

REGULAÇÃO DA DENSIDADE DE POPULAÇÕES EQUIÂNEAS PURAS

PROF. DR. PAULO RENATO SCHNEIDER

Departamento de Ciências Florestais

Universidade Federal de Santa Maria – RS – Brasil

paulors@smail.ufsm.br

CONTEÚDO

- **DESENVOLVIMENTO DO INVESTIMENTO**
- **OBJETIVOS DA REGULAÇÃO DA DENSIDADE**
 - **CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS**
 - **REGULAÇÃO DA DENSIDADE**
- **FUNDAMENTO E APLICAÇÃO DE DMD**
 - **RESULTADOS ATUAIS DE PESQUISAS**

DESENVOLVIMENTO DE UM INVESTIMENTO FLORESTAL



GERENCIAMENTO DA DENSIDADE POPULACIONAL

PLANTIO

TIPO DE SOLO

PREPARAÇÃO DO SÍTIO

TIPO E FORMA DE RELEVO

MATERIAL GENÉTICO

CONDUÇÃO

LIBERAÇÃO/DESRAMA

TSI – Timber Silvicultural Improvement

DESBASTE

PORQUE DA COMPETIÇÃO ?

PROXIMIDADE ESPACIAL OU TEMPORAL DE INDIVÍDUOS

FATORES ESSENCIAIS INSUFICIENTES:

- LUMINOSIDADE
 - ÁGUA
 - NUTRIENTES
- } FOTOSÍNTESE

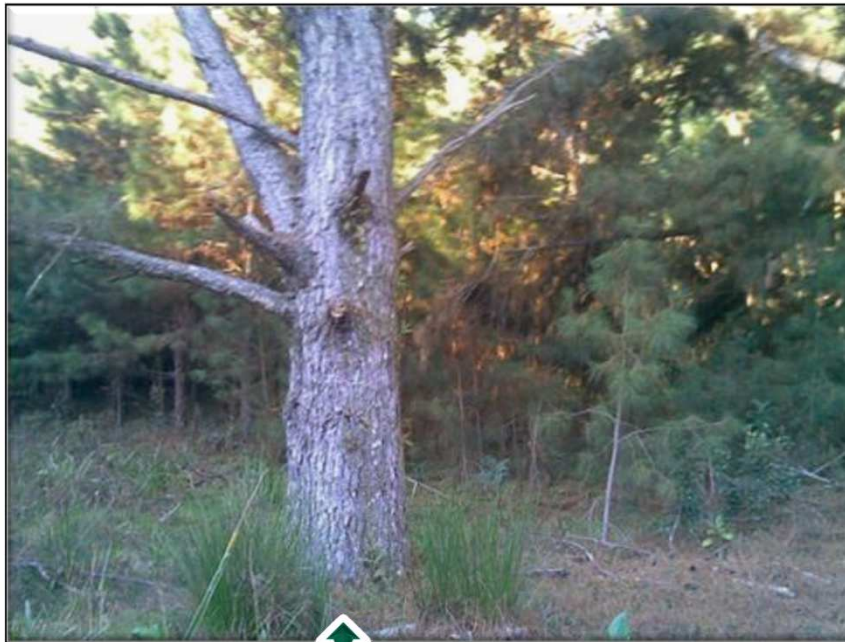
CONSEQUÊNCIAS:

- CRESCIMENTO E PRODUÇÃO
- FORMA DE TRONCO
- REPRODUÇÃO... SUCESSÃO ...
- REGENERAÇÃO



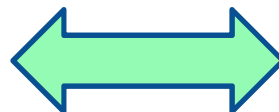
EFEITO DA COMPETIÇÃO NO CRESCIMENTO

ÁRVORE LIVRE / SEM CONCORRÊNCIA



LIVRE DE
COMPETIÇÃO

SEM COMPETIÇÃO/
SEM AUTODESBASTE



EFEITO DO ESPAÇAMENTO INICIAL NA IDADE DE COMPETIÇÃO, SEM DESBASTE

ESPAÇAMENTO 1,5 X 2,0 m

ESPAÇAMENTO: 2,5 x 3,0 m



5 anos

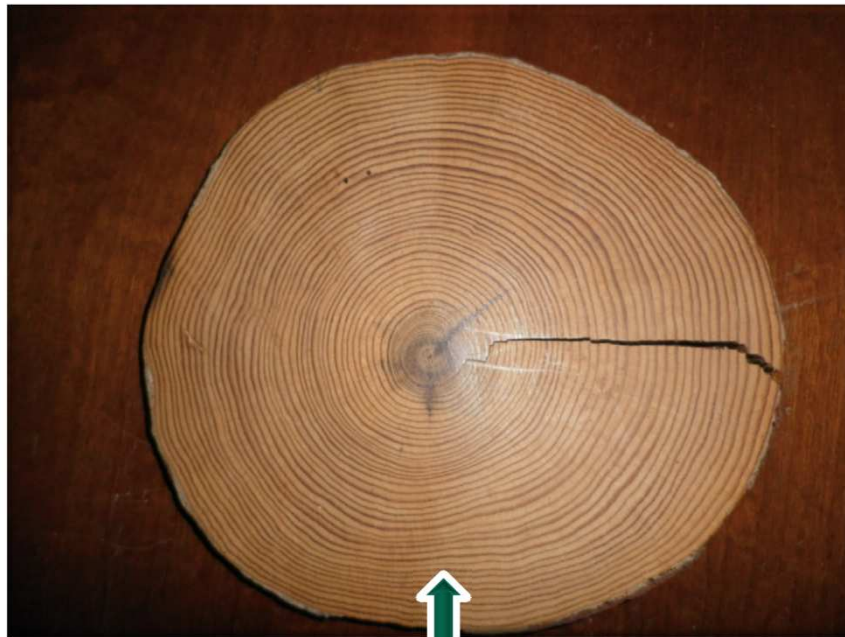


10 anos

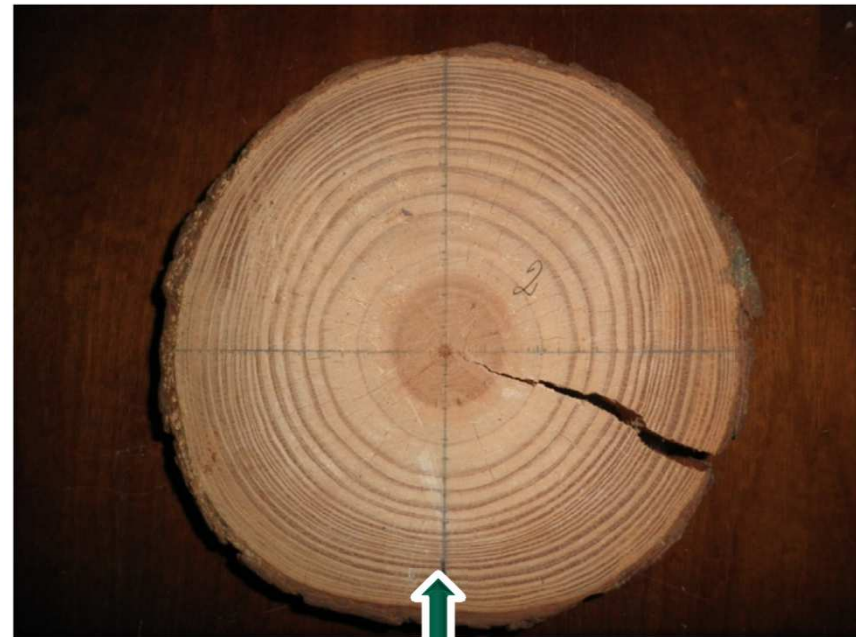
QUALIDADE DA MADEIRA

FINLÂNDIA: PINUS SILVESTRIS
ALTA DENSIDADE POPULACIONAL

BRASIL/RS: PINUS TAEDA
BAIXA DENSIDADE POPULACIONAL

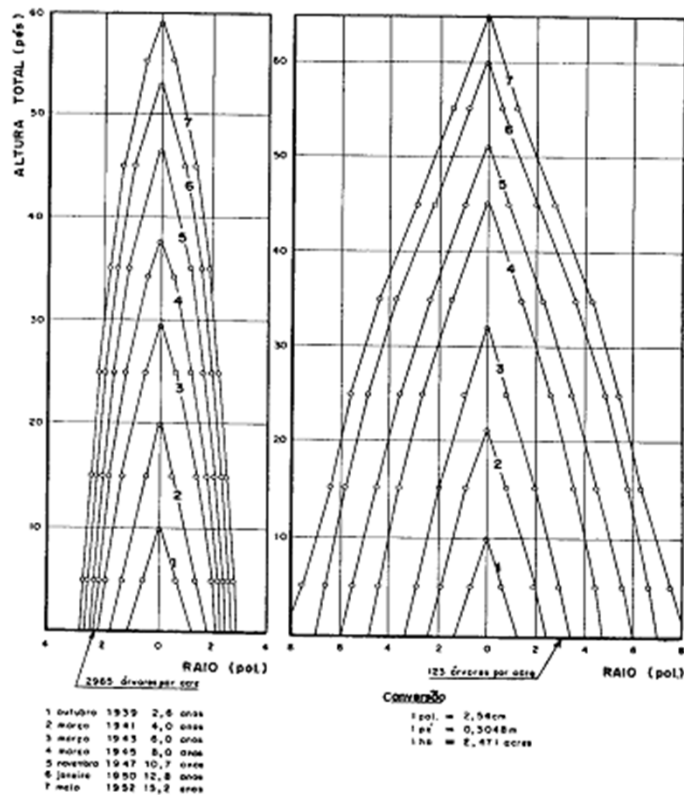


Largura Anéis
homogênia



Largura Anéis
heterogênia

O QUE SE QUER COMO PRODUTO FINAL ?



EFEITOS DA COMPETIÇÃO

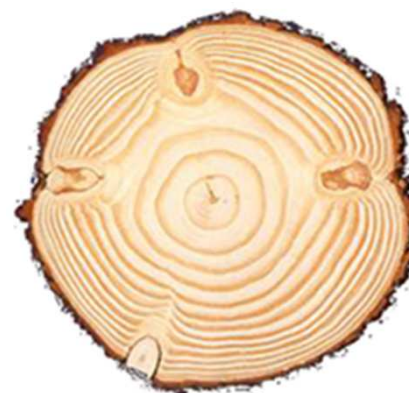
estreitos < ANEIS > largos
 menor < DIÂMETRO MÉDIO > maior
 maior < QUALIDADE DA MADEIRA > menor
 maior < PRODUÇÃO > menor

LARGURA DOS ANEIS:

- NÚMERO DE ANÉIS POR POLEGADA
- MAIOR DENSIDADE DA MADEIRA
- MAIOR RESISTÊNCIA A FLEXÃO

QUALIDADE DA MADEIRA:

- DESRAMA ADEQUADA
- MADEIRA CLEAR



Madeira Não-Desramada



Madeira Desramada

DINÂMICA DA EXCLUSÃO DE ÁRVORES

- **ÁRVORES DOMINANTES NO SÍTIO**
- **REDUÇÃO DA COPA**
- **AMPLITUDE DIAMÉTRICA**
- **POUCA LUMINOSIDADE NO SOLO**
- **POUCA VEGETAÇÃO RASTEIRA**
- **AUTODESBASTE**



MANEJO DA COMPETIÇÃO

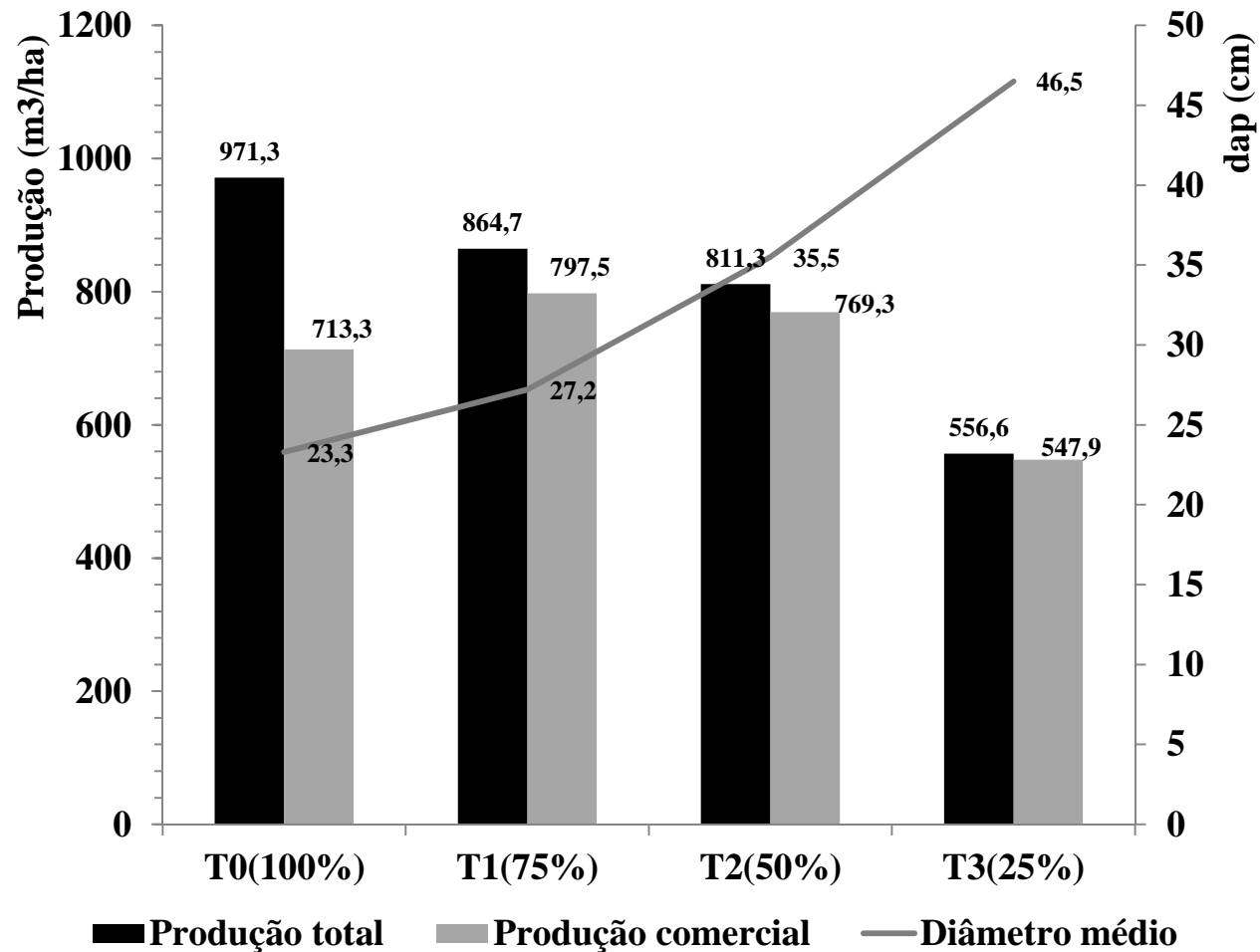
INTERVENÇÃO SILVICULTURAL:

