 $\phi$ SR, notou-se uma elevação desta resistência, com a adição de até cerca de 30% de galhos em mistura, para depois decrescer e tender a estabilizar-se. A adição de ' 20% de galhos na mistura causou um ligeiro acréscimo na resistência' ao arrebetamento. A 60 $\phi$  SR., as resistências ao arrebetamento de cresciam até cerca de 50% de galhos em mistura, para depois sofrer ' um ligeiro acréscimo (Figura 13). Neste caso, quando se adicionou ' 20% de galhos em mistura com madeira do fuste, a resistência ao arrebetamento apresentou um decréscimo da ordem de 4,5%, quando comparada com a da polpa obtida da madeira do fuste.

Na figura 14, pode ser observado que a resistência ao rasgo das ' polpas decrescia acentuadamente, quando se elevava a percentagem de galhos em mistura com a madeira do fuste para o grau de refino de

30º SR. A 45º SR, ocorria um ligeiro acréscimo nessa propriedade, quando se adicionava até 20% de galhos em mistura com o fuste, para depois decrescer até 100% de galhos. A 60ºSR., o ligeiro acréscimo observado na resistência ao rasgo se deu até 40% de galhos para, posteriormente, decrescer até 100% de galhos, porém, com valores um pouco mais elevados que os observados a 45ºSR. Com 20% de galhos na mistura, maior resistência ao rasgo foi obtida, quando a polpa foi refinada a 45ºSR. Para uma mesma percentagem de galhos, acima de 40%, maiores resistências ao rasgo foram obtidas quando se elevou o grau de refino de 30 até 60º SR.

A densidade básica das folhas a 30º SR permaneceu constante até 20% de galhos, para depois decrescer (Figura 15) com o aumento da percentagem de galhos na mistura. Nessa mesma figura, pode ser observado que a 45 e 60º SR as densidades básicas das folhas decresciam até 20% de galhos, para depois tenderem a uma estabilização com o aumento da percentagem de galhos na mistura. Maiores densidades básicas eram encontradas, à medida que se elevava o grau de refino de 30 até 60ºSR, para uma mesma percentagem de galhos na mistura.

#### 4- LITERATURA CITADA

- 1 - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE & ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EXPORTADORES DE CELULOSE. Ed. Diretrizes estratégicas para o setor de celulose e papel no Brasil, na década de 80. São Paulo, 1.980, 69 p.
- 2 - BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Utilização integral da árvore: - a casca. Piracicaba, IPEF, 1979. 4 p. (Circular Técnica 50).
- 3 - BROWNING, B.L. Methods of chemistry. New York, Interscience Publishers, 1967. 882 p.
- 4 - CHASE, A.J.; HYLAND, F.; YOUNG, H.E. Puckerbrush pulping studies. Orono, Me., Life Sciences and Agriculture Experimental Station, 1971. 64 p. (Technical Bulletin, 49).
- 5 - EINSPAHR, D.W.; HARDER, M.L.; HSU, E.W.; VIZVARY, P.J. Kraft pulping characteristics of hickory wood/bark mixtures. TAPPI, 62(10):115-8, 1979.
- 6 - FAO. Pulping and papermaking properties of fast-growing plantation wood species. Rome, 1975. 466 p.
- 7 - FOELKEL, C.E.B., SIQUEIRA, L.R.O., KATO, J.; ANDRADE, J.O.M. Casca medulada de eucalipto: uma nova opção como fonte de fibras para a indústria de celulose Kraft. São Paulo, Instituto Roberto Simonsen, 1978, 55 p.
- 8 - FOELKEL, C.E.B. & BARRICHELO, L.E.G. Tecnologia de celulose e papel. Piracicaba, ESALQ, 1975. 207 p.
- 9 - GENCO, J.M.; KRISHNAGOPALAN, A.; SHAFFER, M.M. Effect of bark on the pulping of commercial mixed hardwood chips. TAPPI, 61(5):107-8, 1978.
- 10 - HAKKILA, P. Progress report on the Joint Scandinavian program for marginal wood resource utilization. TAPPI, 55(8):1199-201, 1972.

- 11 - HARDER, M.L. & EINSPAHR, D.W. Increasing hardwood fiber supplies through improved bark utilization. TAPPI, 63(9):121-4, 1980.
- 12 - HARDER, M.L. EINSPAHR, D.W.; PARHAM, R.A. Bark fibrous yield for 42 pulpwood species. TAPPI, 61(11):121-2, 1978.
- 13 - HARKIN, J.M. & ROME, J.W. Bark and its possible uses. Madison, Wis., USDA Forest Products Laboratory, 1971. 56p.
- 14 - HATTON, J.V. & KEAYS, J.L. Complete-tree utilization studies; III. Yield and quality of Kraft pulp from the components of *Pseudotsuga menziesii*. TAPPI, 55(10):1505-8, 1972.
- 15 - KEAYS, J.L. & HATTON, J.V. Complete-tree utilization studies; II. Yield and quality of Kraft pulp from the components of *Picea glauca*. TAPPI, 54 (10):1721-4, 1971
- 16 - KRAFT, F. Bleaching of wood pulps. In: McDONALD, R.G. & FRANKLIN, J.N. ed. Pulp and Paper Manufacture. 2. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1970. p. 628-725.
- 17 - PILAR, M.L. Falta fibra para mais investimentos em celulose. Silvicultura, 2(17): 46-50, 1980
- 18 - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Forest Products Laboratory. Chemical composition and uses of bark. Madison, Wis., 1957. 10 p. (Report, 1666-5).



QUADRO 1 - Condições para o branqueamento das polpas obtidas de diferentes misturas de madeiras de galhos e fuste

Estádio de branqueamento	Consistência (%)	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Reagentes (%)					
				0*	20*	40*	60*	80*	100*
Cloração	4,0	30	Ambiente	2,80	2,84	3,09	3,32	3,56	3,63
Extração I	10,0	60	70	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Dioxidação I	10,0	120	70	1,84	1,91	2,27	2,60	2,95	3,07
Extração II	10,0	90	70	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Dioxidação II	10,0	150	70	1,62	0,64	0,76	0,87	0,99	1,02

\* Teor de madeira de galhos em mistura com a madeira de fuste.

QUADRO 2 - Dimensões das fibras do fuste e dos galhos de Eucalyptus grandis e suas relações

Dimensões e relações	Fuste	Galhos
Comprimento, mm		
. mínimo	0,81	0,59
. médio	1,18	0,94
. máximo	1,85	1,63
. desvio padrão	0,19	0,17
. coeficiente de variação, %	16,43	17,95
Largura, $\mu\text{m}$		
. mínima	12,50	8,93
. média	18,30	15,68
. máxima	26,79	23,21
. desvio padrão	3,14	2,93
. coeficiente de variação, %	17,15	18,70
Diâmetro do lúmen, $\mu\text{m}$		
. mínimo	3,57	1,79
. médio	10,15	6,98
. máximo	17,86	16,07
. desvio padrão	2,78	2,86
. coeficiente de variação, %	27,34	41,02
Espessura de parede, $\mu\text{m}$		
. mínima	1,79	1,79
. média	4,07	4,35
. máxima	7,14	8,04
. desvio padrão	0,97	1,30
. coeficiente de variação, %	23,90	29,91
. Índice de enfiamento	64,5	59,9
. Índice de Runkel	0,80	1,25
. Fração parede, %	44,5	55,5
. Coeficiente de flexibilidade, %	55,5	44,5

QUADRO 3 - Característica química das madeiras do fuste e dos galhos de Eucalyptus grandis

Características	Fuste	Galhos
Solubilidade em:		
. NaOH 1%, %	12,32	15,42
. água fria, %	1,53	2,53
. água quente, %	1,90	3,05
. álcool-benzeno, %	1,28	1,49
Teores de:		
. holocelulose, %	76,05	74,27
. pentosanas, %	16,15	17,5
. lignina, %	24,76	25,24
. cinzas, %	0,19	0,67

QUADRO 4 - Comparação das médias dos valores obtidos da deslignificação das diferentes misturas das madeiras de galhos e de fuste

