

INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO NA SOBREVIVÊNCIA, FREQÜÊNCIA POR CLASSE DE DIÂMETRO E RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA ALTURA- DIÂMETRO DO *Eucalyptus* «*urophylla*»*

Renato Mauro Brandi
Laércio Couto
Francisco de Paula Neto**

1. INTRODUÇÃO

O espaçamento das plantações não deve ser considerado fixo para cada espécie ou local. A oportunidade de escolha oferece um importante meio de diversificar o desenvolvimento das árvores de acordo com o objetivo da produção.

Isto, com relação às espécies de rápido crescimento, é particularmente verdadeiro, destacando-se os eucaliptos, cujas madeiras, produzidas em ciclos de rotação não superiores a 7-8 anos, destinam-se, principalmente, ao uso industrial na produção de celulose, de carvão e de chapas.

Para tais espécies e propósitos, o espaçamento escolhido deve permitir que a pleina ocupação do espaço de crescimento pelas árvores inicialmente plantadas seja atingida na idade de corte. Desta maneira, o volume da produção será maximizado em tamanho e qualidade de madeira desejados.

Diversos fatores concorrem para a escolha do espaçamento de plantio das árvores, entre eles a sobrevivência esperada e o hábito de crescimento das espécies.

O objetivo deste trabalho foi estudar a sobrevivência, a freqüência por classe de diâmetro e a relação hipsométrica altura-diâmetro do *Eucalyptus «urophylla»*, em função de cinco espaçamentos de plantio, em diferentes idades.

SIMÓES *et alii* (5), abordando a formação de florestas com espécies de rápido crescimento, citam os espaçamentos predominantes em grande parte das Regiões Sudeste e Sul do Brasil. Os espaçamentos de 3,0 x 2,0 m e 2,5 x 2,5 m são usados nos plantios de eucaliptos destinados à indústria de celulose e o de 3,0 x 1,5 m quando para chapas prensadas. Para *Pinus spp.* o espaçamento varia entre 2,0 x 2,0 m e 2,0 x 2,5 m, tanto para a produção dirigida à celulose ou chapas associadas quanto para o aproveitamento final em serraria.

SCHÖNAU (4), em trabalho conduzido na África do Sul, com *E. grandis* plantado em diversos espaçamentos (10,0 x 9,9, 10,0 x 9,8, 10,0 x 9,0 e 7,0 x 9,0 pés), conclui que a

* Recebido para publicação em 6-07-1977. Projeto n.º 41442 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

** Respectivamente, Prof. Adjunto, Auxiliar de Ensino e Prof. Adjunto da U.F.V.

mortalidade das plantas não estava relacionada com os espaçamentos iniciais.

COELHO *et alii* (2), em experimento conduzido em Itapeva, SP, com 4 espécies de eucalipto e 2 espaçamentos, concluíram que os espaçamentos tiveram ação positiva sobre o crescimento em diâmetro das árvores, não influenciando o crescimento em altura, à exceção do *E. grandis*, aos 3 e 4 anos de idade, no espaçamento de 3,0 x 2,0 m.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em dezembro de 1967, em área pertencente à Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira, no Município de Coronel Fabriciano, Minas Gerais.

A espécie estudada foi o *Eucalyptus urophylla*, introduzida no Brasil em 1919 com o nome de *E. alba*.

As mudas foram produzidas em torrões paulistas, a partir de sementes de origem híbrida, procedentes de Rio Claro, SP, tendo sido levadas para o campo com 90 dias de idade e altura média em torno de 25 cm.

O local de plantio foi parte de uma encosta de morro, cujo solo foi identificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura argila arenosa.

Os espaçamentos usados foram: 2,0 x 2,0 m, 3,0 x 2,0 m, 3,0 x 2,5 m, 3,0 x 3,0 m e 3,0 x 4,0 m. O experimento obedeceu ao delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições, num total de 15 parcelas, com dimensões individuais de 36 x 36 m, ou seja, 1.296 m².

As características estudadas foram: sobrevivência, freqüência por classe de diâmetro e relação hipsométrica altura-diâmetro, a partir de dados coletados aos 31, 47, 54, 69, 81 e 93 meses de idade.

Os diâmetros, calculados a partir dos dados de circunferência das árvores, obtidos por medição feita à altura de 1,30 m do chão, foram agrupados em classes com intervalos de 5 cm.

Os diâmetros médios foram calculados em função das áreas basais médias para cada espaçamento.