- ALTERAR A COMPETIÇÃO
- REDUZIR A DENSIDADE/
DESBASTE
- CONCENTRAR O
CRESCIMENTO SOBRE
INDIVÍDUOS DESEJADOS
- MAS, MINIMIZAR AS PERDAS DE
PRODUÇÃO



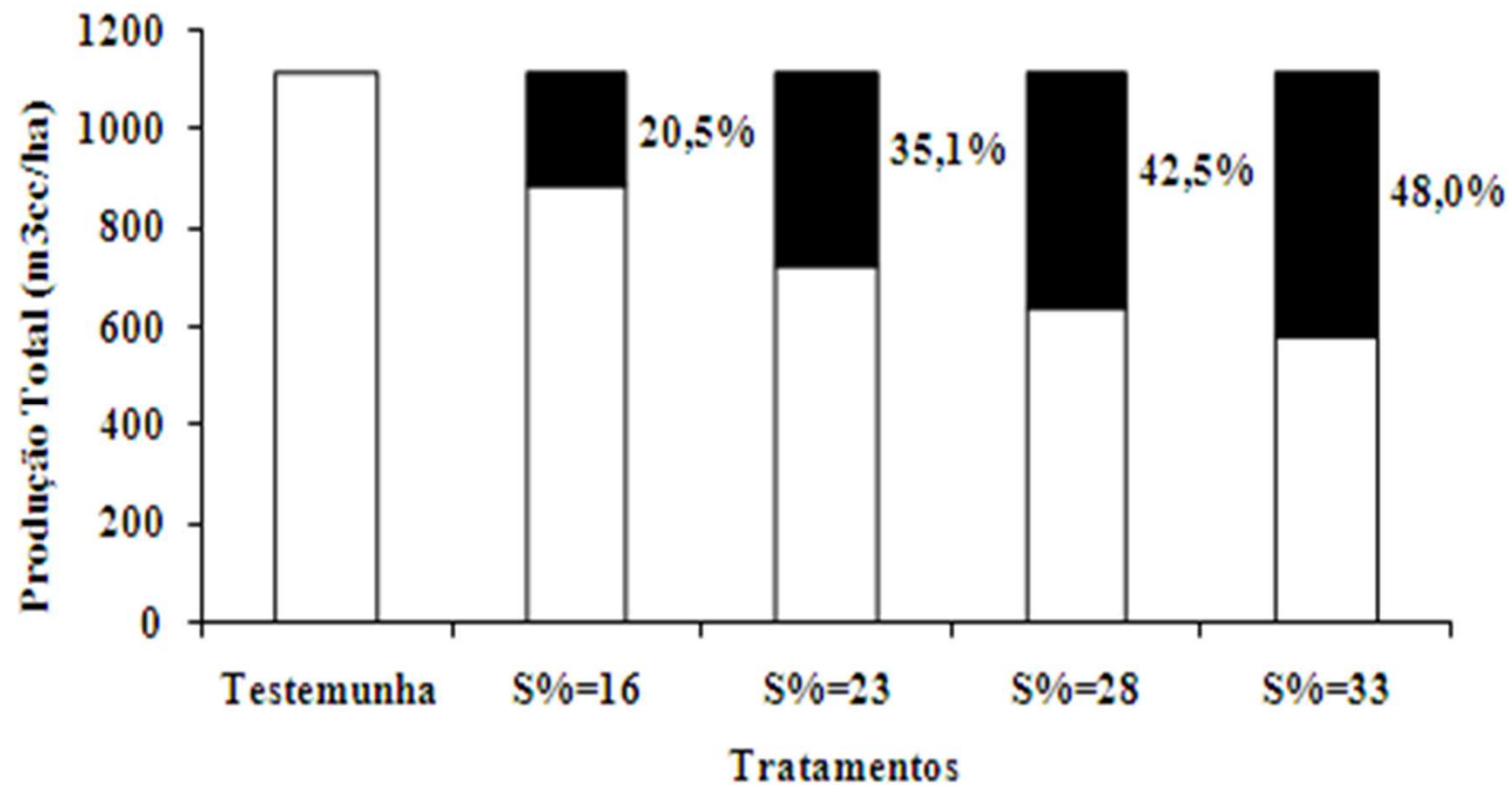
EFEITO DA DENSIDADE NA PRODUÇÃO TOTAL

PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA, DESBASTES COM MANUTENÇÃO DA ÁREA BASAL MÁXIMA,
Pinus elliottii, AOS 22 ANOS



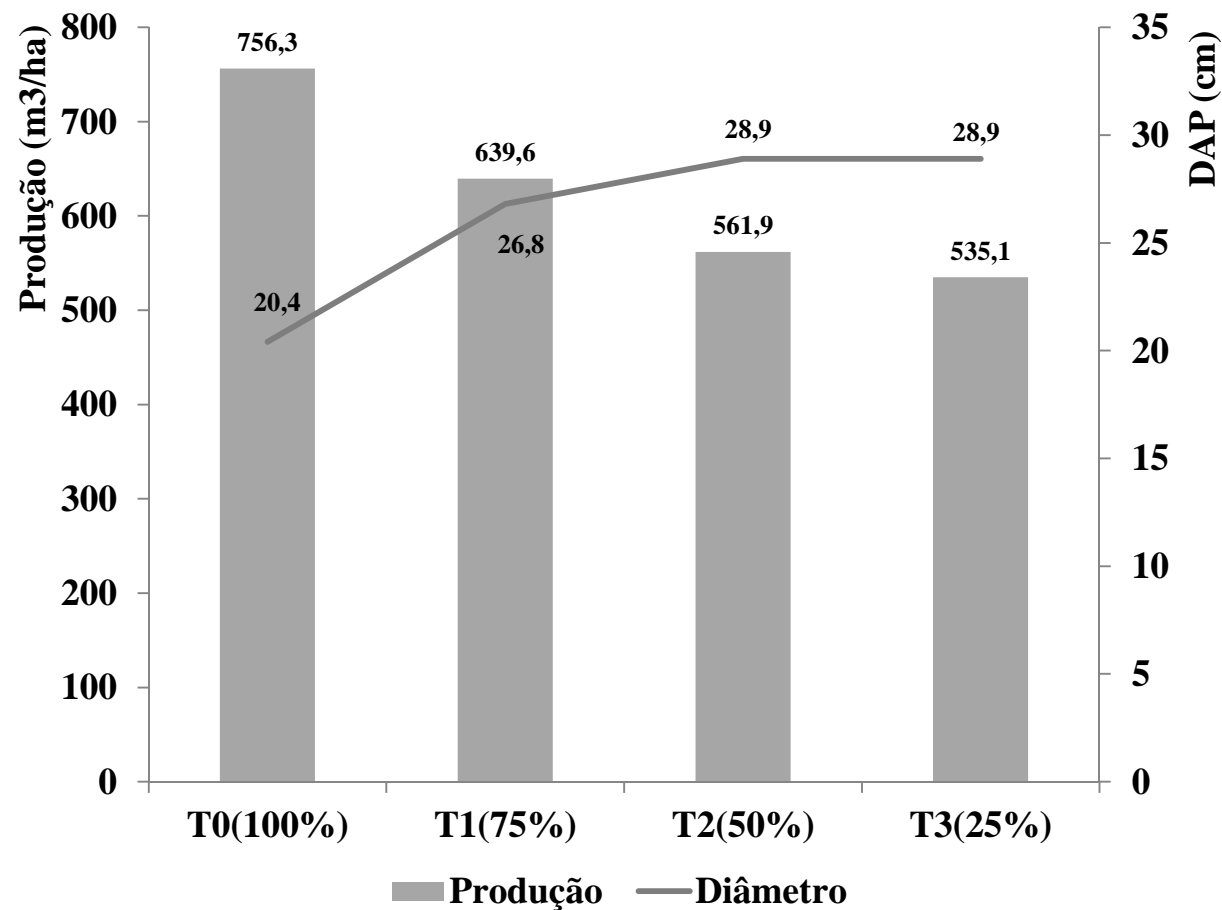
EFEITO DA DENSIDADE NA PRODUÇÃO TOTAL

PRODUÇÃO TOTAL E DIÂMETRO MÉDIO, COM TRÊS DESBASTES, *Eucalyptus saligna*, AOS 14 ANOS



EFEITO DA DENSIDADE NA PRODUÇÃO TOTAL

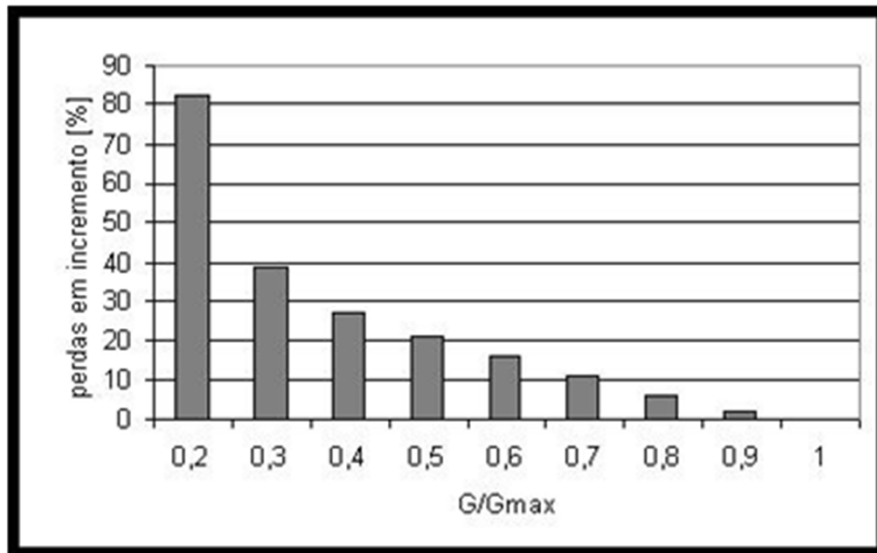
PRODUÇÃO TOTAL DA TESTEMUNHA(T1), MANUTENÇÃO DE 60%(T2), 50%(T3) E 40%(T4) DA ÁREA BASAL DA TESTEMUNHA E DIÂMETRO MÉDIO, *Eucalyptus grandis*, AOS 16 ANOS



REGULAÇÃO DA DENSIDADE POR DESBASTE: MÉTODO DA ÁREA BASAL MÁXIMA

PERDAS DE INCREMENTO VOLUME

PESO DO DESBASTE



- PERDAS DE INCREMENTO POTENCIAL = 16%
- REDUÇÃO DA ÁREA BASAL MÁXIMA DE 40 %

$$G_{desb} = G_{max} \cdot 0,4$$

$$G_{rem} = G_{real} - G_{desb}$$

Fonte: Glufke at al. (1997).

REGULAÇÃO DA DENSIDADE POR DESBASTE: MÉTODO DO INCREMENTO RELATIVO

PERDAS DE INCREMENTO VOLUME

- INCREMENTO PERIÓDICO PERCENTUAL

$$IP = 100. \left[1 - \left(\frac{do}{dsc} \right)^2 \right]$$

- INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL PERCENTUAL

$$IPA = \frac{IP}{n} \longrightarrow p$$

PESO DO DESBASTE

- CICLO DE DESBASTE

$$n = (\log VR - \log VP) / \log 1,0p$$

- PESO DO DESBASTE

$$Pd = [1 - (1 / 1,0p^n)] \cdot 100$$

- VOLUME DESBASTE

$$V_{desb} = VR \cdot Pd / 100$$

REGULAÇÃO DA DENSIDADE POR DESBASTE:

MÉTODO DO ESPAÇAMENTO RELATIVO

PERDAS NO INCREMENTO VOLUME

- PRODUÇÃO EM INCREMENTO MÁXIMO EM ÁREA BASAL :

S% = 21 % P. E.

S% = 23 % E. Sp.

- QUANDO S% < 16 % SEVERA COMPETIÇÃO, PERDE-SE 25 % DO INCREMENTO POTENCIAL.

