



ISSN 0100-3453

CIRCULAR TÉCNICA Nº 182

ABRIL 1993

O USO DA LEI DO AUTODESBASTE NA DEFINIÇÃO DO ESPAÇAMENTO PARA PLANTIOS DE *EUCALYPTUS*

Jeanicolau Simona de Lacerda*
Hilton Thadeu Zarate do Couto**

INTRODUÇÃO

As árvores em talhões de plantios puros tendem a expandir suas copas vertical e horizontalmente e a interceptar mais energia solar à medida em que se desenvolvem. A competição entre árvores aumenta com a idade, culminando com a denominação de algumas árvores e conseqüente morte de outras. A morte ocasionada pela supressão é chamada de desbaste natural ou autodesbaste (PEET & CHRISTENSEN, 1987). Nos povoamentos das espécies do gênero *Eucalyptus*, as árvores são susceptíveis à competição por luz, água e nutrientes, sendo que a variabilidade dos DAP (diâmetro a altura do peito) aumenta com a idade. É também comum nos povoamentos dessas espécies ocorrerem variações periódicas na taxa de mortalidade, intercalando fases de estagnação com fase de crescimento.

Em 1993, Reineke propôs que a relação entre o logaritmo do número de árvores por hectare e o logaritmo do diâmetro médio quadrático das árvores resultasse numa linha reta.

Ele também descobriu que o declive dessa reta poderia ser usado para definir os limites do estoque máximo ou o momento em que ocorre o autodesbaste (SPURR, 1952).

O estudo das relações entre a densidade populacional e o tamanho das árvores, expresso como rendimento, propiciou a YODA et alii (1963) a formulação da lei da Potência - 3/2 de Autodesbaste (ZEIDE, 1987).

A lei da potência do -3/2 relaciona o tamanho das árvores com a densidade populacional, quando o processo de autodesbaste está ocorrendo, de tal forma que,

* Eng. Florestal – CIA SUZANO DE PAPEL E CELULOSE – R. José Correia Gonçalves, 57 – 3.and. – 08675-130 – Suzano, SP.

** Professor Assistente – DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS – ESALQ/USP – Caixa Postal 9 – 13400-970 – Piracicaba, SP.

$$W = KN^{-3/2},$$

onde, **W** é o tamanho médio das árvores, expresso em massa, volume altura, área basal, DAP etc.; **N** é a densidade populacional expressa em número de plantas por hectare e **K** é uma constante considerada como uma medida da taxa na qual a massa de tecido requerida para sustentar uma área de copa estabelecida varia com as dimensões do dossel (YODA et alii, 1963).

A utilidade dessa relação para a área florestal é ressaltada por AVERY & BORKHART (1983) que propõem o uso do índice de densidade populacional (IDP) como substituto da área basal ou outra medida de densidade populacional nos modelos de crescimento e produção florestal.

Esse índice representa o número de árvores por hectare que se deve plantar para que as árvores do povoamento atinjam um determinado DAP médio quadrático, numa idade de corte pré-estabelecida, antes de atingir o autodesbaste.

Este trabalho tem por objetivo a utilização dessa lei para definir o espaçamento de plantio e desbrota em 3 sítios diferentes e duas rotações, para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* plantados no Estado de São Paulo.

METODOLOGIA

Os dados utilizados foram obtidos no banco de dados do Sistema de Inventário Florestal da Cia. Suzano de Papel e Celulose. As espécies utilizadas foram o *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* plantados em regiões distintas do Estado de São Paulo (Vale do Paraíba, Regiões de Botucatu e Itapetininga).

Do banco de dados foram selecionados talhões com idades variando de 6,5 e 8,5 anos, época de corte utilizada para povoamentos destas espécies nas regiões de estudo.

Para estimar o valor de **K**, no modelo $W = KN^{-3/2}$, onde **W** = tamanho médio das árvores (no caso específico o MDAPq, ou diâmetro médio quadrático) e **N** é o número de árvores por hectare, foi utilizado o comando RESTRICT no PROC REG do sistema SAS.