Para cálculo das alturas médias seguiu-se a metodologia adotada pela escola europeia, explicada por AZEVEDO GOMES (1) como sendo a média aritmética das alturas de algumas árvores com diâmetros correspondentes aos diâmetros médios estimados para cada espaçamento. Assim, em cada idade, mediram-se as alturas de apenas 10 árvores em cada parcela.

Os modelos adotados para o estudo da sobrevivência e da relação hipsométrica altura-diâmetro foram:

$$a) \hat{Y}_i = a_0 + a_1 E_i + a_2 I_i + a_3 E_i^2 + a_4 I_i^2 + a_5 E_i^3 + a_6 I_i^3 +$$

$$a_7(E_i I_i) + u_i$$

$$b) \hat{Y}_i = a_0 + a_1 \ln E_i + a_2 \ln I_i + a_3 (\ln E_i \ln I_i) + v_i$$

$$c) \ln \hat{Y}_i = \ln a_0 + a_1 \ln E_i + a_2 \ln I_i + a_3 (\ln E_i \ln I_i) + \\ \ln z_i$$

onde \hat{Y}_i representa as características estudadas; E_i os espaçamentos em metros quadrados; I_i as idades em meses e u_i , v_i e $\ln z_i$ as variáveis aleatórias, com distribuição normal, de média 0 e variância σ^2 .

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sobrevivência

Os dados de sobrevivência do *E. urophylla*, em função do espaçamento em di-

ferentes idades, são apresentados no Quadro 1.

Os resultados obtidos indicam que em todas as idades estudadas o espaçamento influenciou a sobrevivência das árvores, os maiores níveis de sobrevivência correspondendo sempre aos espaçamentos mais amplos. No espaçamento de 2,0 x 2,0 m, além da mortalidade natural, atribuída a fatores aleatórios, houve também uma parcela adicional, proveniente da competição entre as árvores a partir do momento em que se verificou a plena ocupação da área, o que ocorreu num espaço de tempo mais curto do que nos demais espaçamentos. Além do maior custo de implantação do povoamento nesse espaçamento, perde-se também todo o material lenhoso, correspondente às árvores eliminadas pela supressão natural.

Dos modelos estudados, o que melhor se ajustou para sobrevivência foi o semilogarítmico, obtendo-se a seguinte equação de regressão:

$$\hat{Y}_i^S = 2,65439 + 0,079114 \ln E_i - 0,275254 \ln I_i \quad (R^2 = 0,92)$$

Os cortes da superfície de resposta das árvores quanto à sobrevivência nos diferentes espaçamentos, pré-fixadas as idades, são apresentados na Figura 1.

3.2. Freqüência por Classe de Diâmetro

Os dados referentes à freqüência absoluta e percentual das árvores, por classe de diâmetro, por hectare, em função do espaçamento, aos 93 meses de idade, encontram-se no Quadro 2.

Pela observação do Quadro 2 é possível ter uma idéia do número real de árvores por hectare a ser obtido no final da primeira rotação e sua distribuição nas classes diamétricas para cada espaçamento. Em razão da regeneração por talhada das florestas de eucalipto e de seu aproveitamento para usos industriais, esse conhecimento se reveste de grande importância, pois as produções futuras irão depender basicamente do potencial de brotação das cepas, aventado freqüentemente como positivamente correlacionado com o diâmetro das cepas.

Verifica-se que no espaçamento de 2,0 x 2,0 m o volume no final da rotação será representado por um número de indivíduos maior que nos outros espaçamentos, porém com diâmetros menores. Em se tratando de madeira para uso industrial, este fato não constitui problema; porém, quando se trata de produção para serraria, onde madeiras com maiores dimensões são desejáveis, devem ser evitados espaçamentos estreitos.

As diferenças entre os outros espaçamentos não justificam plantios acima de 3,0 x 2,0 m, mesmo quando o objetivo é a produção de madeira de maior dimensão, a menos que se corram sérios riscos de comprometer a forma das árvores e a plena ocupação do espaço de crescimento em tempo hábil.

A freqüência percentual das árvores por classe de diâmetro está representada graficamente na Figura 2.

3.3. Relação Hipsométrica Altura-Diâmetro

As alturas e os diâmetros médios em função do espaçamento e da idade encontram-se no Quadro 3.