- PRIMEIRO DESBASTE:
S% = 18 %

- **S' % DESEJADO:**

P.E.: $S' \% = \text{EXP}(2,855854 + 5,161713 \cdot 1/h_{100})$

E.G.: $S' \% = - 10,95540 + 0,09561 \cdot G_{\text{mant}} - 0,001951 \cdot G_{\text{mant}}^2 + 1,16672 \cdot h_{100}$

PESO DO DESBASTE

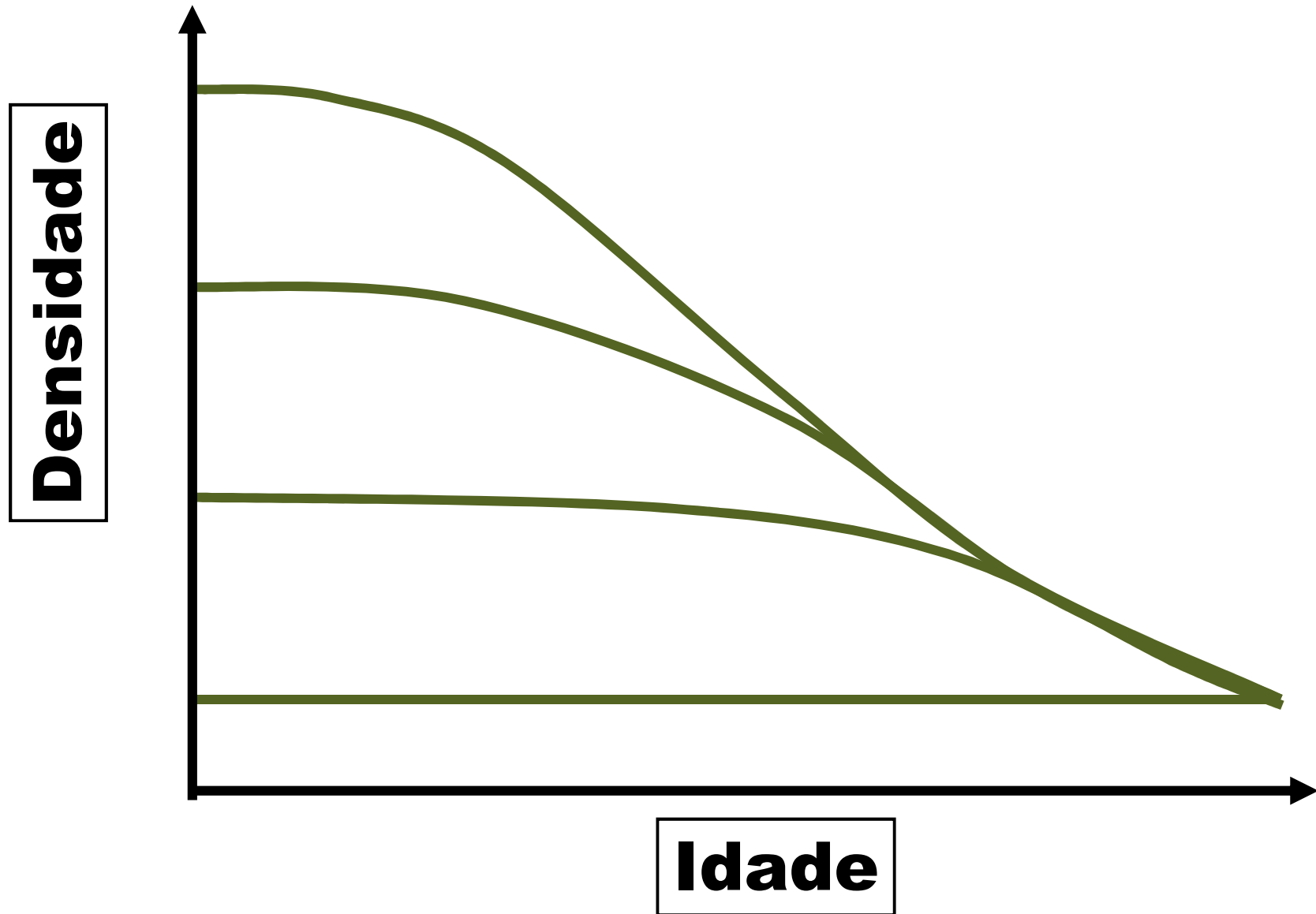
- **$\text{EMD} = S' \% \cdot h_{100} / 100$**
- **$N_p/\text{ha} = 10^4 / \{\text{EMD}^2 \cdot (\sqrt{3/2})\}$**
- **$N_d/\text{ha} = N_r/\text{ha} - N_p/\text{ha}$**
- **$P_d \% = N_d/\text{ha} \cdot 100 / N_r/\text{ha}$**

REGULAÇÃO DA DENSIDADE POR DESBASTE: **MÉTODO DO DIAGRAMA DE MANEJO DA DENSIDADE - DMD**

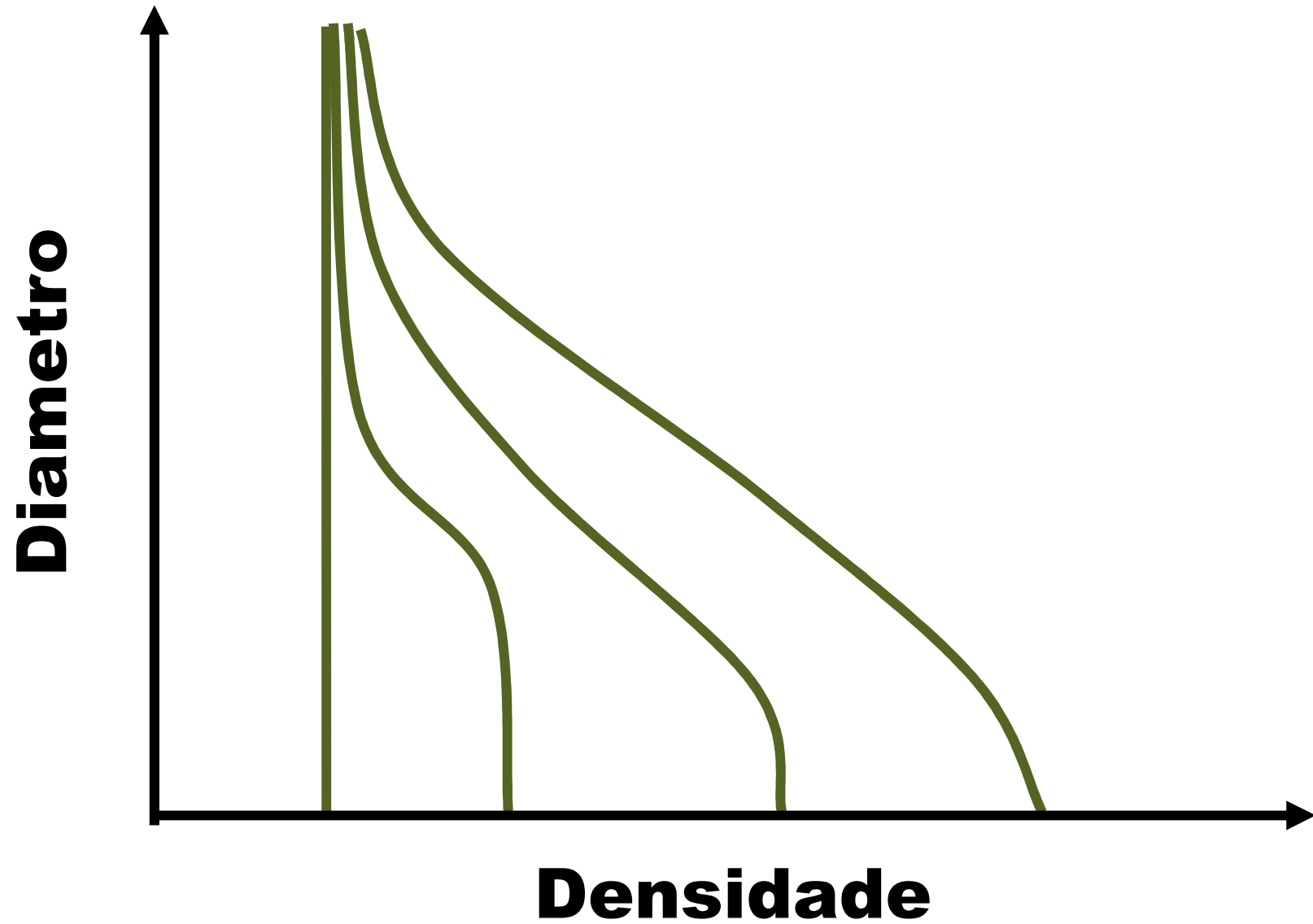
FUNDAMENTO  **AUTODESBASTE**

“... PARA QUALQUER DENSIDADE HÁ UM MÁXIMO DE BIOMASSA QUE UM INDIVÍDUO PODE ATINGIR, POR ISTO UM AUMENTO DE BIOMASSA INDIVIDUAL SÓ PODE SER ALCANÇADO A UMA DENSIDADE MAIS BAIXA, PARA ISTO INDIVÍDUOS SÃO ELIMINADOS NATURALMENTE ... ”

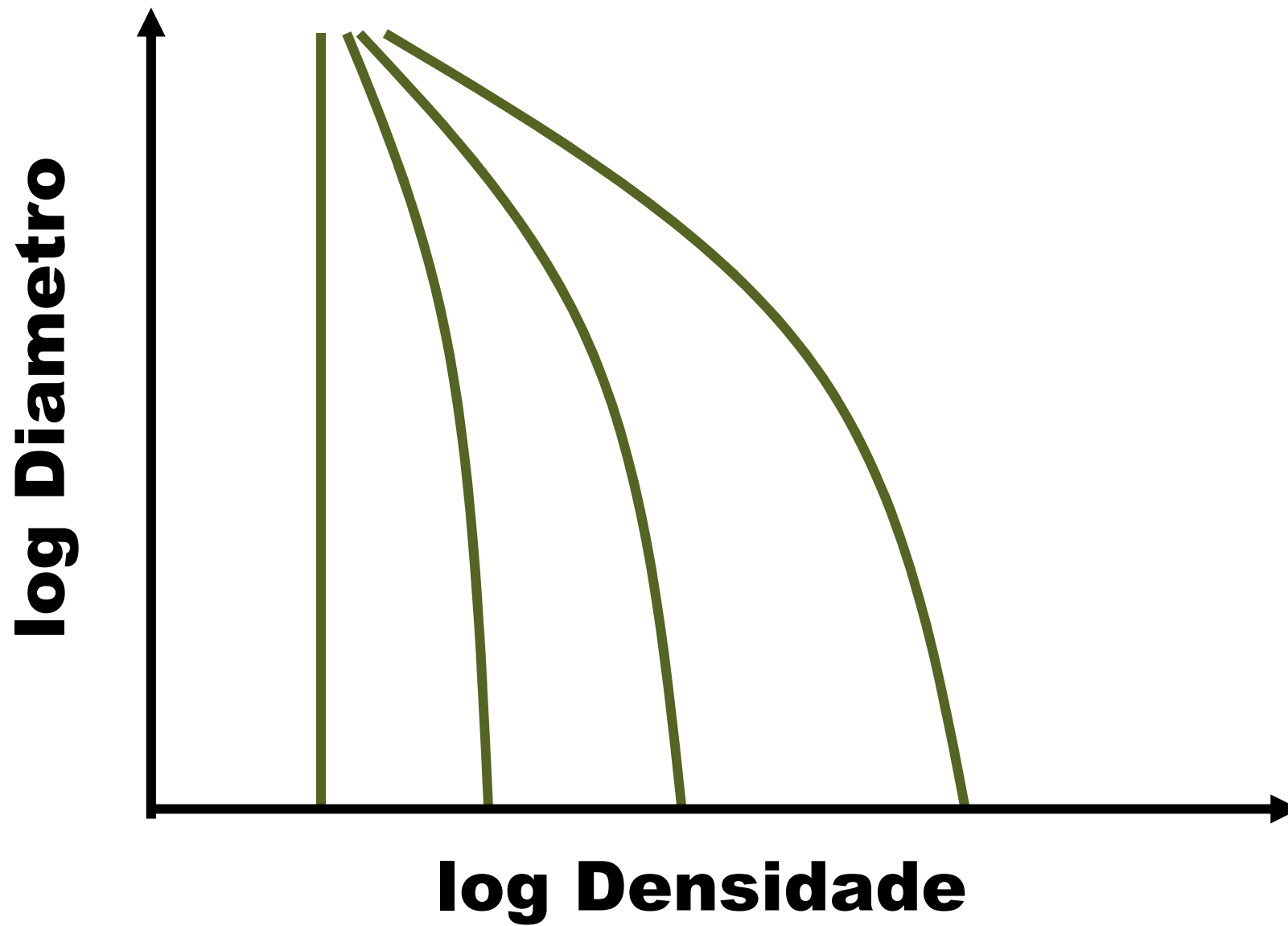
DINÂMICA DA DENSIDADE EM FUNÇÃO DA IDADE



DINÂMICA DO DIÂMETRO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE



DINÂMICA DA DENSIDADE E DIÂMETRO EM LOG



AUTODESBASTE EM POVOAMENTOS FLORESTAIS

- **ÍNDICE DE DENSIDADE DE REINEKE**
COEFICIENTE ANGULAR = -1,605 (REINEKE ,1933)
- **LEI DO AUTODESBASTE**
COEFICIENTE ANGULAR = -3/2 (YODA et al., 1963)

$$W = k.N^{-3/2}$$

- **MODELO DO AUTODESBASTE (TANG et al., 1994)**

MODELO DE AUTODESBASTE DE TANG

$$\ln N(t) = \ln S_f - \frac{1}{\gamma} \ln \left[\left(d(t) / d_o \right)^{\beta\gamma} + \delta \right]$$

SENDO, t A IDADE DO POVOAMENTO, N(t) A DENSIDADE DE ÁRVORES POR HECTARE NO TEMPO t, d(t) O DIÂMETRO MÉDIO DAS ÁRVORES NO TEMPO t (cm), S_f O ÍNDICE MÍNIMO DE DENSIDADE, d_o O DIÂMETRO BÁSICO PADRÃO (25 cm).