O modelo testado, segundo CLUTTER et alii (1983), foi:

$$\ln N = \ln K - 1,5 \ln (\text{MDAPq}),$$

onde:

ln = logaritmo neperiano.

Com os valores estimados pode-se determinar o número de árvores por hectare para cada valor de MDAPq e obter o espaçamento recomendado para cada situação.

Pode-se também determinar o volume produzido por hectare a partir da relação entre a área basal do povoamento (ARBASHA) e o diâmetro médio quadrático (MDAPq) e o volume em estéreo com casca por hectare (VEMPCCHA). Para tanto foram gerados modelos através do procedimento passo-a-passo (STEPWISE) do SAS, validados através dos procedimentos normais da análise de resíduo. Estudou-se também a relação entre o MDAPq e a idade através de modelos de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos 801 talhões utilizados no estudo, para cada classe de índice de sítio, definidos como alto (A), médio (M) e baixo (B), para cada rotação, são apresentados na **Tabela 1**.

TABELA 1 – Valores dos limites das classes de índice de sítio, das idades médias das classes e do número de talhões utilizados, por rotação, para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*.

Classe de Índice de Sítio	Índice de Sítio* (m)	Rotação	Idade Média (anos)	Número de Talhões
A	> 28	1	7.03	53
M	23 a 28	1	7.14	103
B	< 23	1	7.56	45
A	> 27	2	7.25	143
M	22 a 27	2	7.23	320
B	< 22	2	7.34	137

* = altura média das árvores dominantes (m).

Os valores do parâmetro **InK** para os diversos sítios e rotações são apresentados na **Tabela 2**. Nota-se a pouca variação de **InK**, havendo uma tendência em diminuir à medida em que o sítio piora e serem superiores para a segunda rotação. O teste **t** mostrou alta significância para o teste de hipótese em que **InK = 0**.

TABELA 2 – Valor do parâmetro **InK** e respectivo erro padrão e valor de probabilidade do teste **t**, para cada classe de índice de sítio e rotação.

Classe de Índice de Sítio	Rotação	InK	Erro padrão de K	Probabilidade do teste t
A	1	11,44	0.0148	0.0001
M	1	11,29	0.0114	0.0001
B	1	11,12	0.0187	0.0001
A	2	11,51	0.1013	0.0001
M	2	11,37	0.0097	0.0001
B	2	11,07	0.0207	0.0001

Os valores de **K** varia de 92967 para o sítio de alta produtividade na 1ª rotação, para 80017 para média produtividade e 67507 para baixa produtividade. Para 2ª rotação o valor é de 99708 para o sítio de alta produtividade, de 86682 para média produtividade e 64215 para baixa produtividade. Uma vez estimado o MDAPq e respectivo número de árvores por hectare, pode-se calcular a área basal por hectare. A estimativa do volume foi realizada através de modelos matemáticos que relacionam MDAPq e área basal (ARBASHA) com o volume empilhado com casca (VEMPCCHA). Estudaram-se modelos através do procedimento passo-a-passo (**STEPWISE**), validando-os conforme a análise de resíduos. Os modelos selecionados para cada classe de índice de sítio e rotação são apresentados na **Tabela 3**.

TABELA 3 – Modelos selecionados para estimar volume, em função do MDAPq e área basal, e os respectivos parâmetros, coeficientes de determinação e significância do teste F.

Classe de Índice de Sítio	Rotação	Variável Dependente	Modelo Empregado	R2	Prob F
A > 28 m	1	VEMPCCHA	- 1092,589 + 345,52 LARBASHA + 24,05 MDAPq	0.873	0.0001
A > 27 m	2	VEMPCCHA	- 412,012 + 14,42 ARBASHA + 156,99 LMDAPq	0.823	0.0001
M 23 – 28 m	1	LVEMPCCHA	4,639 + 0,05 ARBASHA + 2,97 IMDAPq	0.725	0.0001
M 22 – 27 m	2	LVEMPCCHA	5,551 – 25,69 IARBASHA + 0,47 LMDAPq	0.828	0.0001
B 22 m <	1	LVEMPCCHA	6,964 – 31,90 IARBASHA	0.828	0.0001
B 22 m <	2	VEMPCCHA	-186,19 + 10,37 ARBASHA + 69,62 LMDAPq	0.929	0.0001