Propriedades	Galhos, %					
	0	20	40	60	80	100
Rendimento bruto, %	52,6 a*	52,2 ab	51,6 b	50,1 c	48,9 d	47,9 e
Rendimento depurado, %	52,5 a	52,0 ab	51,4 b	49,8 c	48,5 d	47,5 e
Teor de rejeitos, %	0,1 a	0,15 a	0,2 a	0,3 a	0,4 a	0,4 a
Número kappa	15,7 d	16,9 cd	19,2 bc	21,3 ab	23,5 a	24,2 a

\* Na mesma linha, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 5 - Influência do teor de galhos e de fuste nas características das polpas branqueadas pela seqüência CEDED

Propriedades	Galhos, %					
	0	20	40	60	80	100
Alvura, %	91,3	91,7	91,7	91,8	91,5	92,2
Alvura envelhecida, %	85,5	86,2	86,5	86,7	85,6	86,8
N. <sup>o</sup> cor posterior	0,81	0,73	0,68	0,65	0,82	0,67
Viscosidade, cP	38,8	39,5	39,7	37,5	33,3	29,9

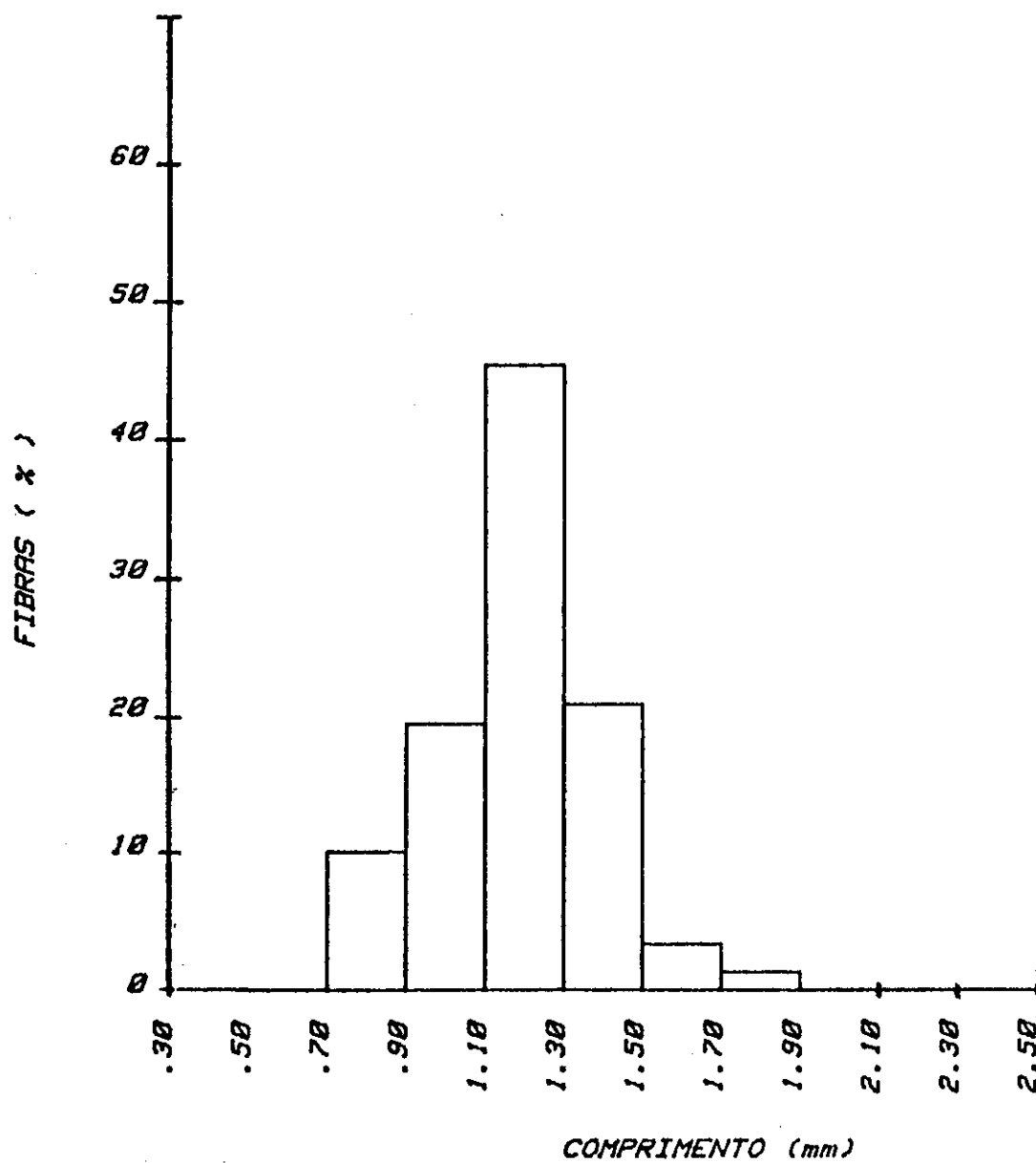


FIGURA 1 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de comprimento, das fibras do fuste de *Eucalyptus grandis*.

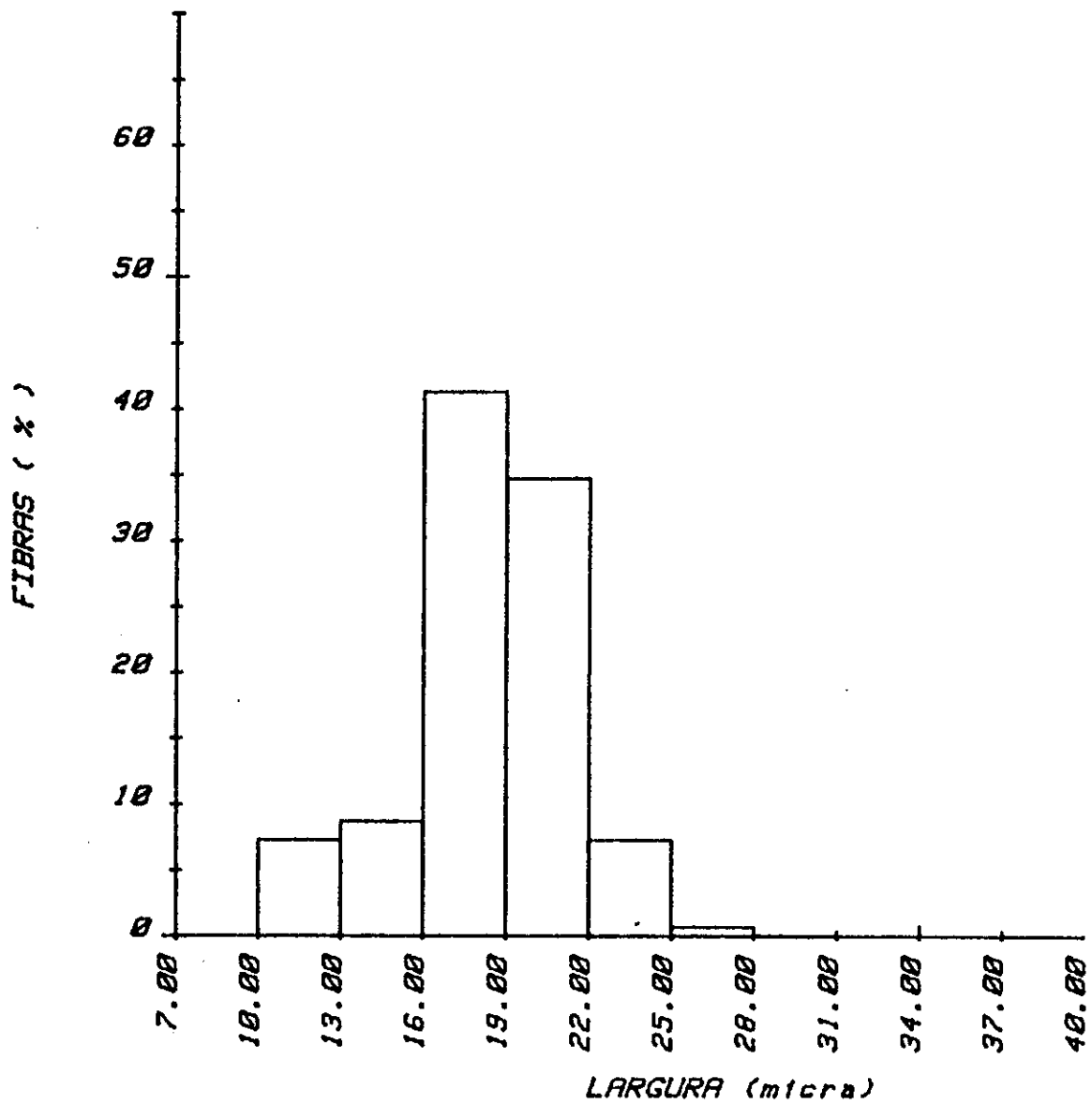


FIGURA 2 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de largura, das fibras do fuste de *Eucalyptus grandis*