A análise de variância da regressão da altura em função do diâmetro, sem discriminação dos espaçamentos, mostrou haver efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

As equações ajustadas, representadas graficamente na Figura 3, foram as seguintes:

$$\begin{aligned}\hat{Y}_i^{(2,0 \times 2,0)} &= 0,62 + 1,43 x \\ \hat{Y}_i^{(3,0 \times 2,0)} &= -0,63 + 1,42 x \\ \hat{Y}_i^{(3,0 \times 2,5)} &= 0,58 + 1,34 x \\ \hat{Y}_i^{(3,0 \times 3,0)} &= -1,79 + 1,50 x \\ \hat{Y}_i^{(3,0 \times 3,0)} &= -0,58 + 1,38 x \\ \hat{Y}_i^{\text{geral}} &= 0,25 + 1,37 x\end{aligned}$$

QUADRO 1 - Sobrevida do *Eucalyptus urophylla*, nos diversos espaçamentos, em diferentes idades

Espaçamentos	Sobrevida (%)				
	31 meses	47 meses	54 meses	69 meses	81 meses
2,0 x 2,0 m	84,67	73,70	66,00	60,60	56,57
3,0 x 2,0 m	83,67	76,37	69,00	62,50	57,40
3,0 x 2,5 m	86,00	75,57	66,27	60,83	55,13
3,0 x 3,0 m	88,33	80,57	76,90	71,20	67,13
3,0 x 4,0 m	85,67	78,70	74,67	68,17	64,50

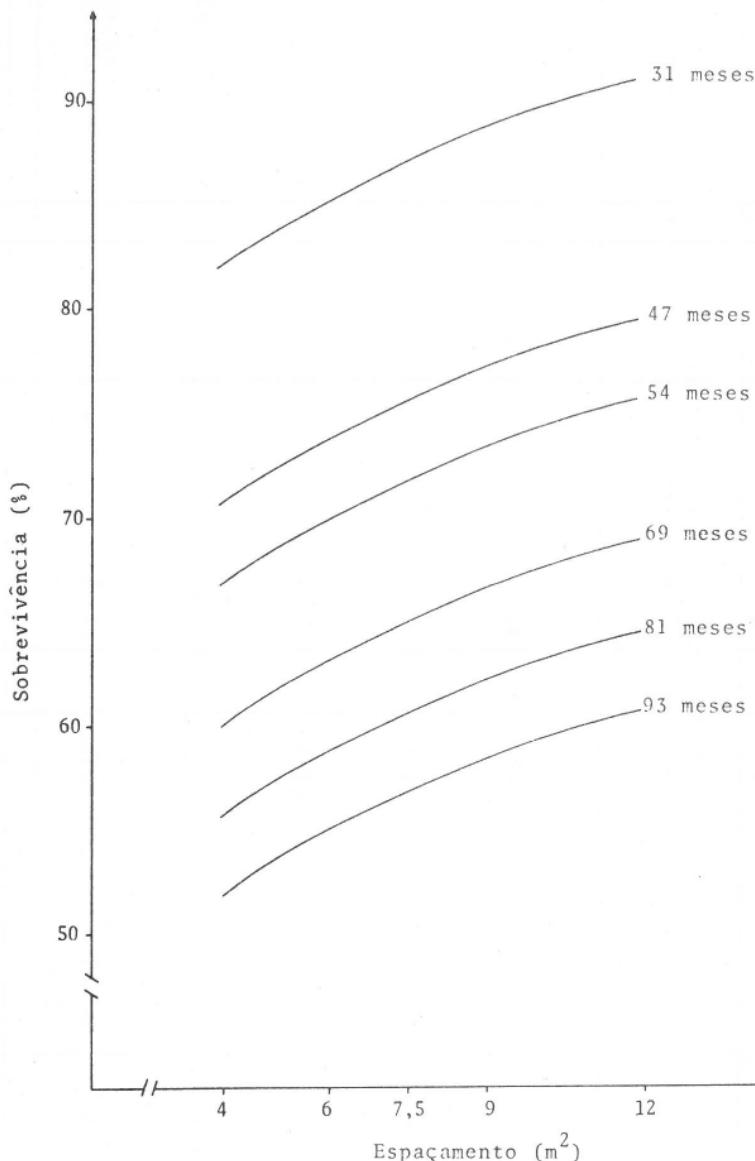


FIGURA 1 - Sobrevivência do *Eucalyptus "urophylla"*, em função do espaçamento, em diferentes idades