Obs.: **VEMPCCHA** = Volume de madeira empilhado para celulose com casca por ha (stcc/ha)

LVEMPCCHA = Logarítmo Neperiano de VEMPCCHA

ARBASHA = Área basal por ha (m²/ha)

LARBASHA = logaritmo Neperiano de ARBASHA

IARBASHA = 1 / ARBASHA

MDAPq = Diâmetro médio quadrático (cm)

LMDAPq = Logaritmo Neperiano de MDAPq

IMDAPq = 1 / MDAPq

R2 = Coeficiente de determinação

Prob F = Probabilidade do valor de F

A relação entre a idade e os MDAPq para cada classe de índice de sítio e rotação é apresentada na **Tabela 4**.

Os modelos que mostraram o melhor ajuste foram os lineares simples sem a intersecção. Estes modelos foram usados para estimar a idade de corte para as diversas classes de MDAPq e para o cálculo do incremento médio anual.

A **Figura 1** mostra que, aumentando o MDAPq pretendido, se deve aumentar o espaçamento em todas as situações.

A **Figura 2** mostra que o aumento do espaçamento médio entre plantas deverá aumentar a idade de corte da floresta.

Tabela – Modelos de regressão sem a intersecção, relacionando idade (variável independente) com o MDAP1.

Classe de Índice de Sítio	Rotação	Parâmetro da Variável Idade	R2	Prob F
A	1	1.834	0.873	0.0001
A	2	1.531	0.823	0.0001
M	1	1.708	0.725	0.0001
M	2	1.500	0.828	0.0001
B	1	1.504	0.828	0.0001
B	2	1.370	0.929	0.0001

R2 = Coeficiente de determinação

Prob F = Probabilidade da ocorrência do valor de F.

FIGURA 1 – Variação do MDAPq e espaçamento por classe de índice de sítio e rotação.