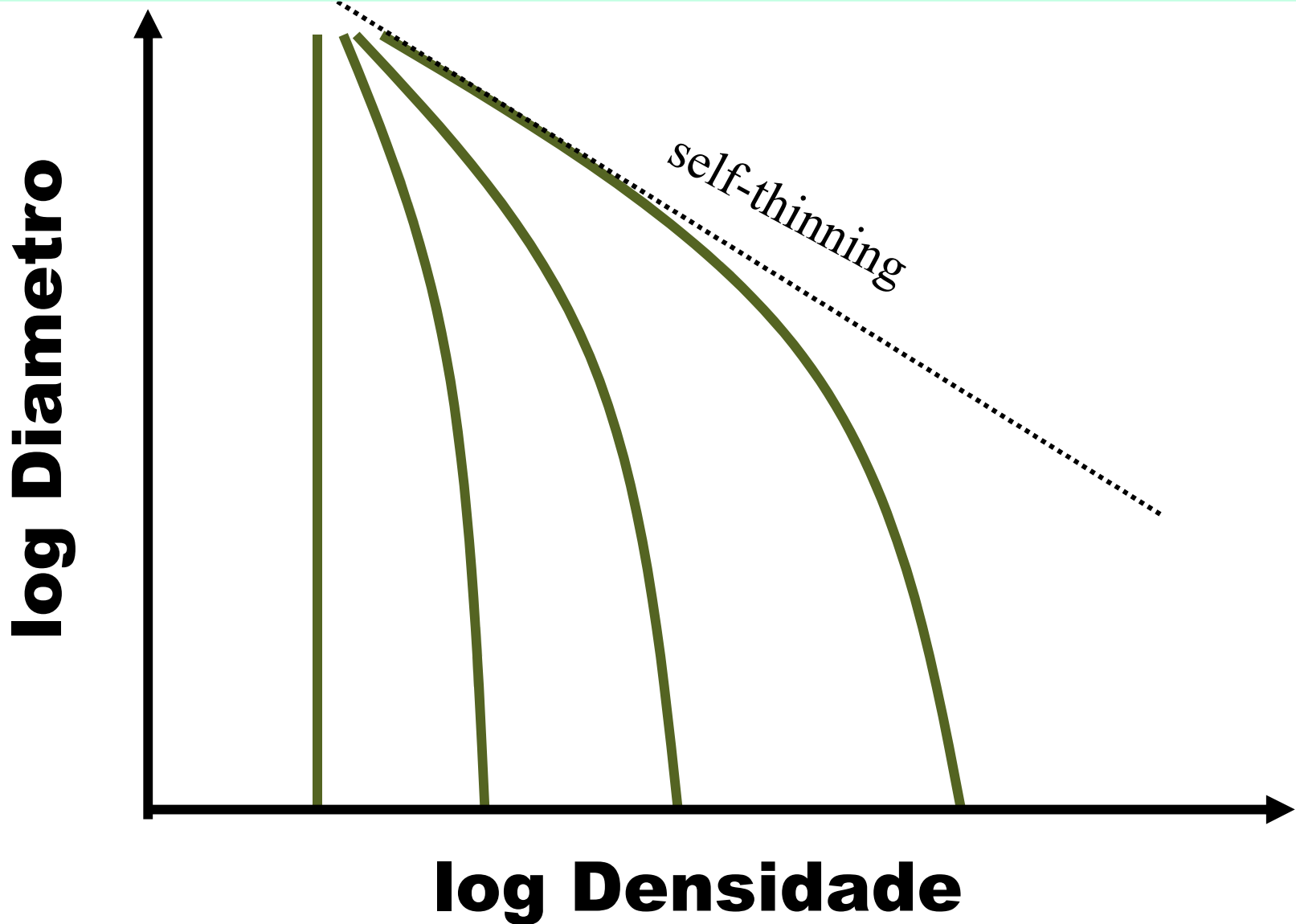
$$\delta = \left(S_f / N_1 \right)^\gamma - \left(d_1 / d_o \right)^{\beta\gamma}$$

ESSA CONSTANTE DEPENDENTE DOS VALORES INICIAIS DE DENSIDADE DO POVOAMENTO (N₁) E DIÂMETRO MÉDIO INICIAL (d₁)

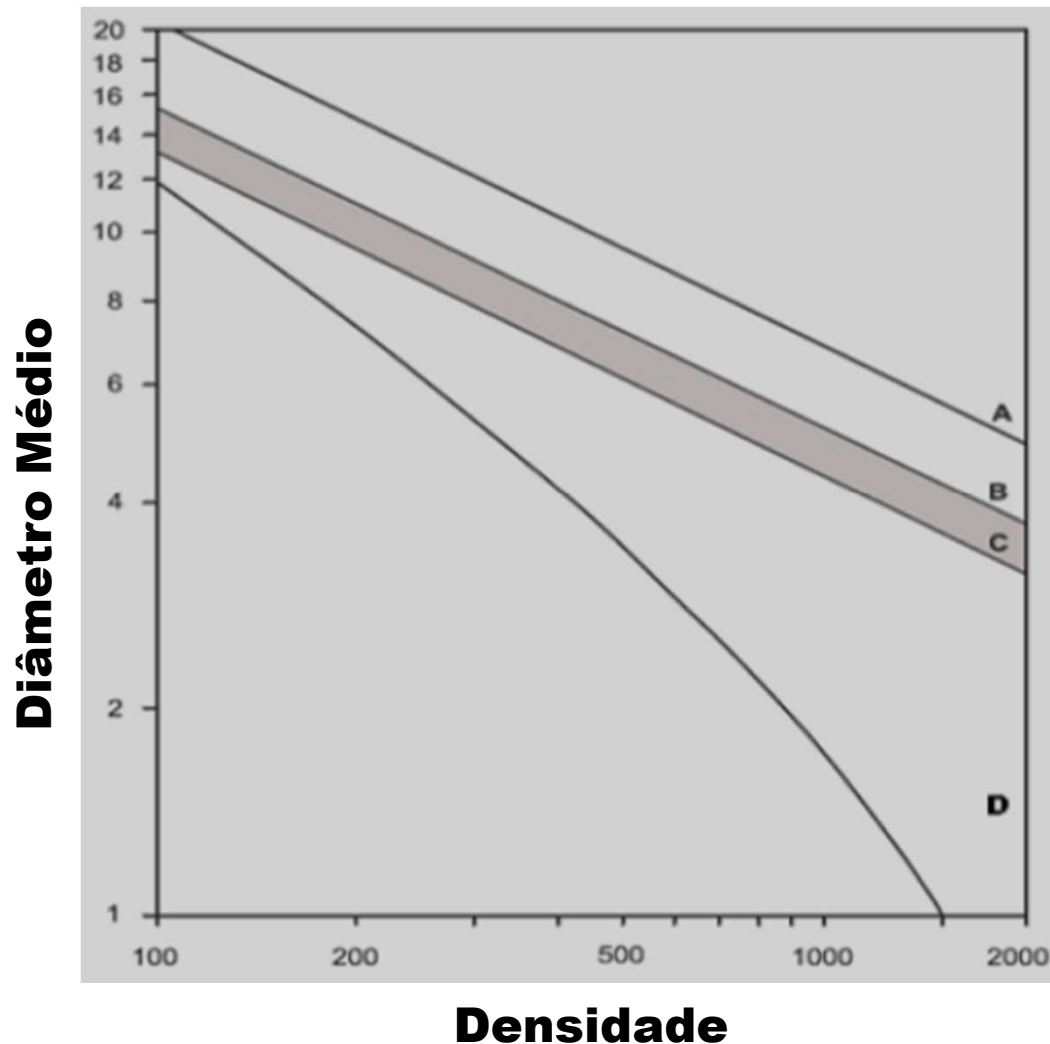
PRECISÃO DO MODELO DE TANG

Espaça. (m)	Parâmetros			R ²	↓	Bias	↓
	S_f	β	γ		S _{yx}		E
1,5 x 1,0	1378,3	1,9578	5,4411	0,9998	0,0595	0,0031	0,9997
2,5 x 1,0	1354,9	1,6886	16,5602	0,9998	0,0549	0,0028	0,9997
1,5 x 2,0	1213,0	1,7784	14,3297	0,9998	0,0495	0,0017	0,9999
→ 2,0 x 2,0	1406,8	1,3864	23,3919	0,9999	0,0274	0,0007	0,9999
1,5 x 3,0	1595,9	1,9100	4,5000	0,9999	0,0558	0,0007	0,9999
2,5 x 2,0	1352,8	1,2271	59,2456	0,9998	0,0423	0,0016	0,9998
2,0 x 3,0	1401,0	1,2000	54,7276	0,9999	0,0276	0,0015	0,9998
2,5 x 3,0	1159,9	1,7000	7,5600	0,9999	0,1014	0,0099	0,9998

**SELF-THINNING – AUTODESBASTE:
LINHAS DE DENSIDADE COM A LINHA DE MÁXIMA**



CONCORRÊNCIA E MANEJO DA DENSIDADE



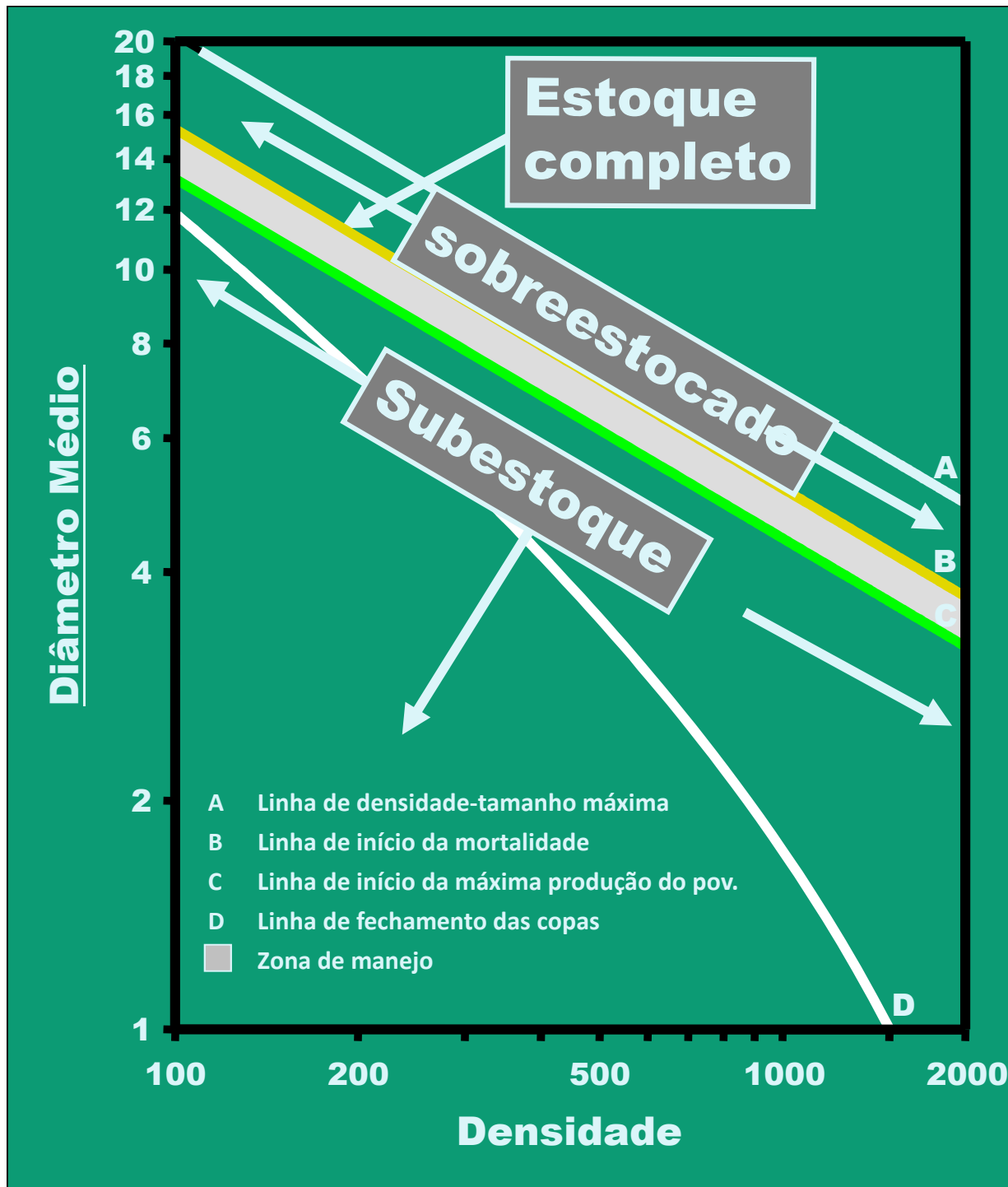
LINHA A máxima de densidade e diâmetro.