QUADRO 2 - Distribuição absoluta e percentual das árvores, por classe de diâmetro, por hectare, em *Eucalyptus "urophylla"*, nos diversos espaçamentos, aos 93 meses de idade

Espaçamentos	Distribuição/Classe diamétrica/Hectare					
	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5
2,0 x 2,0 m	77 (7%)	417 (36%)	355 (30%)	247 (21%)	62 (5%)	8 (1%)
3,0 x 2,0 m	46 (5%)	255 (28%)	270 (30%)	231 (25%)	93 (10%)	15 (2%)
3,0 x 2,5 m	8 (1%)	201 (29%)	177 (26%)	170 (25%)	100 (15%)	31 (5%)
3,0 x 3,0 m	15 (2%)	193 (28%)	185 (27%)	170 (25%)	100 (15%)	23 (3%)
3,0 x 4,0 m	8 (2%)	156 (23%)	147 (29%)	123 (25%)	85 (16%)	23 (5%)

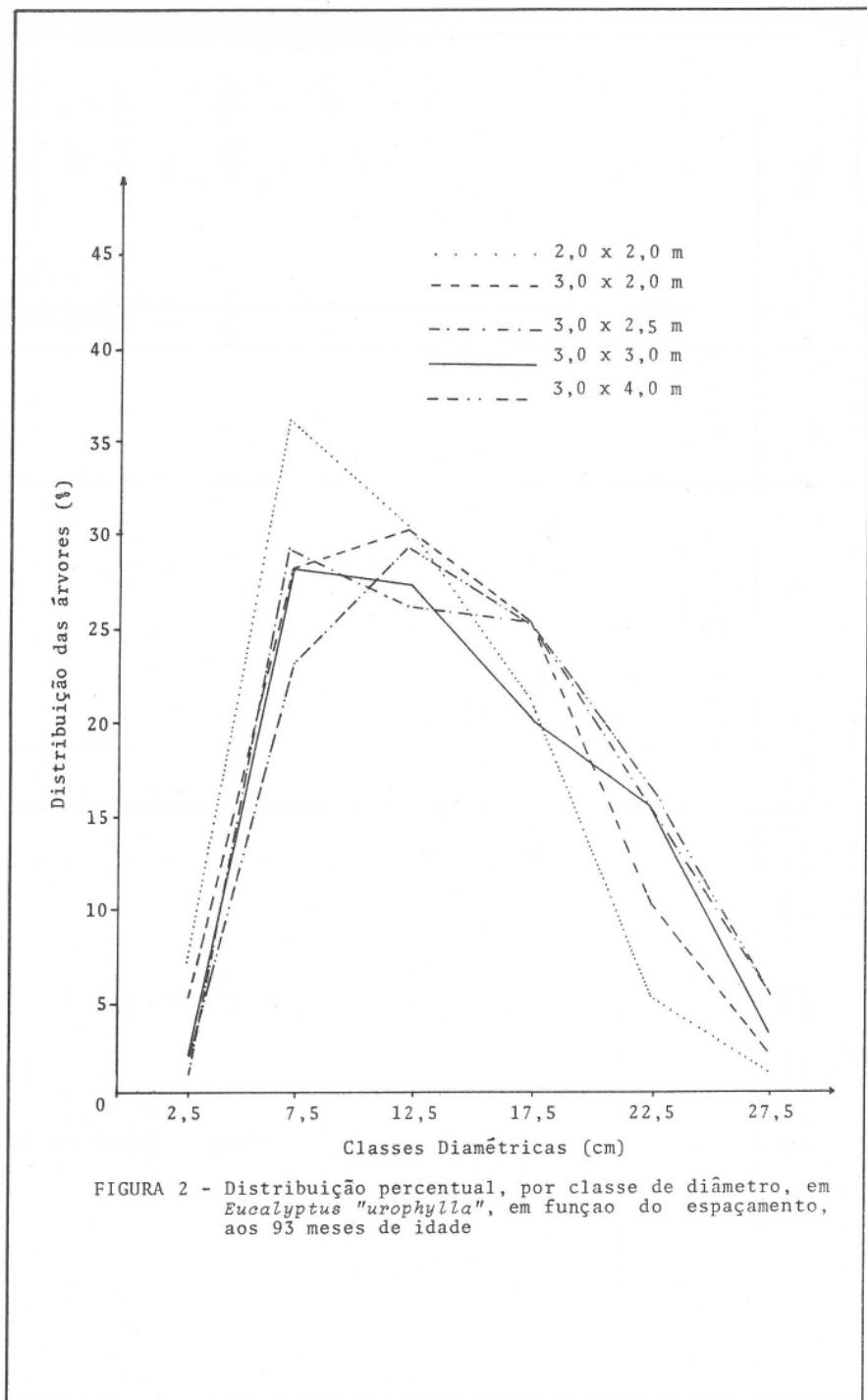


FIGURA 2 - Distribuição percentual, por classe de diâmetro, em *Eucalyptus "urophylla"*, em função do espaçamento, aos 93 meses de idade