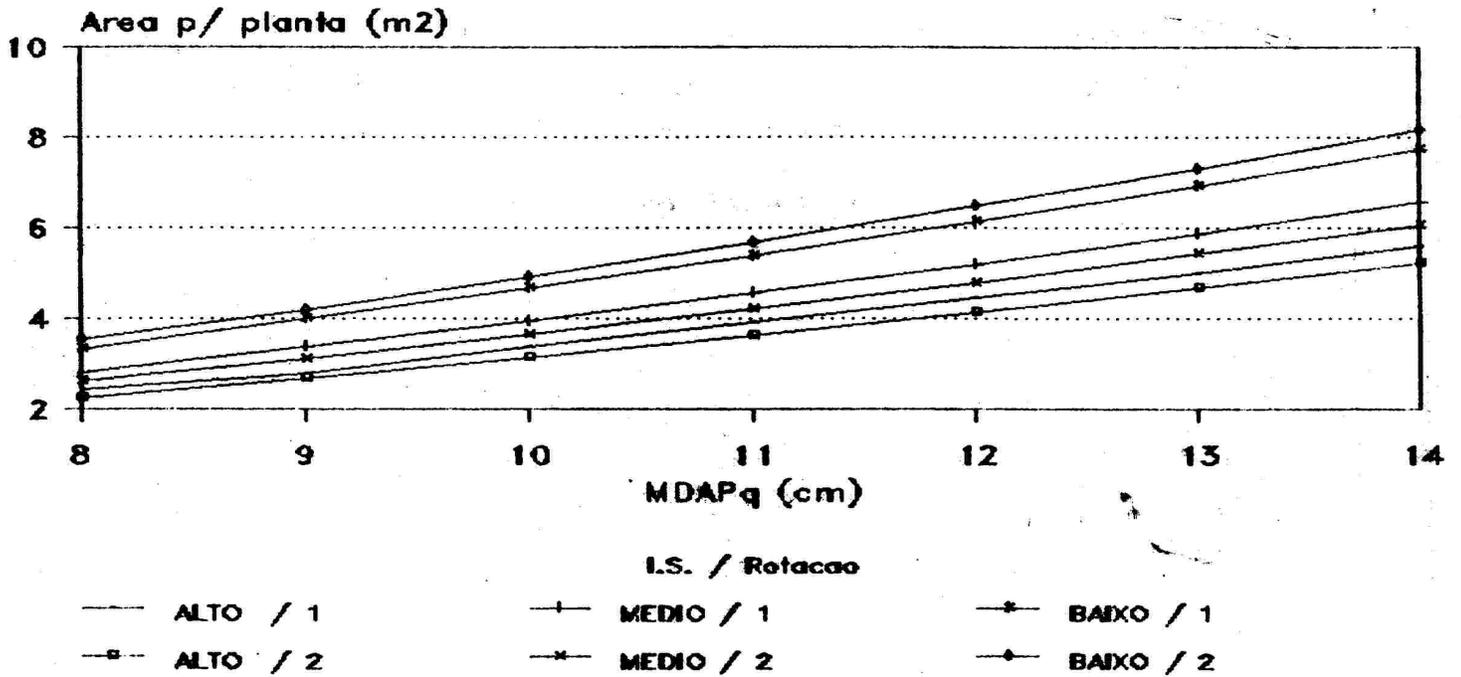
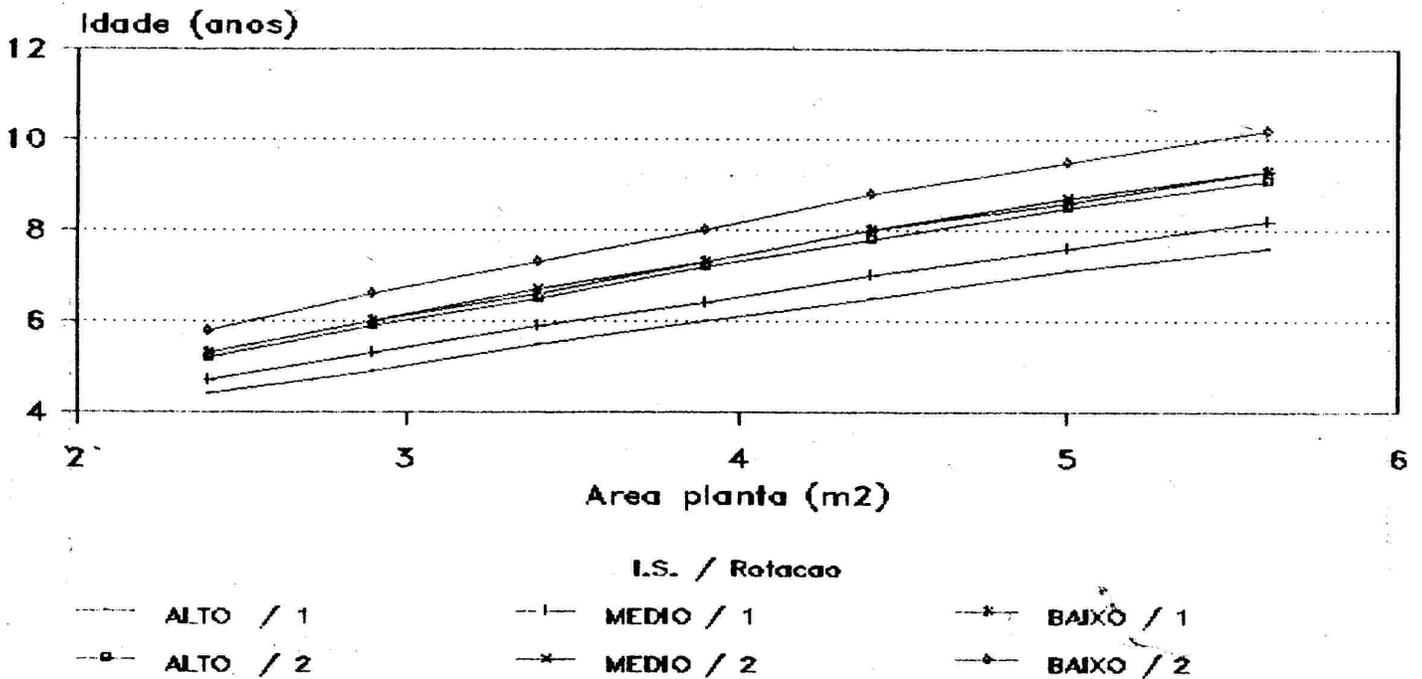