LINHA B e C densidades teóricas de 0,55 e 0,45 da linha A: indica a máxima produção sem mortalidade.

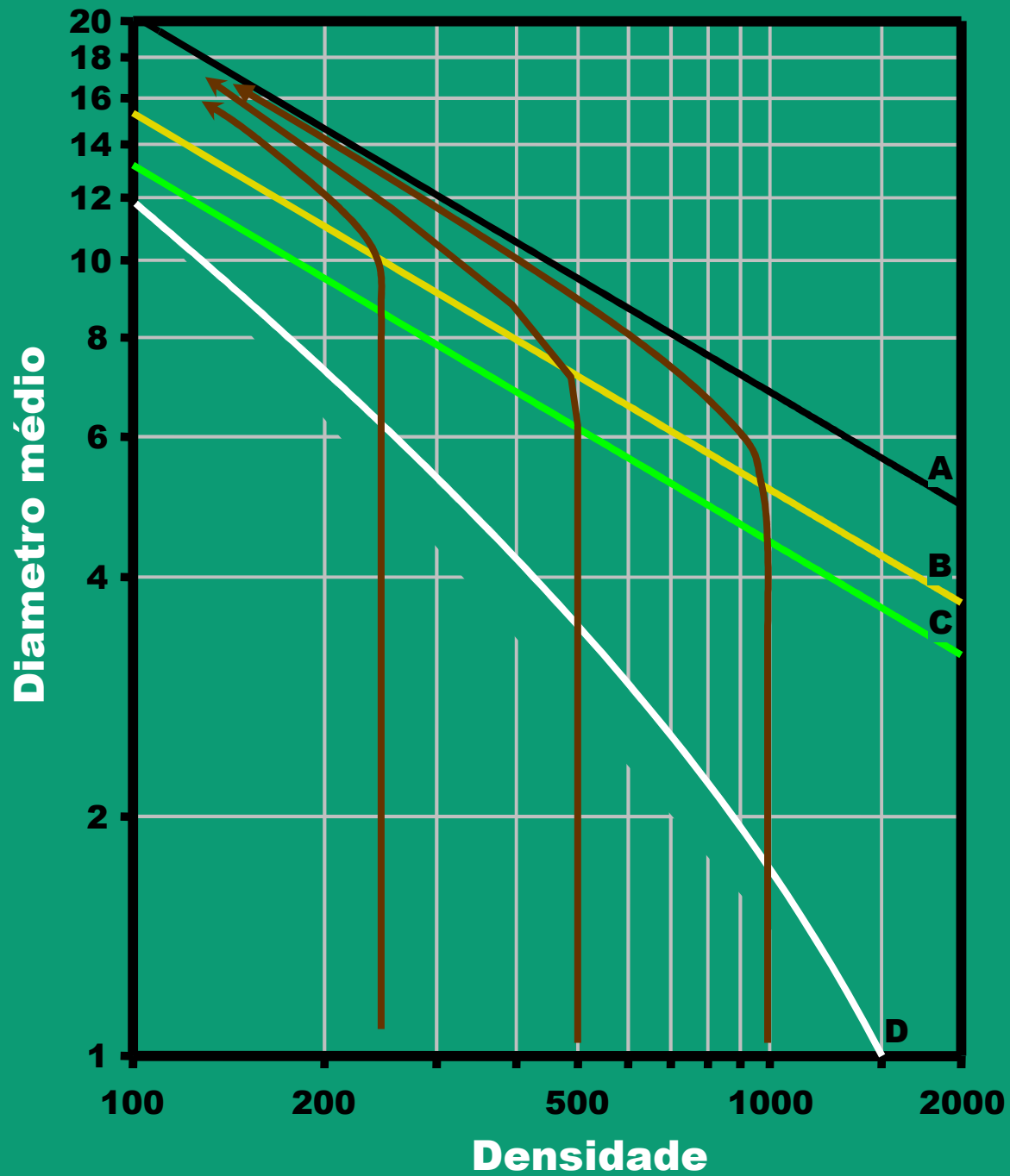
LINHA D densidade de 0,25 da máxima, indica o fechamento da copa das árvores.

Adaptado: Puettmann, K.; Saunders, M.
Department of Forest Resources, University
of Minnesota

DIAGRAMA DE MANEJO DA DENSIDADE - DMD: Interpretação



Adaptado: Puettmann, K.; Saunders, M.
Department of Forest Resources, University
of Minnesota



EXEMPLO 2:

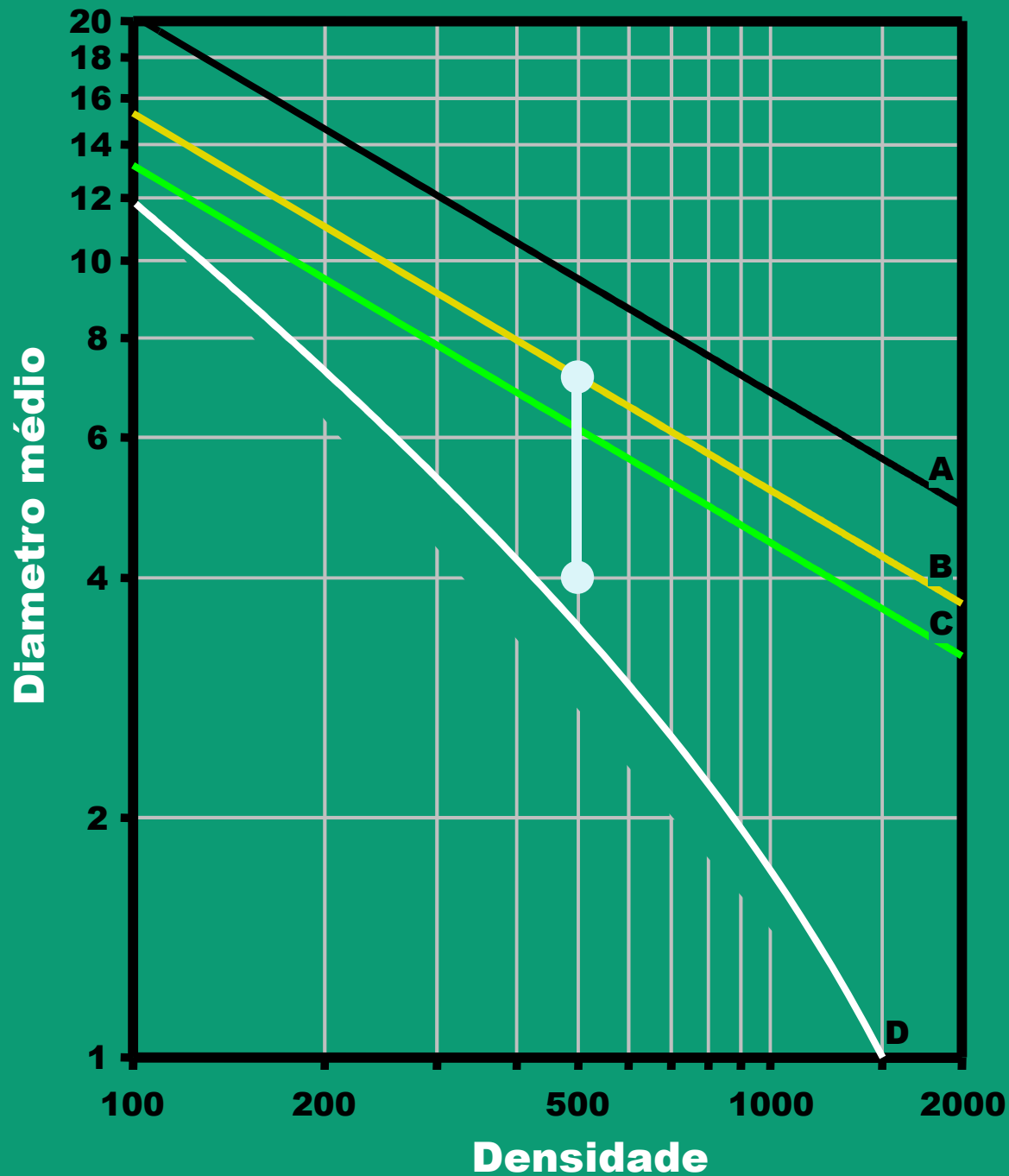
Trajetória de povoamento não gerenciado

Várias densidades

DIAGRAMA DE MANEJO DA DENSIDADE COMO FERRAMENTA DE ADMINISTRAÇÃO

EMPREGO DO DMD PARA A TOMADA DE DECISÃO:

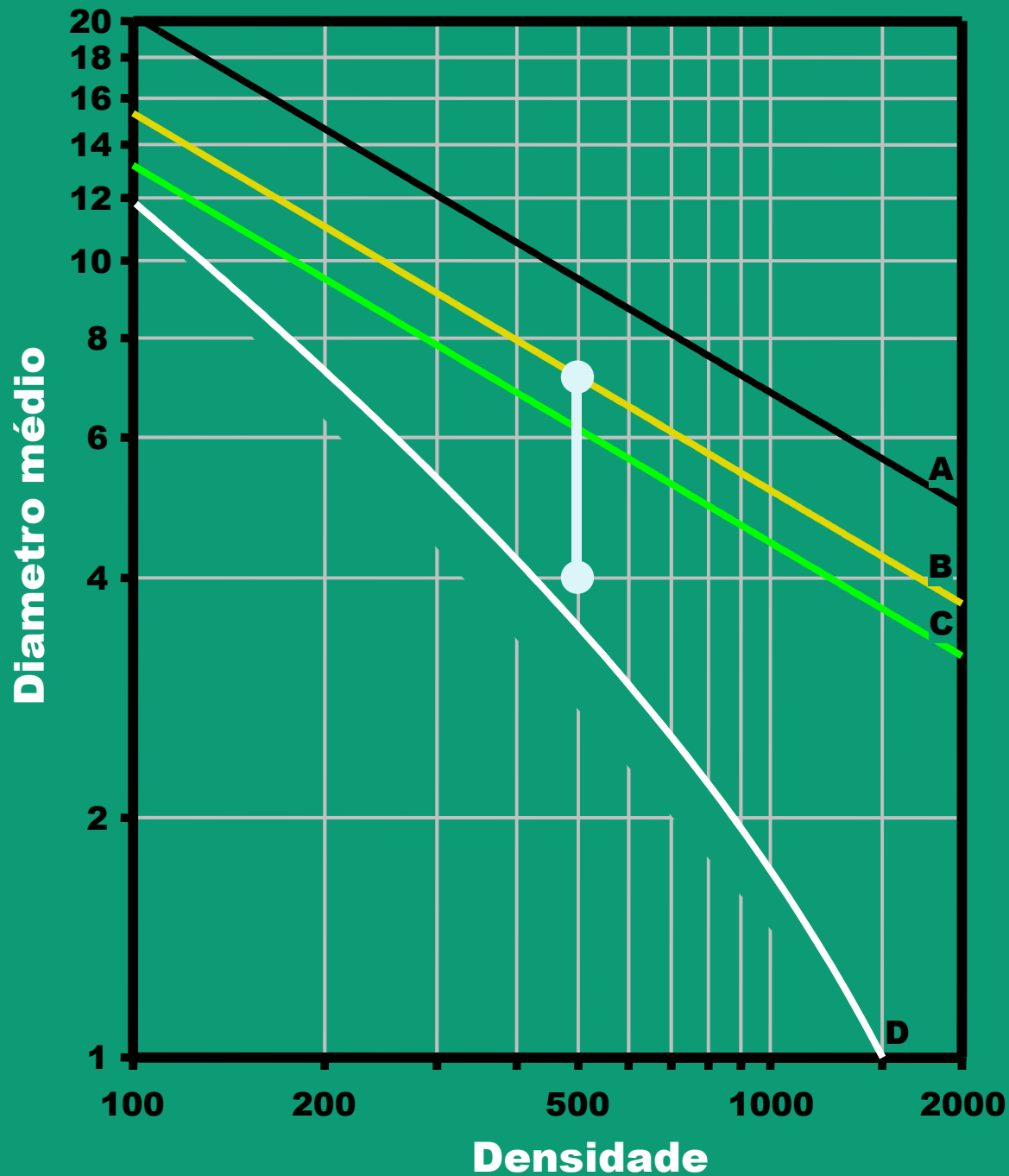
- **PROGNOSE DO DIÂMETRO DESEJADO E A PRODUÇÃO EM POVOAMENTO SEM DESBASTE**
- **DETERMINAÇÃO DE REGIME DE DESBASTE, COM PROJEÇÃO DIÂMETRO E PRODUÇÃO**



EXEMPLO:

Quando e quanto desbastar ?

Determinamos que o povoamento teria DAP = 17,8 cm (7") antes de cruzar a linha B e a mortalidade começasse.