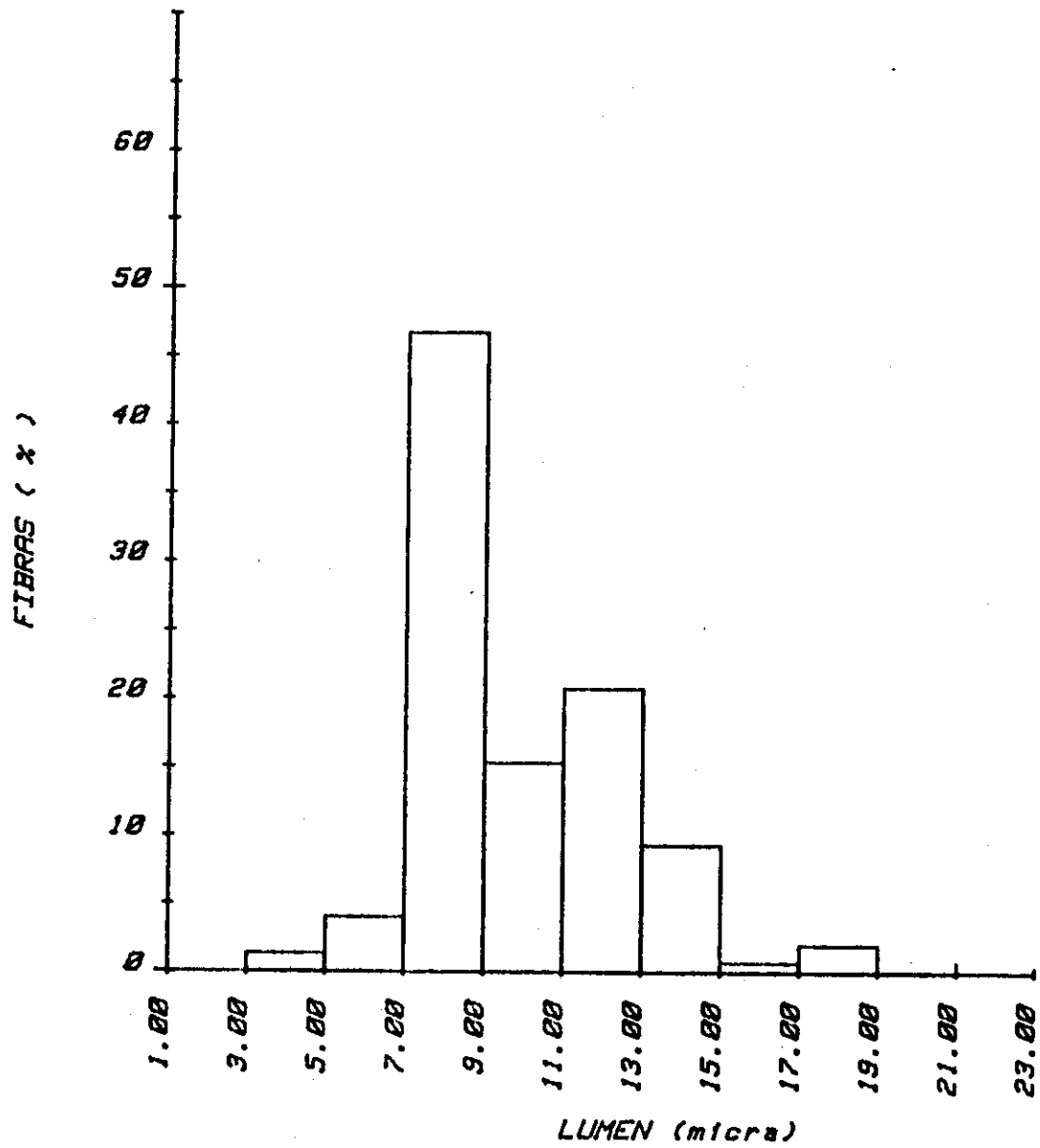


FIGURA 3 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de diâmetro de lúmen, das fibras do fuste de *Eucalyptus grandis*.



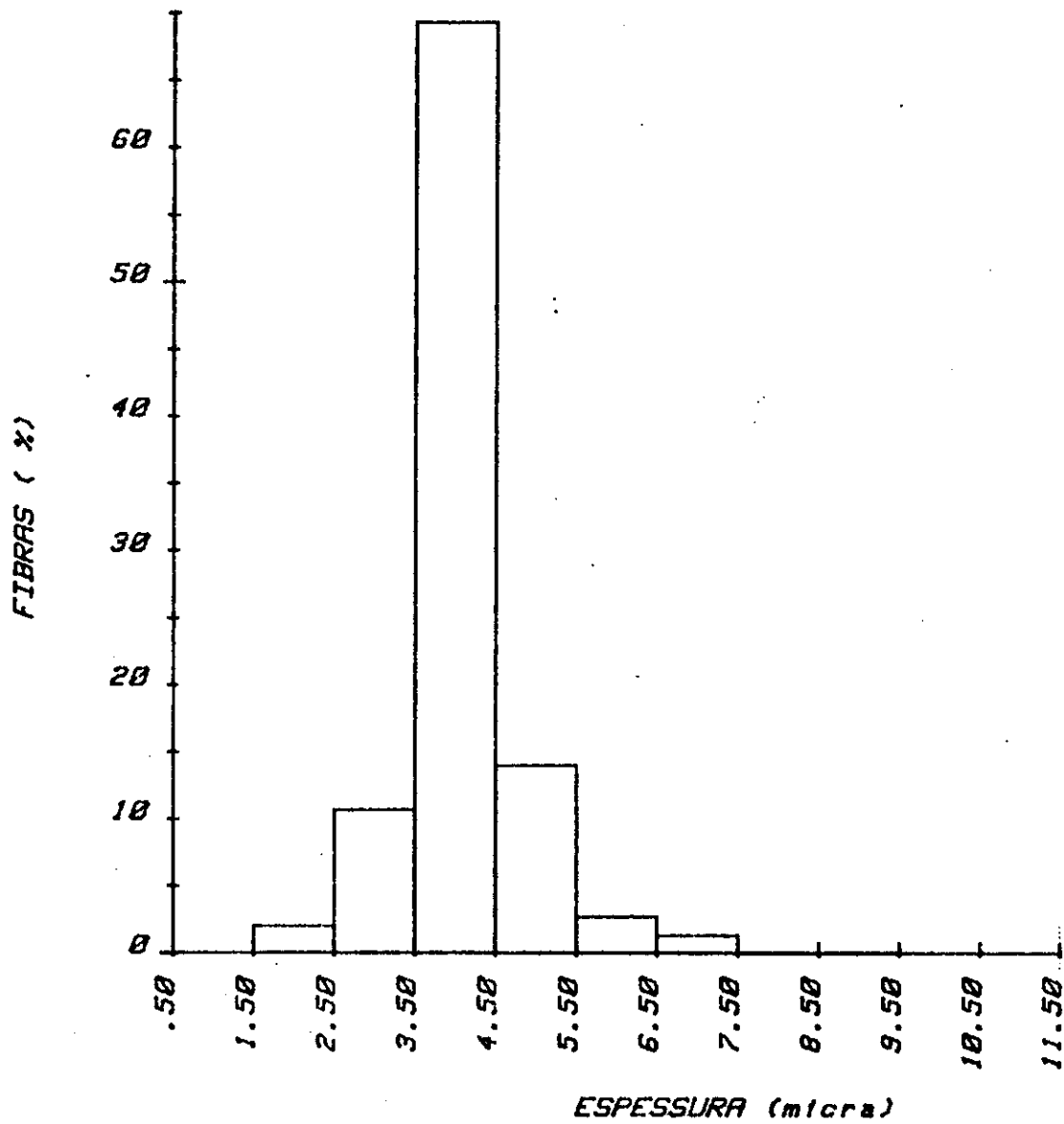


FIGURA 4 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de espessura, das fibras do fuste de *Eucalyptus grandis*.