QUADRO 3 - Relação hipsométrica altura-diâmetro, em *Eucalyptus "urophylla"*, nos diversos espaçamentos, em diferentes idades

Espaçamentos	Relação altura (m)/Diâmetro (cm)					
	31 meses	47 meses	54 meses	69 meses	81 meses	93 meses
2,0 x 2,0 m	Altura	8,67	12,10	14,47	16,37	18,47
	Diâmetro	5,40	8,10	10,20	11,30	12,20
3,0 x 2,0 m	Altura	8,67	12,40	15,60	17,57	18,97
	Diâmetro	6,30	9,13	11,20	12,50	13,50
3,0 x 2,5 m	Altura	9,10	12,63	16,57	18,60	19,53
	Diâmetro	6,33	9,30	11,65	13,23	14,13
3,0 x 3,0 m	Altura	8,93	12,97	16,40	18,40	20,47
	Diâmetro	7,17	9,83	12,00	13,40	14,67
3,0 x 4,0 m	Altura	9,37	12,73	16,80	18,53	20,30
	Diâmetro	6,87	10,13	12,60	13,97	15,07

O teste do χ^2 aplicado aos valores transformados dos coeficientes de correlação das equações indicou que eles não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade. Isto significa que para o mesmo diâmetro, em espaçamentos diferentes, não há diferença significativa entre as alturas, confirmando os resultados alcançados por GUIMARÃES (3), em trabalho realizado com *E. saligna*.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado em Coronel Fabriciano, MG, em área pertencente à Cia. Belgo-Mineira. Teve como objetivo verificar a influência de 5 espaçamentos iniciais sobre as características de sobrevivência e hábitos de crescimento do *E. urophylla* de origem híbrida.

As mudas produzidas em torrões paulistas foram plantadas no campo, obedecendo ao delineamento experimental de blocos ao acaso, utilizando-se 3 blocos.

O período experimental teve duração de 93 meses, durante o qual foram registrados dados de sobrevivência, altura média e diâmetro médio aos 31, 47, 54, 69, 81 e 93 meses. O comportamento da espécie em função dos espaçamentos foi relatado quanto à sobrevivência, quanto à frequência por classe de diâmetro e quanto à relação hipsométrica altura-diâmetro.

A sobrevivência aumentou com o crescimento do espaçamento. As curvas de frequência mostram que espaçamentos mais estreitos apresentaram, ao final da rotação, maior número de árvores, porém, diâmetros médios menores. No período de tempo estudado, a regressão linear ajustou-se para a relação hipsométrica altura-diâmetro, dentro de cada espaçamento, bem como para a relação geral, independentemente do espaçamento usado, mostrando efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

Para as condições do presente trabalho, os resultados obtidos levam às seguintes conclusões:

1) A sobrevivência das árvores foi influenciada pelo espaçamento. Em todas as idades consideradas ela variou diretamente em função do espaçamento e também em relação à idade.

2) A frequência das árvores, por classe de diâmetro, aos 93 meses de idade, foi influenciada pelo espaçamento. Espaçamentos menores apresentaram maior número de indivíduos por área e diâmetros médios menores.

3) A relação hipsométrica altura-diâmetro não foi influenciada pelo espaçamento. Árvores com o mesmo diâmetro, em espaçamentos diferentes, apresentaram alturas semelhantes.

5. SUMMARY

This study was carried out to investigate the effects of five interval spacings on survival and growth habit of *Eucalyptus "urophylla"* of hybrid origin.

Seedlings were grown in containers (*torrões paulistas*) and planted in the field according to a randomized block design with three blocks. Land belonging to the Belgo-Mineira Company in Coronel Fabriciano County, Minas Gerais, Brazil, was used.

The experimental period lasted 93 months, during which data were collected on survival, average height and average diameter at 31, 47, 54, 69, 81, and 93 months. Survival, distribution of the trees by diameter class at 93 months and the hypsometric height-diameter relationship were reported as a function of the spacings.