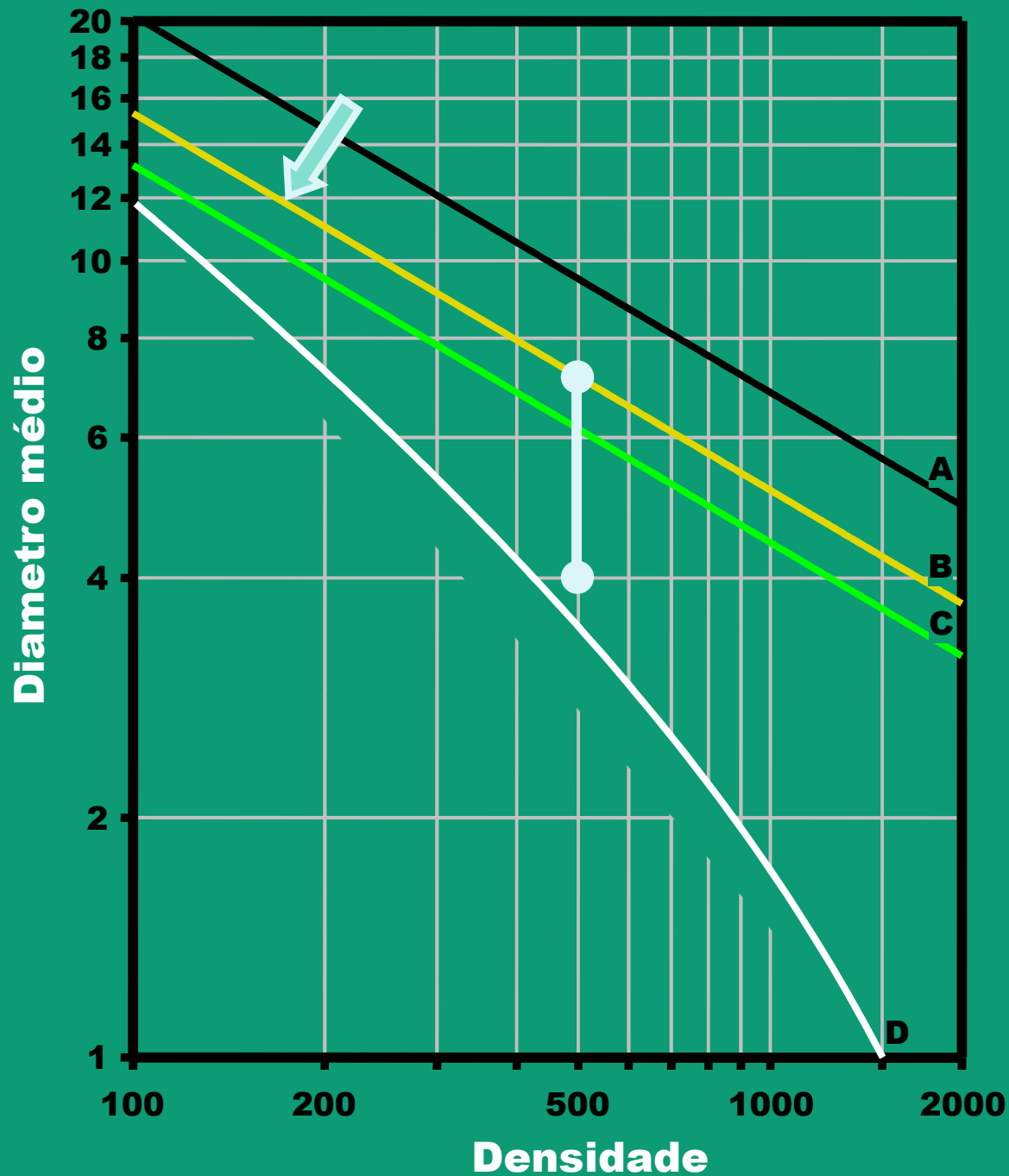


EXEMPLO:

**Quando e quanto
desbastar ?**

**Este ponto,
determina a
necessidade de
desbaste.**

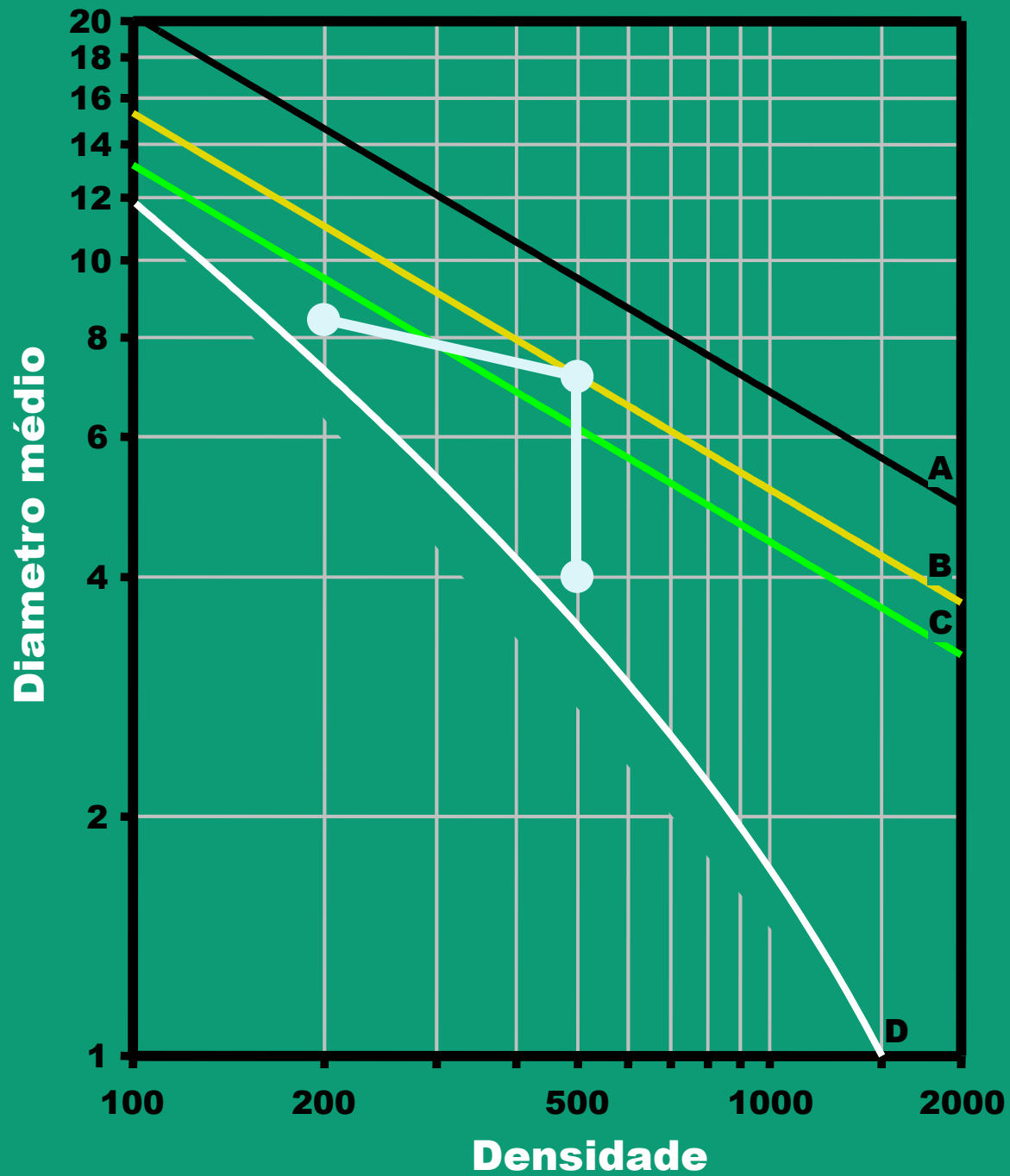
**Qual a intensidade
do desbaste ?**



EXEMPLO:

Quando e quanto desbastar ?

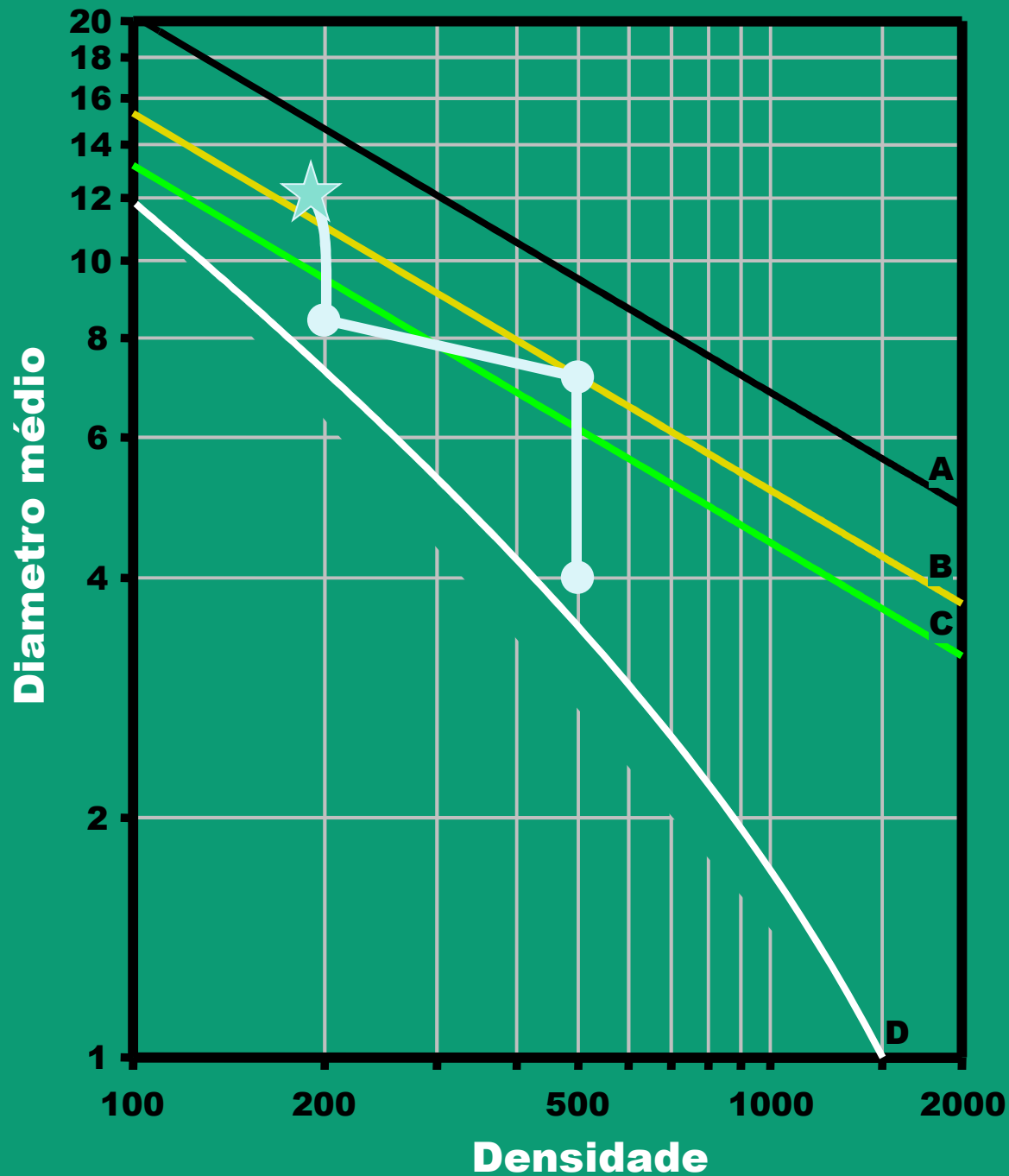
Observando, a linha B quando se deseja DAP = 30,5 cm (12") temos cerca de 432 árv./ha (175 árv./acre)



EXEMPLO:

**Quando e quanto
desbastar ?**

**Remoção de cerca
de 741 árv./ha
(300 árv./acre)**



EXEMPLO:
Quando e quanto
desbastar ?

Isto reservará um
DAP = 27,9cm (11")
antes de cruzar a
linha B.

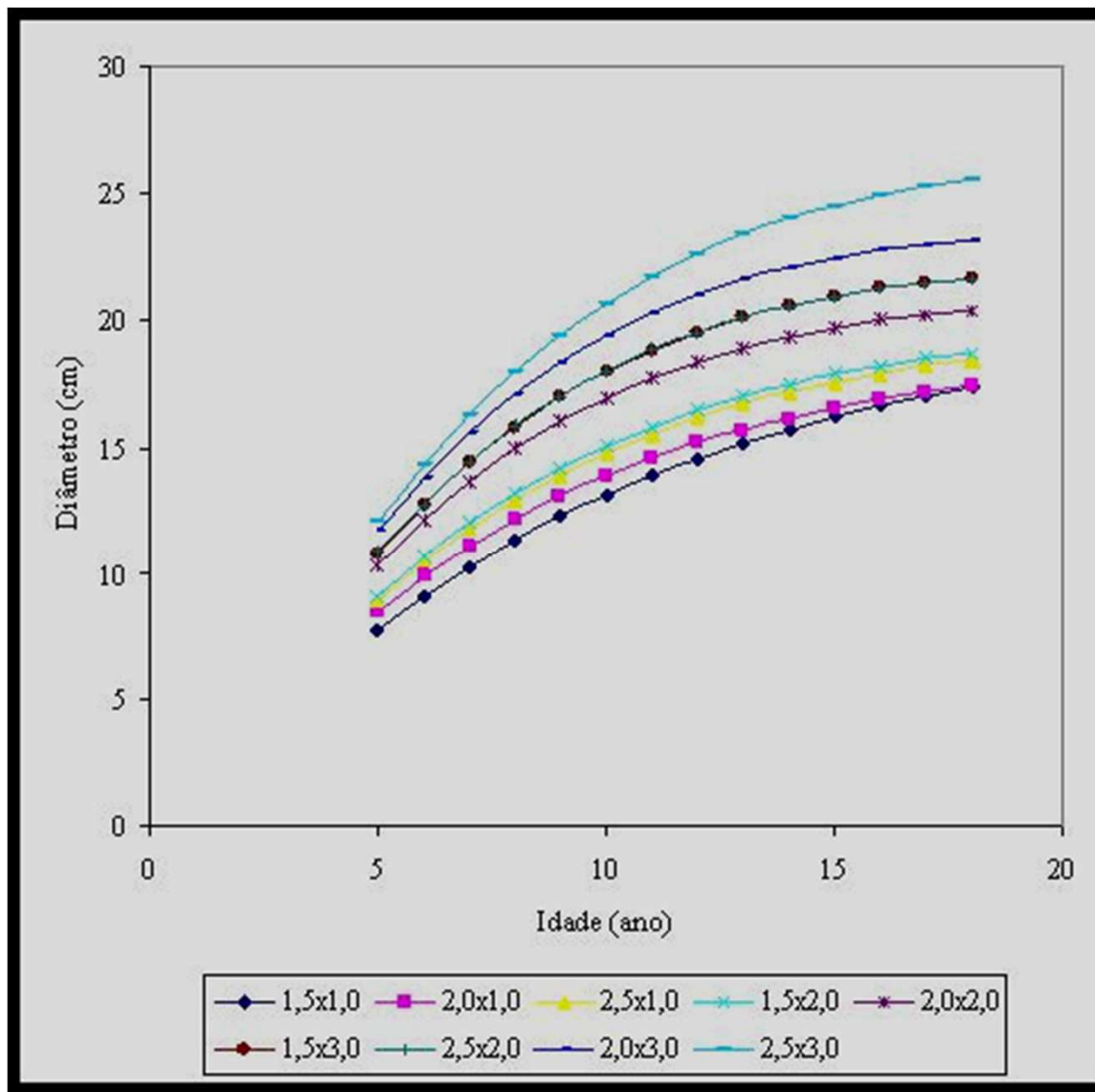
Ainda, podemos
aceitar uma pequena
mortalidade a partir
disso e cehga-se ao
DAP = 30,5 cm (12")