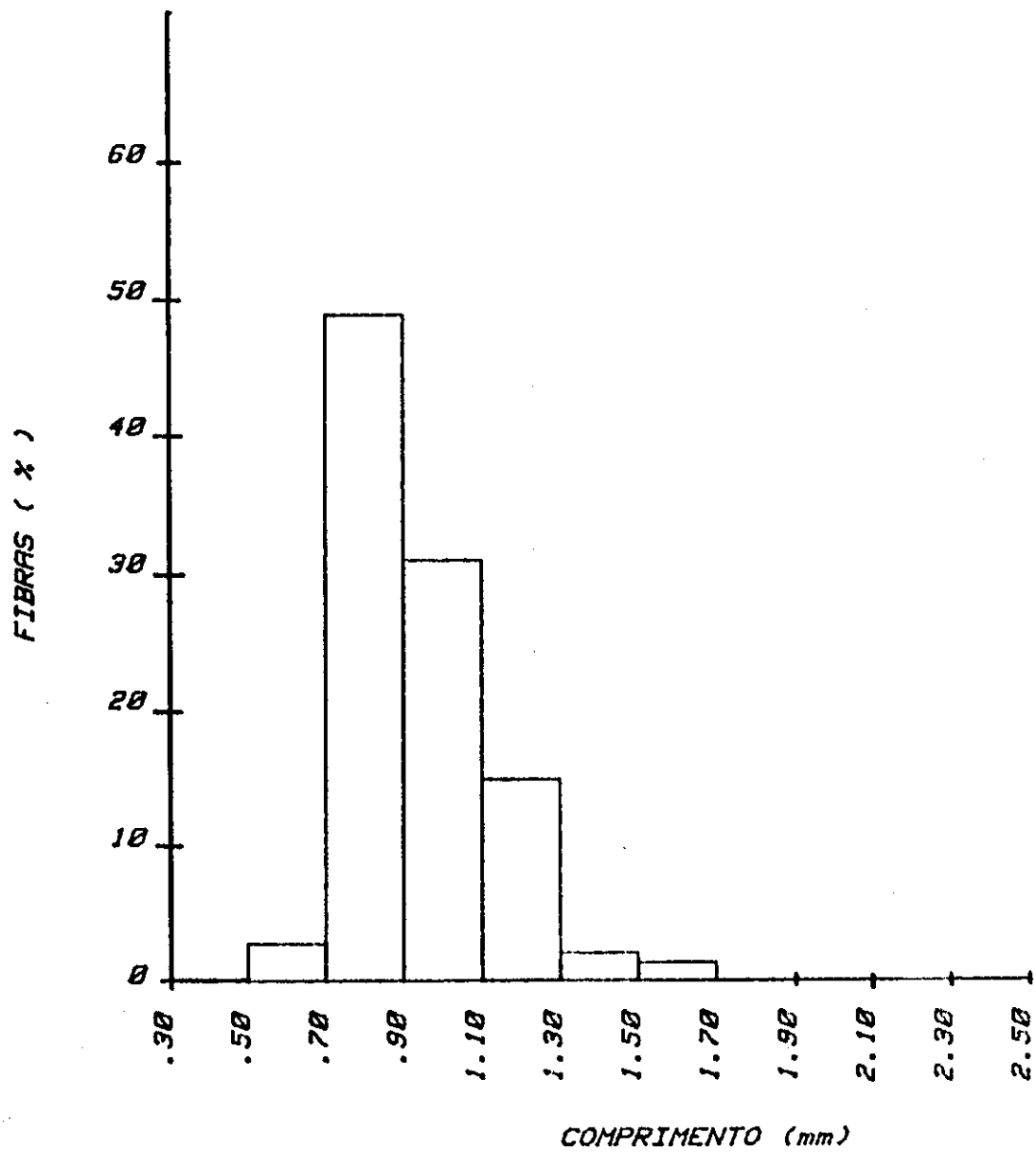


FIGURA 5 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de comprimento, das fibras dos galhos com casca de *Eucalyptus grandis*.

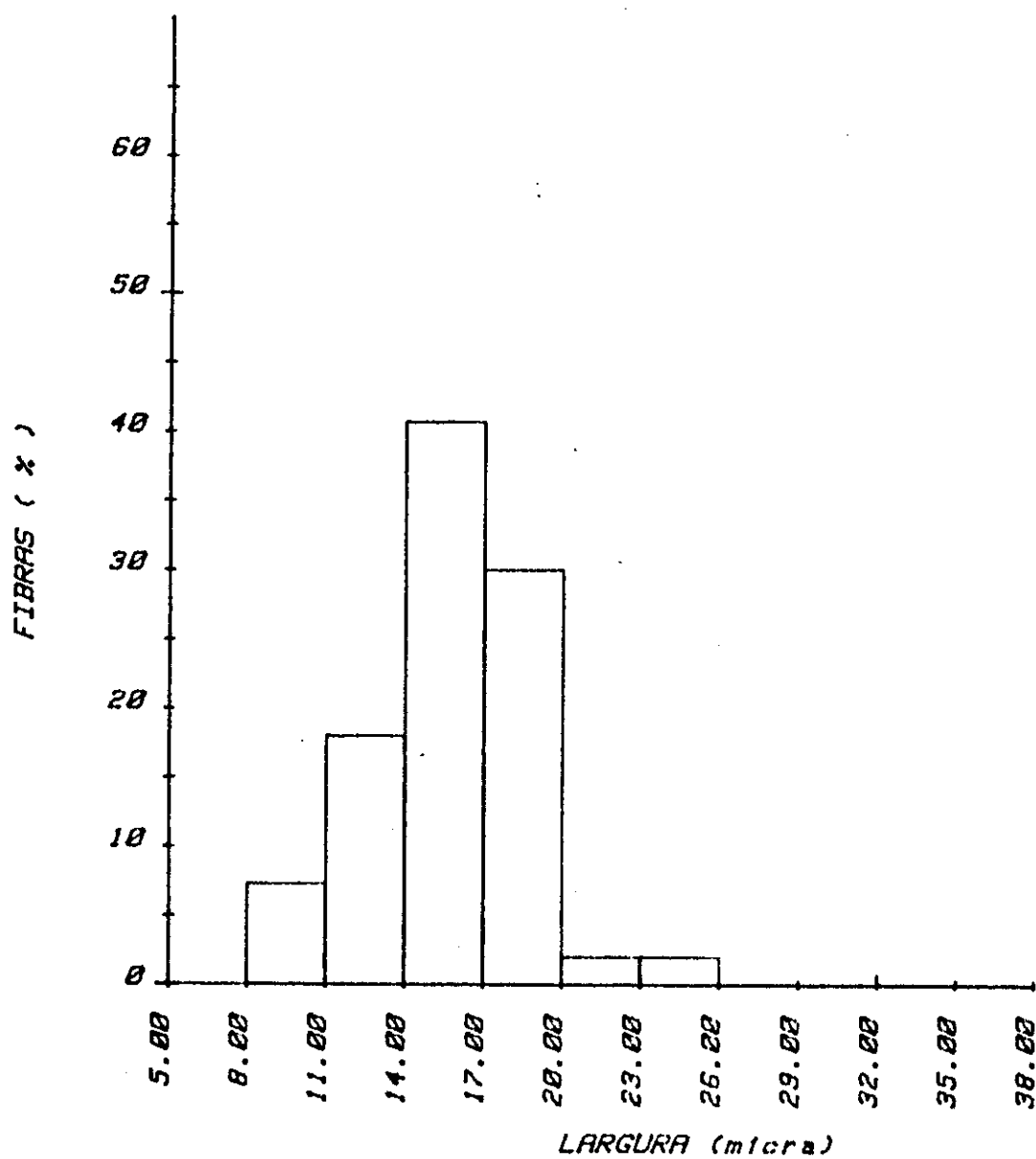


FIGURA 6 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de largura, das fibras dos galhos com casca de *Eucalyptus grandis*.