FIGURA 2 - Variação do espaçamento e idade por classe de índice e rotação.



CONCLUSÃO

- a. Para Sítios de alta produtividade, os espaçamentos podem ser menores que para os sítios de baixa produtividade, mostrando que quanto maior a disponibilidade de recursos maior a lotação de árvores por unidade de área;
- b. Com o aumento do espaçamento médio por planta, aumenta a idade de corte;
- c. Para se obter árvores de maior tamanho, deve-se utilizar espaçamento mais aberto;
- d. nos melhores sítios a idade de corte é inferior aos sítios mais pobres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVERY, T.E. & BURKHART, H.E. – **Forest measurements**. 3. ed. New York, MacGraw-Hill, 1983. 351p.

CLUTTER, J.L. et alii – **Timber management**: a quantitative approach. New York, John Wiley, 1983. 33p.

PEET, R.K. & CHRISTENSEN, N.L. – Composition and tree death. **BioScience**, Washington, 37: 586-95, 1987.

SPURR, S.H. – **Forest inventory**. New York, Ronald Press, 1952. 476p.

YODA, K. et alii – Intraspecific competition among higher plants: 2 – self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. **Journal of biology**, Osaka, 14: 107-29, 1963.

ZEIDE, B. – Analysis of the $3/2$ power-law of self-thinning. **Forest Science**, Madison, 33: 517-37, 1987.

Circular Técnica IPEF (ISSN 0100-3453) é uma publicação bimestral do IPEF – **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**. Divulga conhecimentos técnicos e práticos referentes ao setor florestal, de uma maneira informal. (tiragem de 1.400 exemplares)

Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

Conselho de Administração

Presidente – Arnaldo Salmeron – RIPASA
Vice-Presidente – Admir Lopes Mora – FLORIN/CELPVAV
Rubens Cristiano Damas Garlipp – BAHIA SUL
Manoel de Freitas – CHAMPION
Vagner Pereira Pinto – CENIBRA
Jorge Vieira Gonzaga – RIOCELL
José Carlos Macedo Ferreira – SUZANO
Mário Santana Júnior – INPACEL
João Walter Simões – ESALQ/LCF

Conselho Técnico-Científico

Mário Ferreira – ESALQ/LCF
José Otávio Brito – ESALQ/LCF
Fábio Poggiani – ESALQ/LCF
Admir Lopes Mora – FLORIN/CELPVAV
Jorge Vieira Gonzaga – RIOCELL
Rubens Cristiano Damas Garlipp – BAHIA SUL

Conselho Fiscal

Francisco Bertolani – DURAFLOA
Raul Mário Speltz – KLABIN
Manoel Carlos Ferreira – EUCATEX

Gerência Executiva

Gerente Executivo – Walter Suiter Filho – IPEF
Assistente – Carlos Henrique Garcia – IPEF

Comissão Editorial

Editor – Walter de Paula Lima – ESALQ/LCF
Assistente – Marialice Metzker Poggiani – IPEF

Endereço para Correspondência

IPEF/CTI – Central Técnica de Informações
Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal, 530
13400-970 – Piracicaba, SP – BRASIL
FONE (0194) 33-4124
FAX (0194) 33-6081
TELEX 197881 IPEF BR