MANEJO DA DENSIDADE DE POVOAMENTOS DE *Pinus taeda* NO SUL DO BRASIL

- **EXPERIMENTO DE ESPAÇAMENTO E DESBASTE**
- **Idade: 18 ANOS**
- **U.A.P.: 60**
- **Local: Otacilio Costa e Santa Cecilia, SC**
- **Klabin S.A.**
- **Seiva S.A.**
- **Responsáveis/ Klabin:**
 - Dr. Djalma Miler Chaves**
 - Engº. Antonio M. Moreira**
 - Engº. Ruy Carlos Polak**
- **Responsáveis/ UFSM:**
 - Prof. Paulo Renato Schneider**
 - Prof. Cesar Augusto G. Finger**
 - M. Sc. Paulo Sergio P. Schneider**

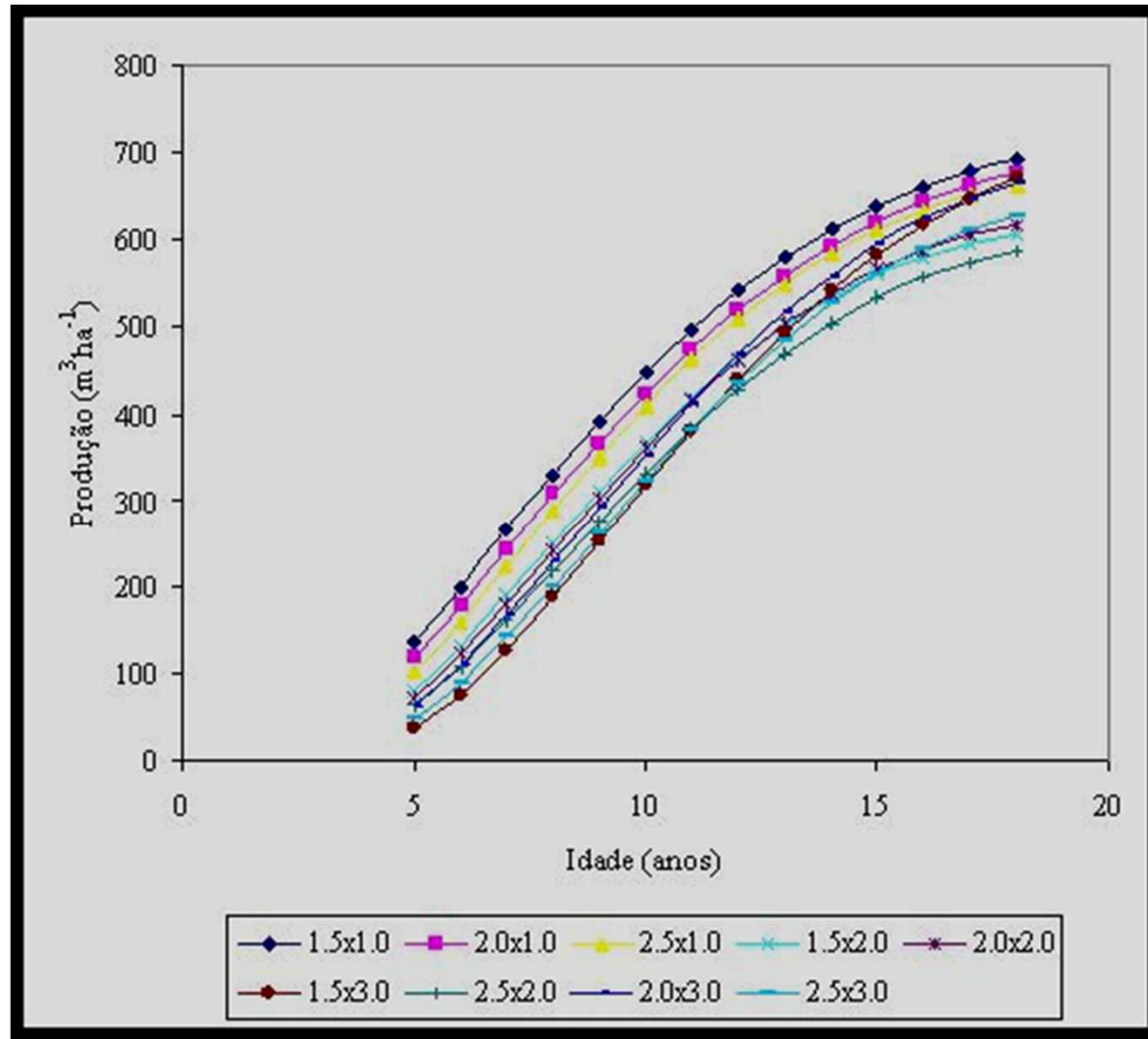


DIÂMETROS POR IDADE SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO: *Pinus taeda*



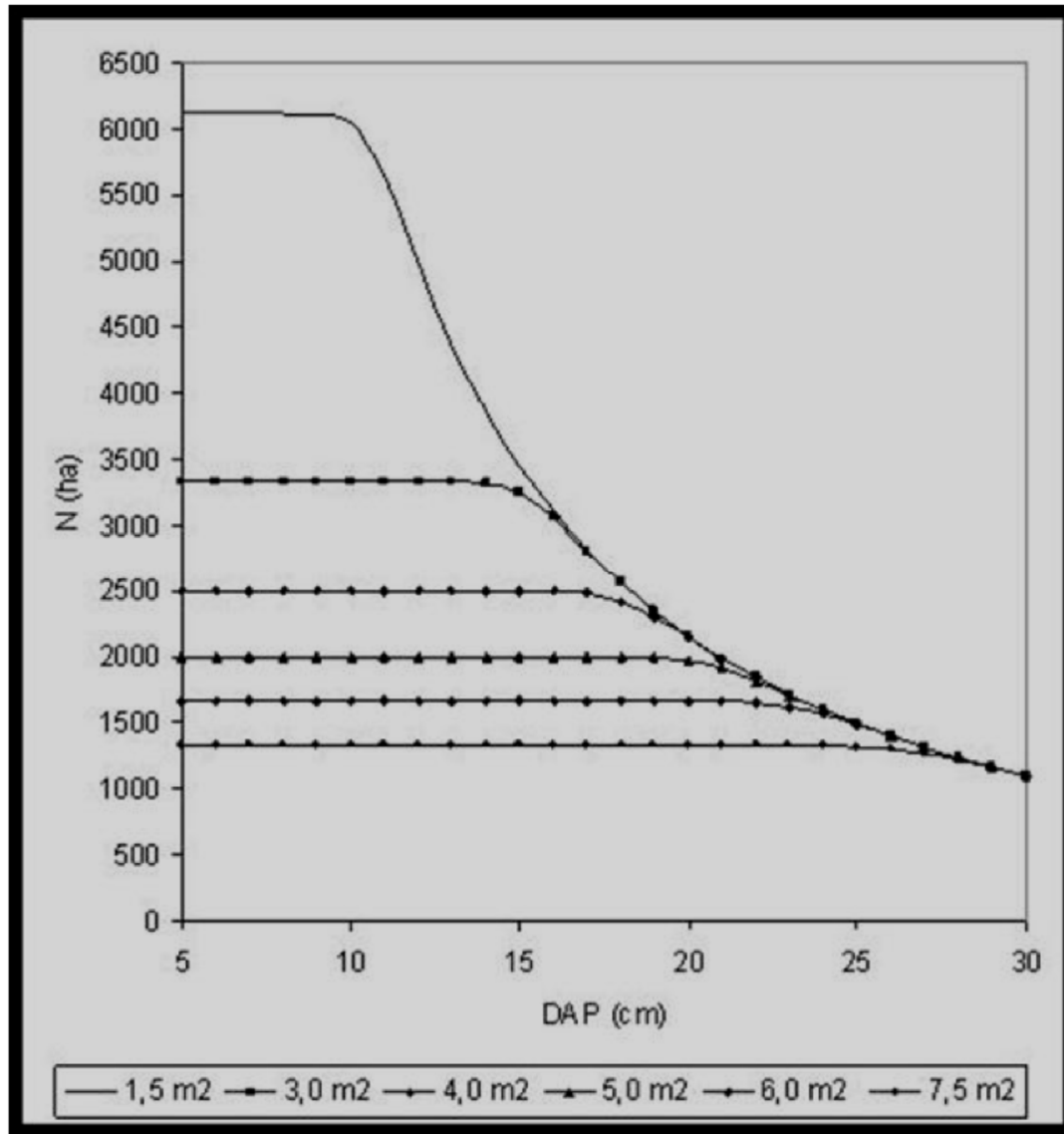
Fonte:
Schneider, P. S. P. (2011)

PRODUÇÃO POR IDADE SOB INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO: *Pinus taeda*



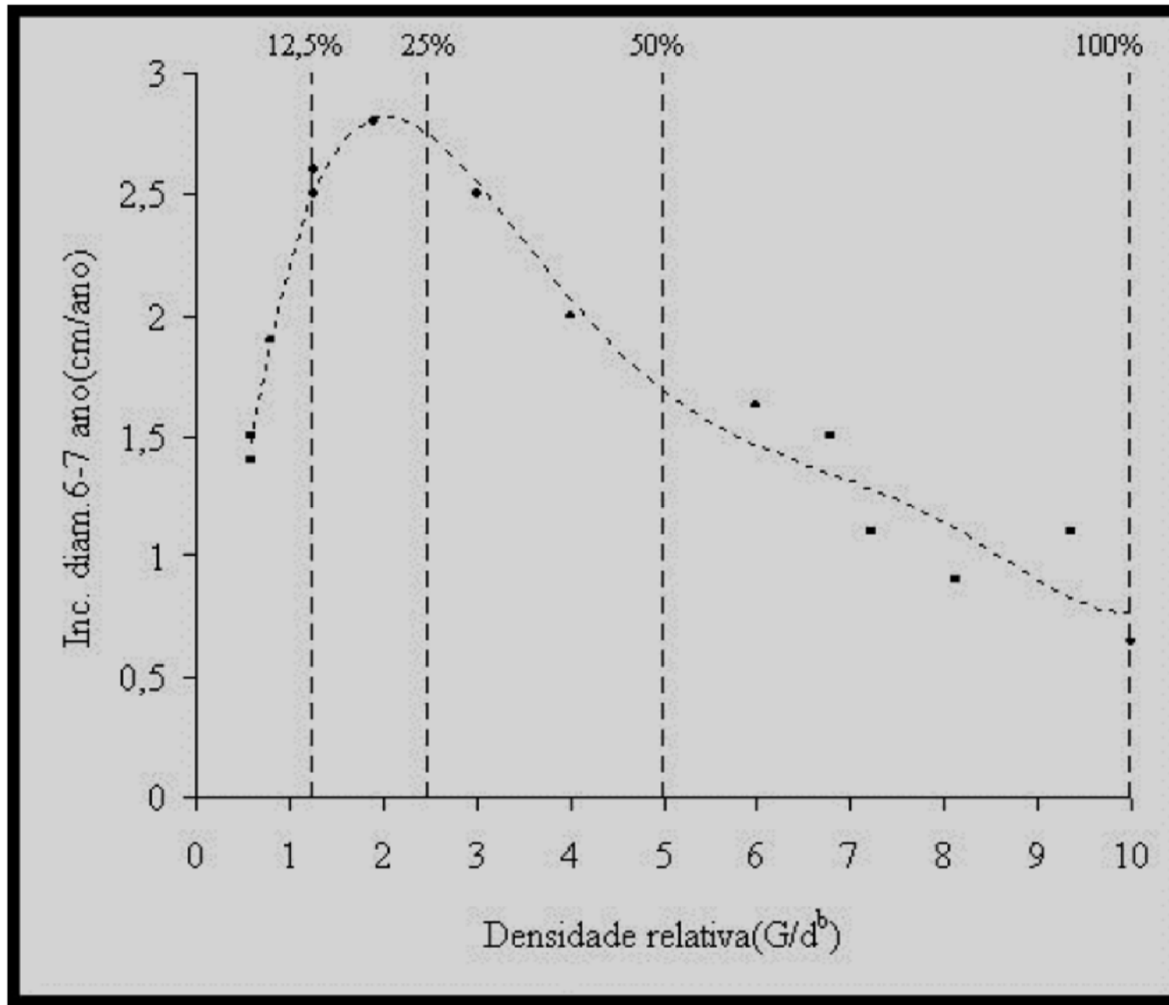
Fonte:
Schneider, P. S. P. (2011)