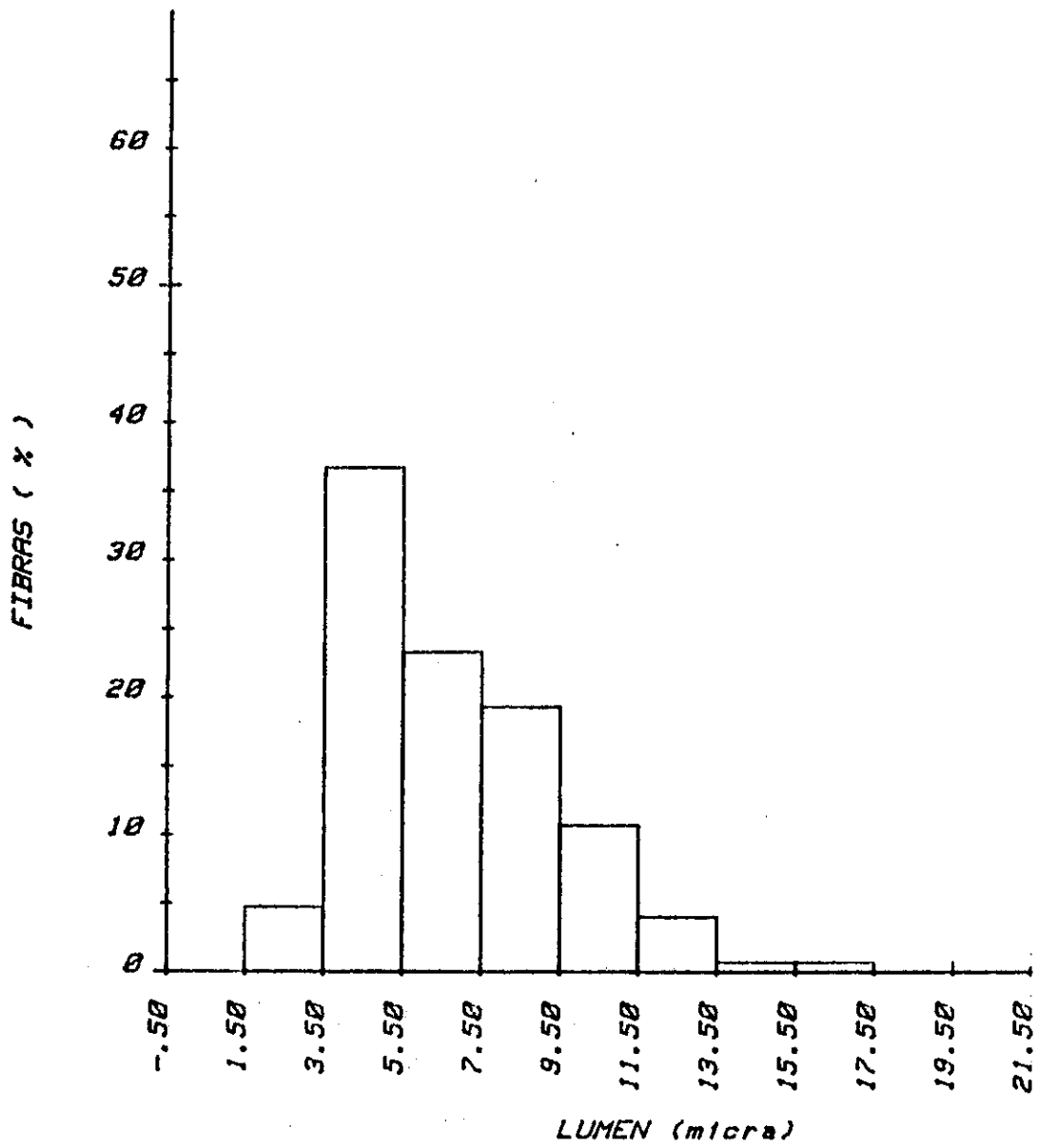


FIGURA 7 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de diâmetro de lúmen, das fibras dos galhos com casca de *Eucalyptus grandis*.

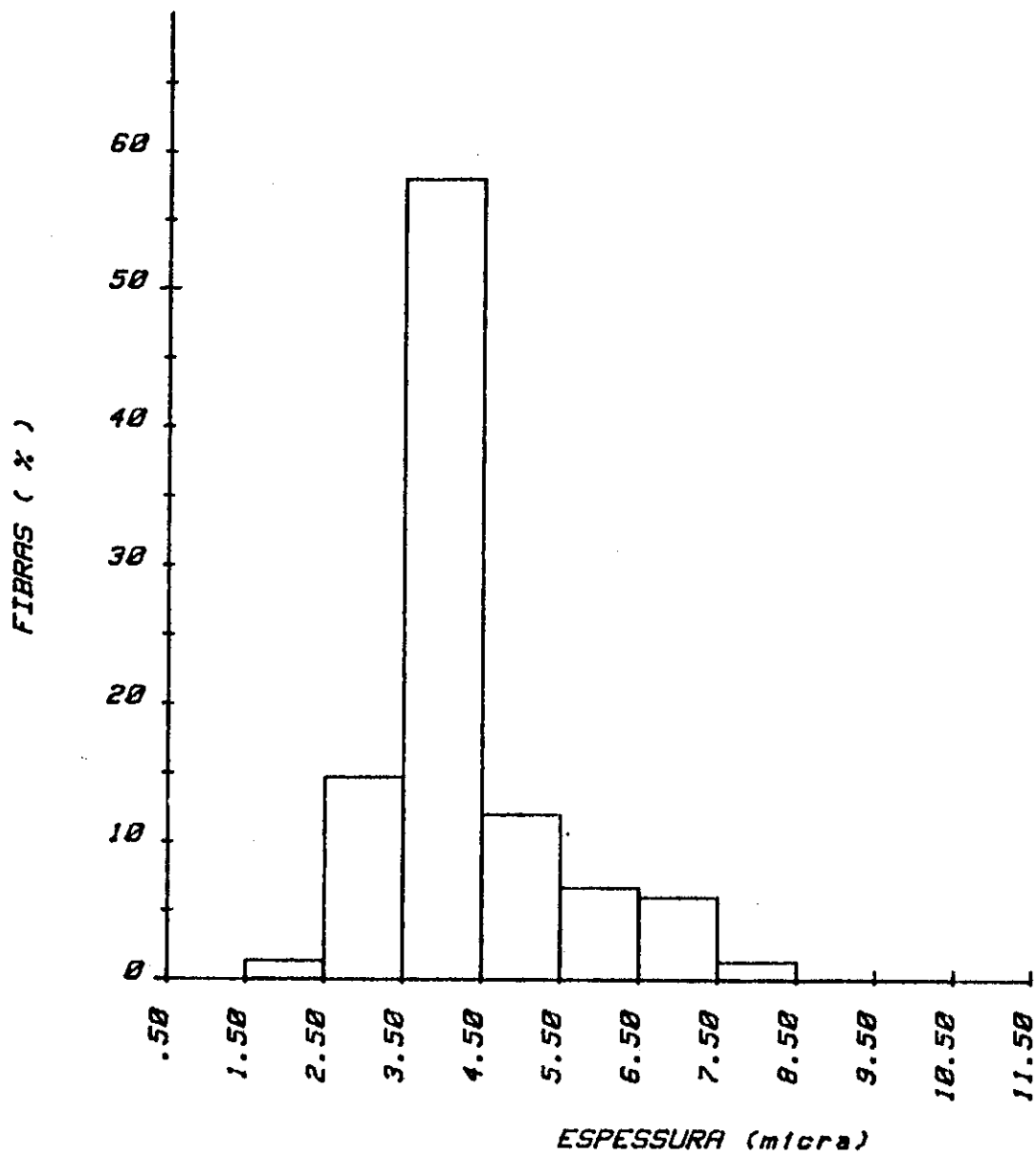


FIGURA 8 - Distribuição de freqüência relativa, por classes de espessura, das fibras dos galhos com casca de *Eucalyptus grandis*.