Survival increased with increase in spacing. The distribution curves showed that closer spacing provided, after rotation, the largest number of trees, but with smaller average diameters. Linear regression best explained the hypsometric relation of height to diameter for each spacing, as well as the general relationship, independent of the spacing used the effect was significant at the 1% level.

For the conditions of this study, the results suggest the following conclusions:

1) Survival of the trees was influenced by spacing. In all ages considered, survival varied directly as a function of spacing and also in relation to age.

2) The distribution of trees by diameter class at 93 months was influenced by spacing. Closer spacing resulted in the largest number of individuals per unit area and smaller average diameters.

3) The hypsometric height-diameter relationship was not influenced by spacing. Trees of the same diameter presented similar heights in different spacings.

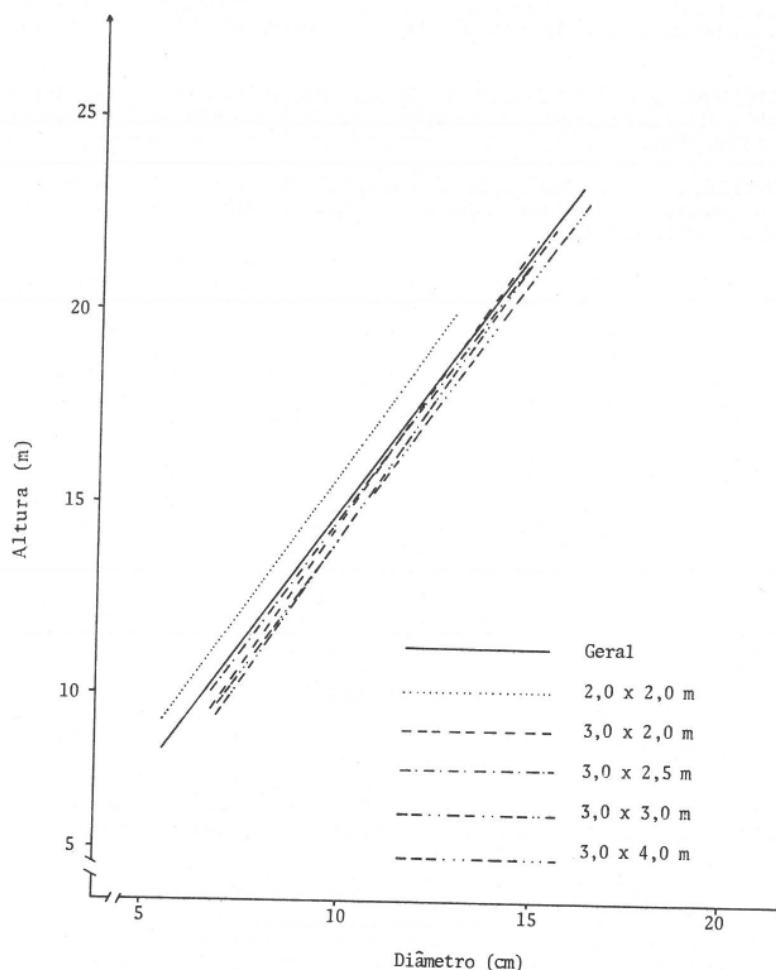


FIGURA 3 - Relação hipsométrica altura-diâmetro, em *Eucalyptus "urophylla"*, dentro de cada espaçamento e geral, sem discriminação dos espaçamentos

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AZEVEDO GOMES, A. *Medição dos arvoredos* Lisboa, Livraria Sá da Costa, 1957. 413 p.
2. COELHO, A.S.R., MELLO, H.A. & SIMÓES, J.W. Comportamento de espécies de eucalipto face ao espaçamento. *IPEF*, Piracicaba, 1:29-55. 1970.
3. GUIMARÃES, R.F. Ensaios de espaçamentos em *Eucalyptus saligna*, para a produção de lenha. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, 9(9):144-172. 1957.
4. SCHÖNAU, A.P.G. The effect of planting spacement and pruning on growth, yield and timber density of *Eucalyptus grandis* *South African Forestry Journal*, 88:16-23. 1974.
5. SIMÓES, J.W., BRANDI, R.M. & MALINOVSKY, J.R. *Formação de florestas com espécies de rápido crescimento* PRODEPEF/BRA-45. Brasília. 1976. 74 p. (Série Divulgação, 6).