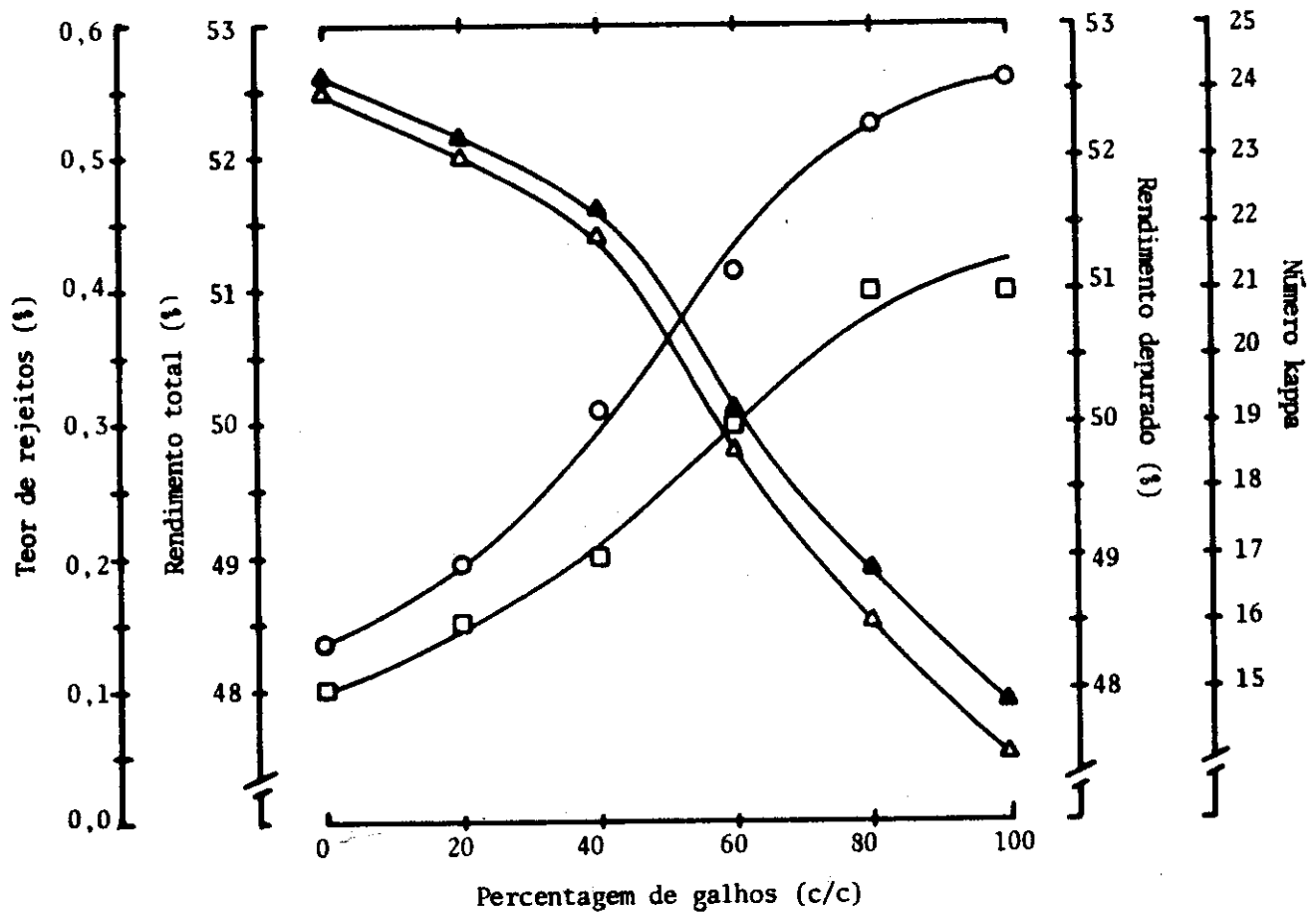


FIGURA 9 - Relação entre as diferentes misturas (galhos (c/c) e fuste (s/c)) e as propriedades de deslignificação (Rendimento total, depurado, teor de rejeitos e número kappa) de *Eucalyptus grandis*; ▲ = Rendimento total; △ = Rendimento depurado; □ = Teor de rejeitos e ○ = Número kappa.

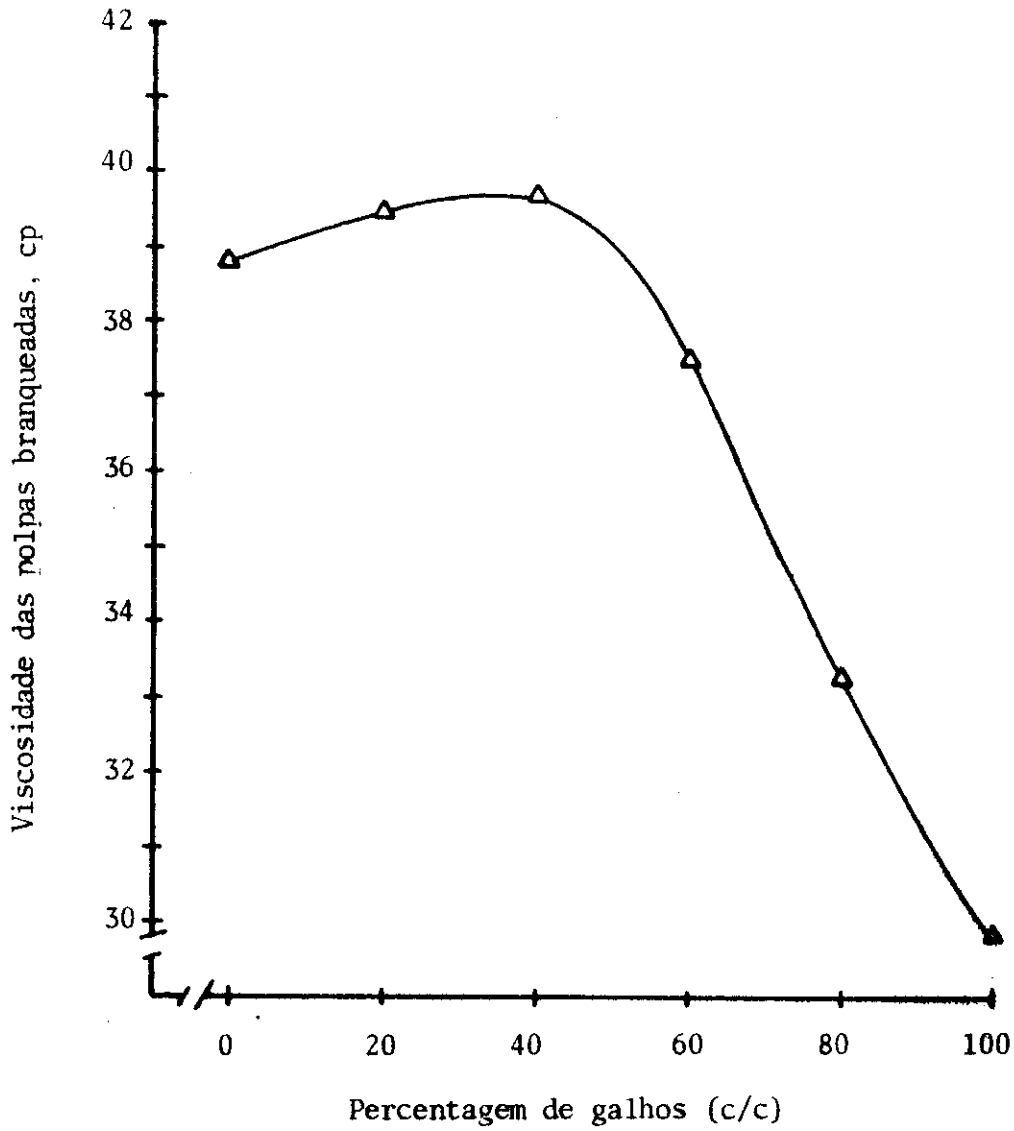


FIGURA 10 - Relação entre as diferentes misturas (galhos (c/c) e fuste (s/c)) e as viscosidades das polpas branqueadas.

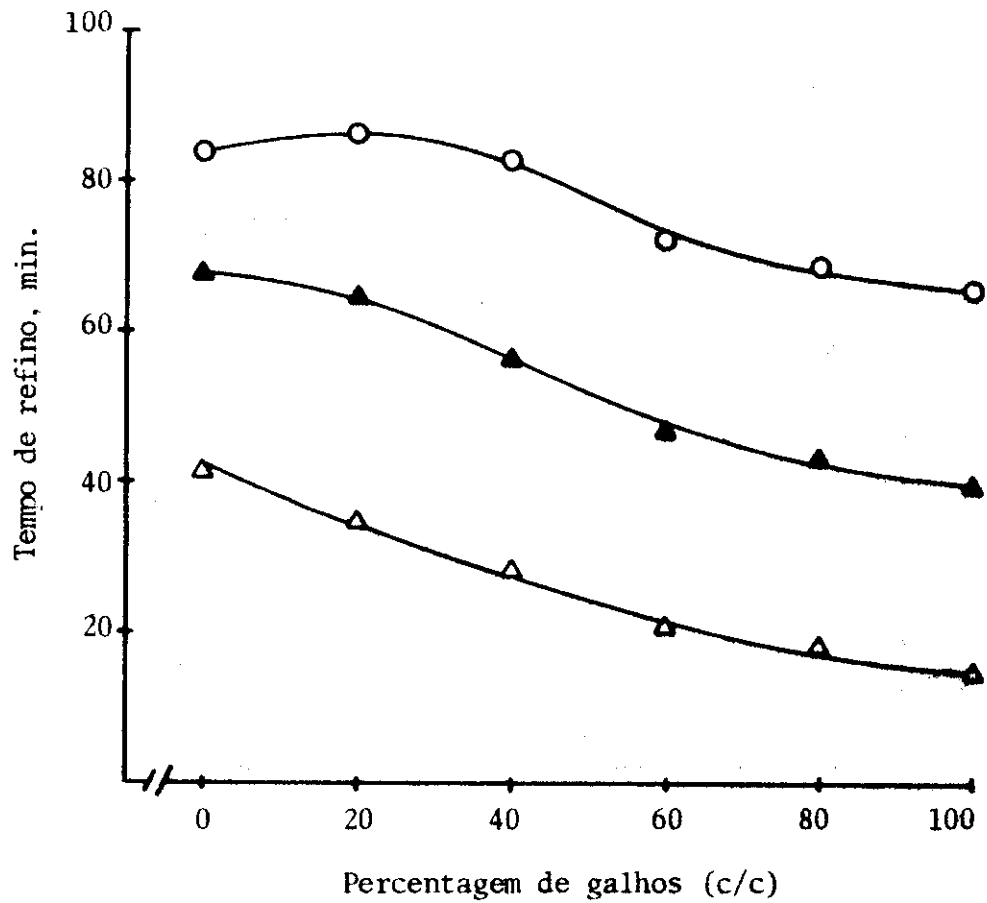


FIGURA 11 - Relação entre as diferentes misturas (galhos c/c e fuste s/c) e o tempo de refino, das polpas não branqueadas, necessário para alcançar 30, 45 e 60°SR;  $\Delta$  = 30°SR;  $\blacktriangle$  = 45°SR e  $\circ$  = 60°SR.



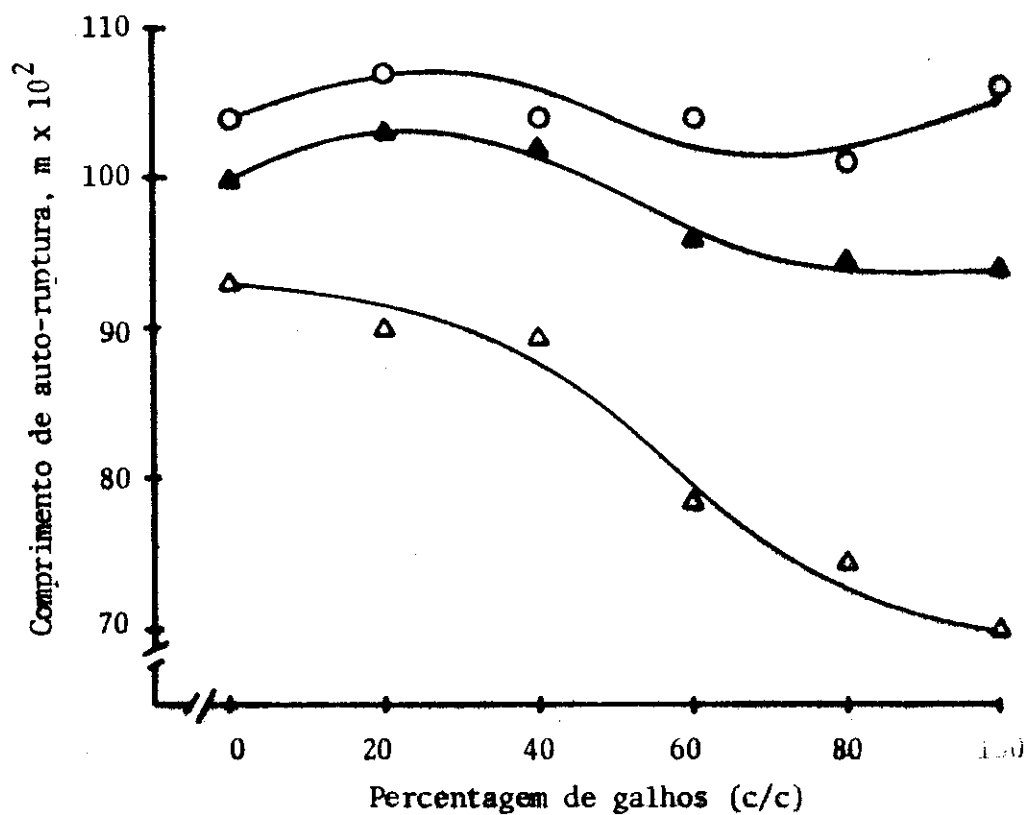


FIGURA 12 - Relação entre as diferentes misturas (galhos c/c) e fuste (s/c) e o comprimento de auto-ruptura, das polpas não branqueadas;  $\Delta$  = 30°SR;  $\blacktriangle$  = 45°SR;  $\circ$  = 60°SR.

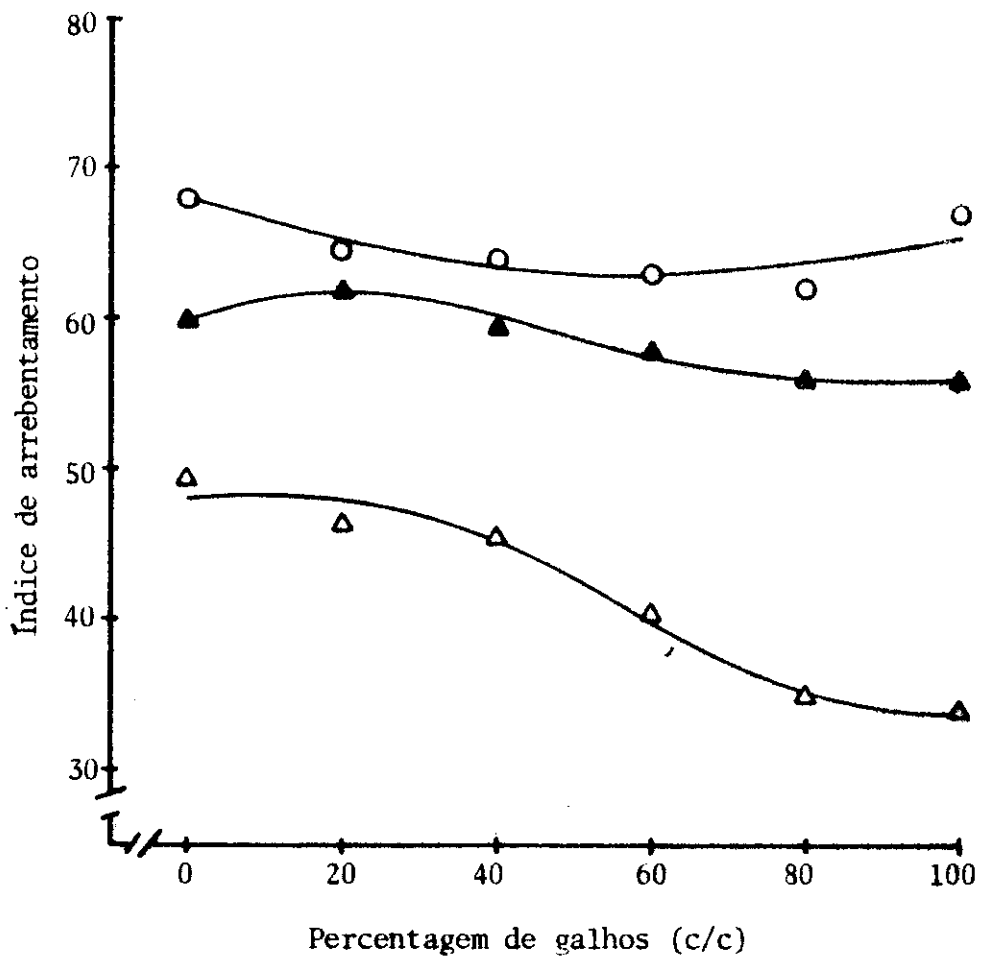


FIGURA 13 - Relação entre as diferentes misturas (galhos c/c e fuste (s/c)) e o índice arrebentamento, das polpas não branqueadas;  $\Delta$  = 30°SR;  $\blacktriangle$  = 45°SR e  $\circ$  = 60°SR.

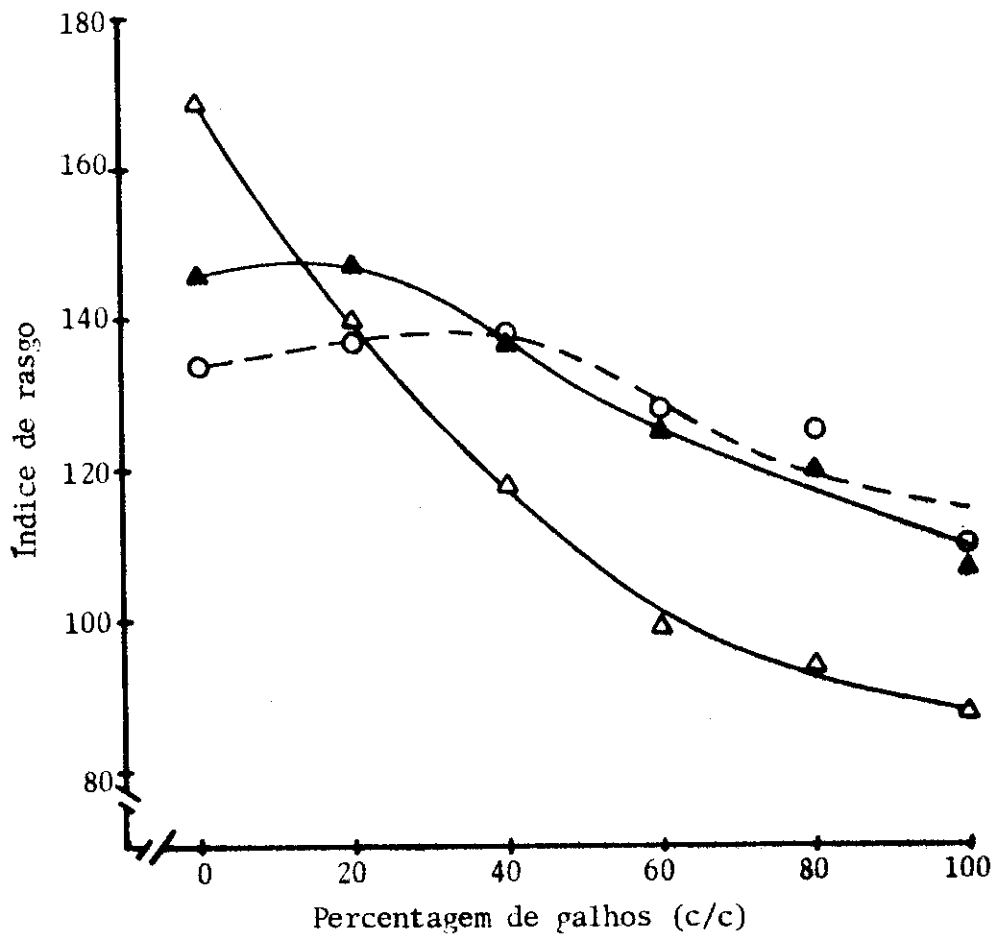


FIGURA 14 - Relação entre as diferentes misturas (galhos (c/c) e fuste (s/c)) e o índice de rasgo, das polpas não branqueadas;  $\Delta$  = 30°SR;  $\blacktriangle$  = 45°SR e  $\circ$  = 60°SR.

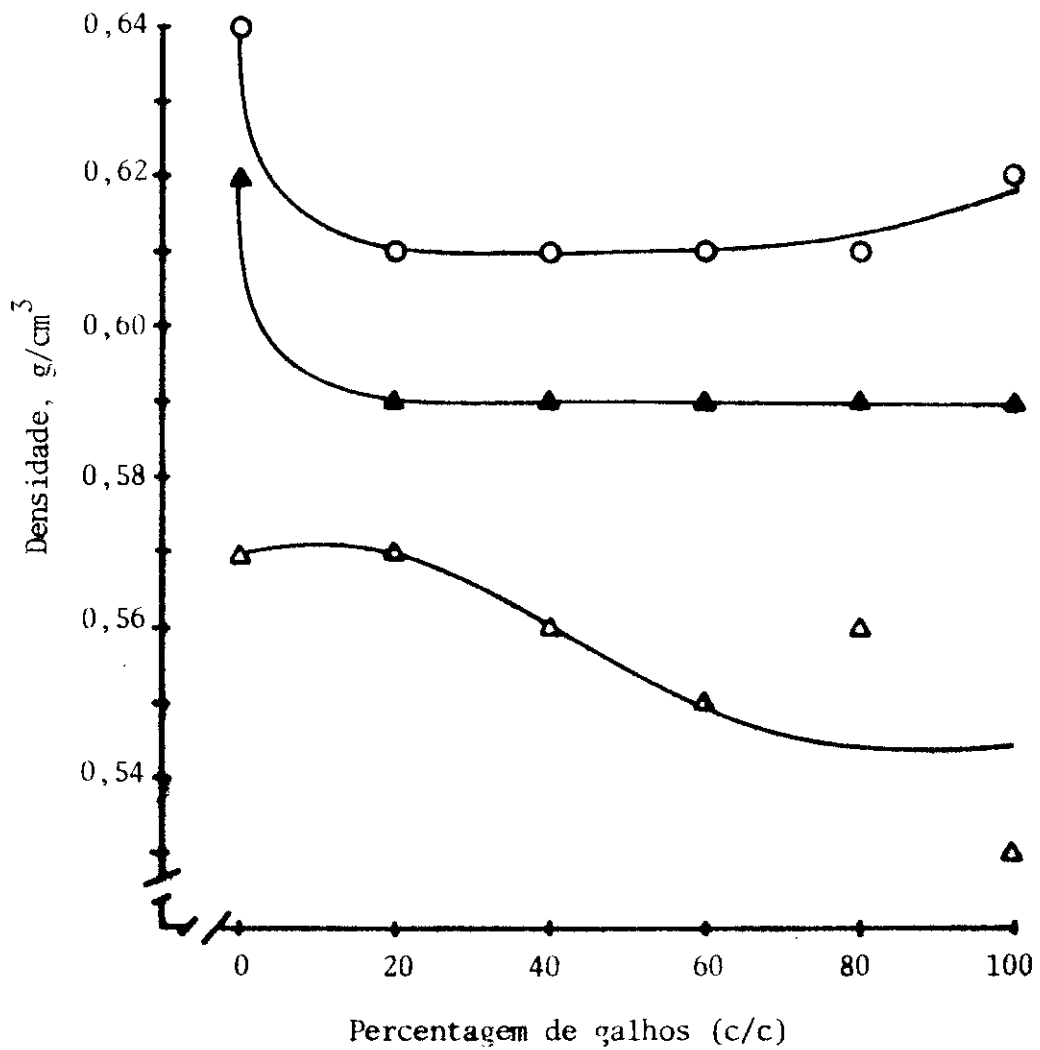


FIGURA 15 - Relação entre as diferentes misturas (galhos (c/c) e fuste (s/c)) e a densidade básica das folhas das polpas não branqueadas;  $\Delta$  = 30°SR;  $\blacktriangle$  = 45°SR e  $\circ$  = 60°SR.