TENDÊNCIA DA DENSIDADE DE ÁRVORES PELO DIÂMETRO, PELO MODELO DE TANG: *Pinus taeda*



Fonte:
Schneider, P. S. P. (2011)

ZONAS DE COMPETIÇÃO: *Pinus taeda*



ZONA DE ESPAÇO EXCESSIVA,
CRESCIMENTO INICIAL LIVRE
DE CONCORRÊNCIA;

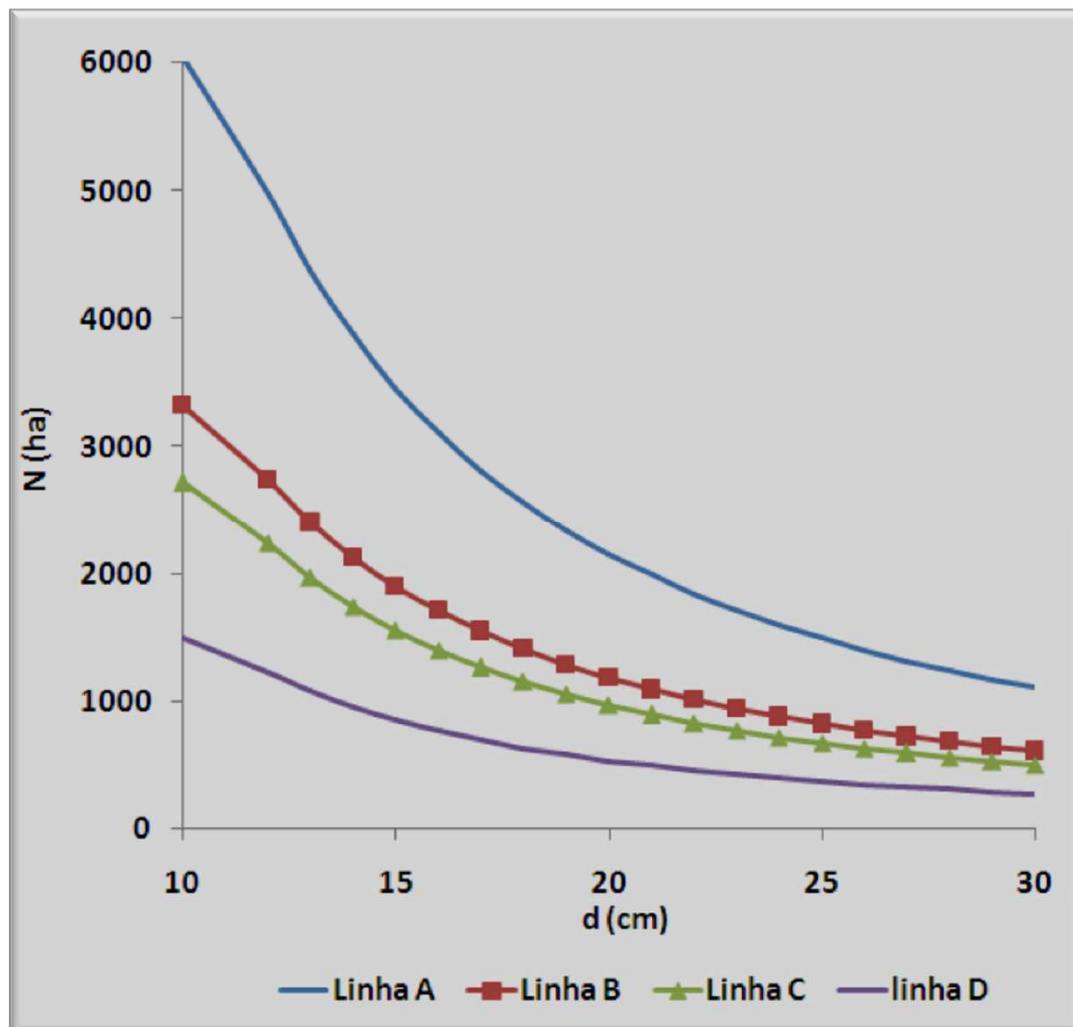
**ZONA DE CRESCIMENTO
LIVRE,** O INCREMENTO EM
DIÂMETRO INDIVIDUAL DAS
ÁRVORES É MÁXIMO;

**ZONA DE INÍCIO DE
COMPETIÇÃO,** INICIA A
MORTALIDADE;

**ZONA DE ESTOQUE
COMPLETO,** A
PRODUTIVIDADE É MÁXIMA.

**ZONA DE AUMENTO DA
COMPETIÇÃO,** ENTRE AS
ZONAS DE CRESCIMENTO
LIVRE E ESTOQUE COMPLETO

CONCORRÊNCIA E MANEJO DA DENSIDADE: *Pinus taeda*

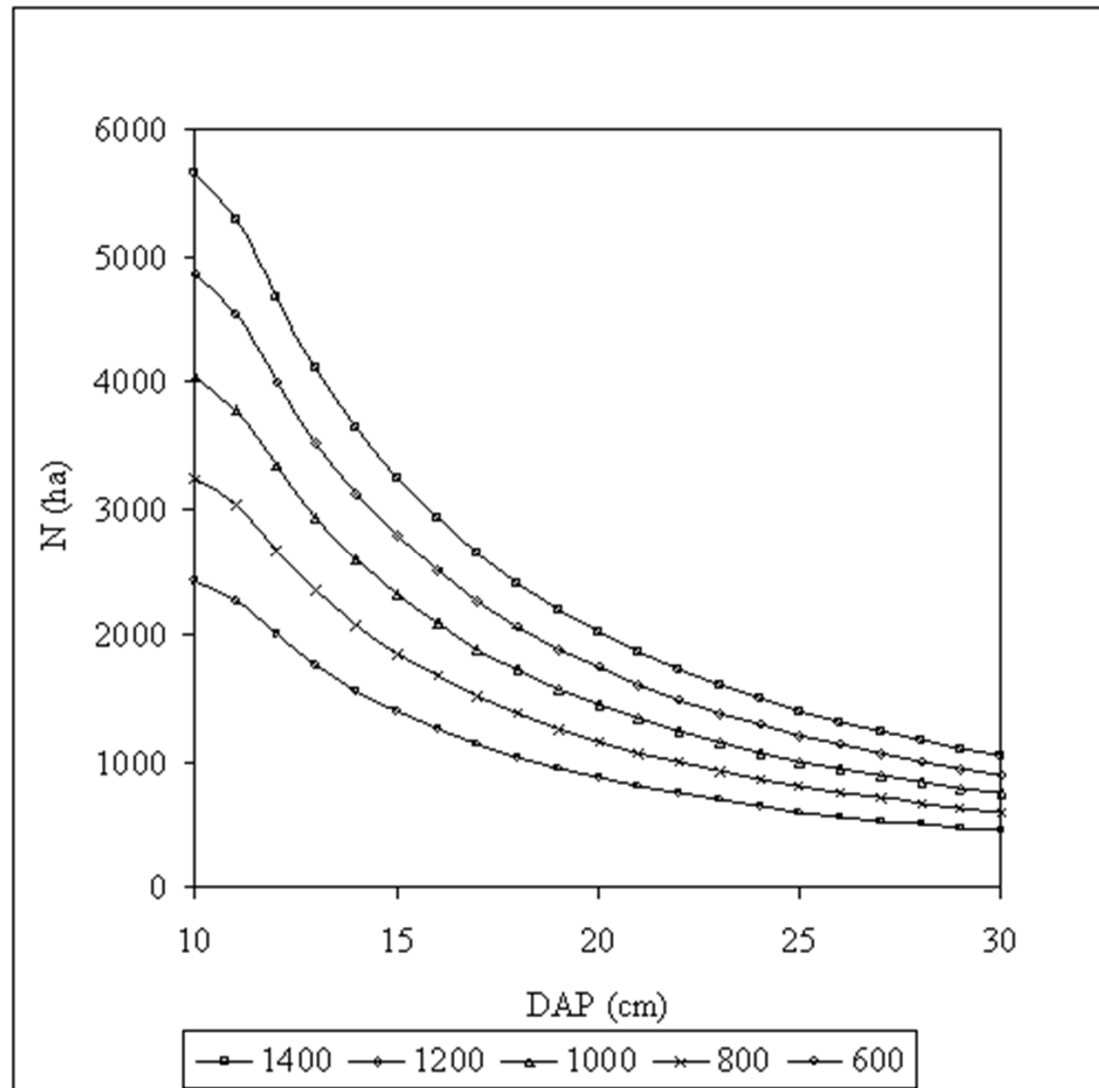


LINHA A máxima de densidade e diâmetro.

LINHA B e C densidades teóricas de 0,55 e 0,45 da linha A, indica a produção ótima, com pouca ou sem mortalidade.

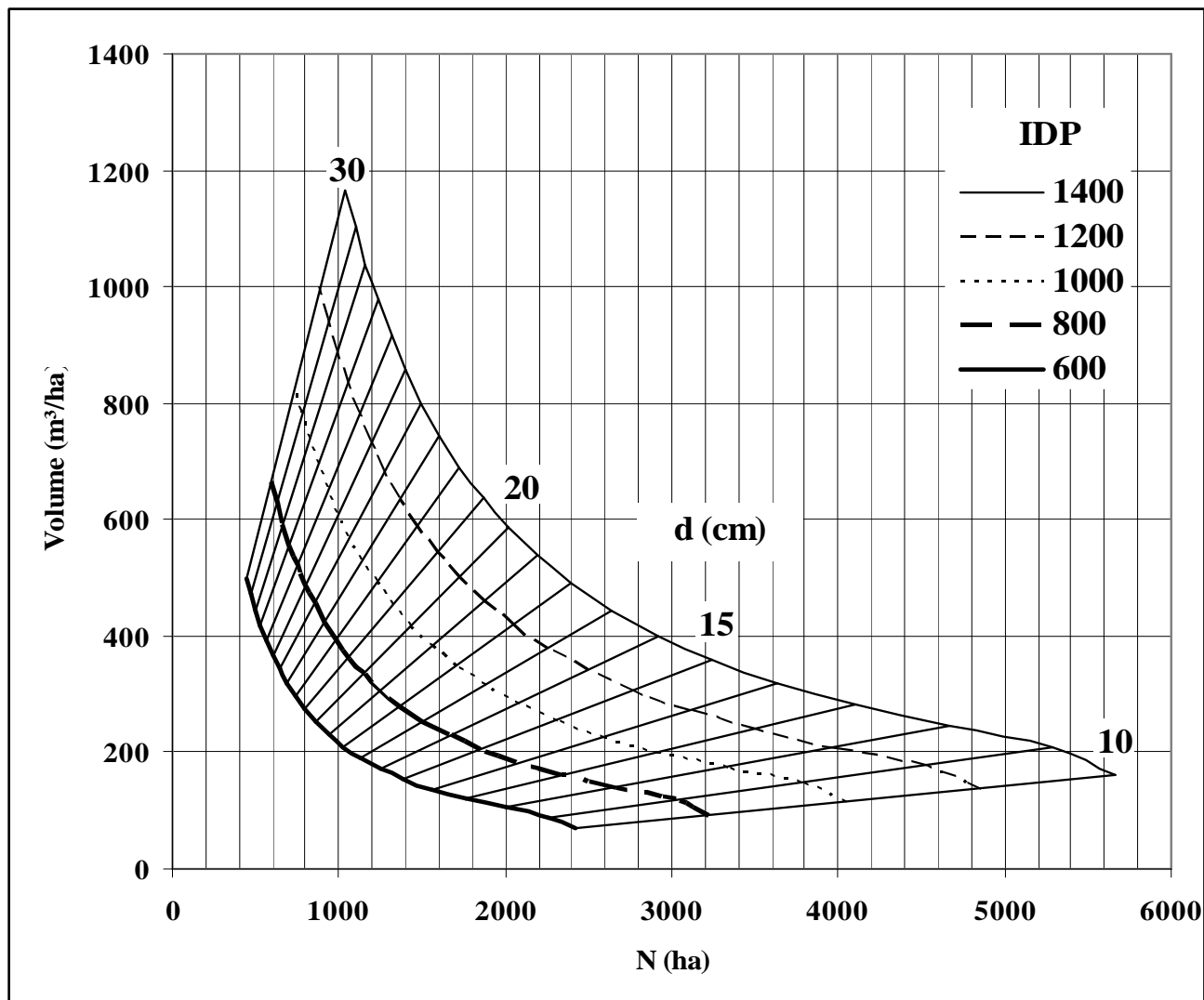
LINHA D densidade de 0,25 da máxima, indica o fechamento da copa das árvores.

INDICE DE DENSIDADE DO POVOAMENTO: *Pinus taeda*



Fonte:
Schneider, P. S. P. (2011)




DIAGRAMA DE MANEJO DA DENSIDADE POR ÍNDICE DE DENSIDADE: *Pinus taeda*



Fonte:
Schneider, P. S. P. (2011)

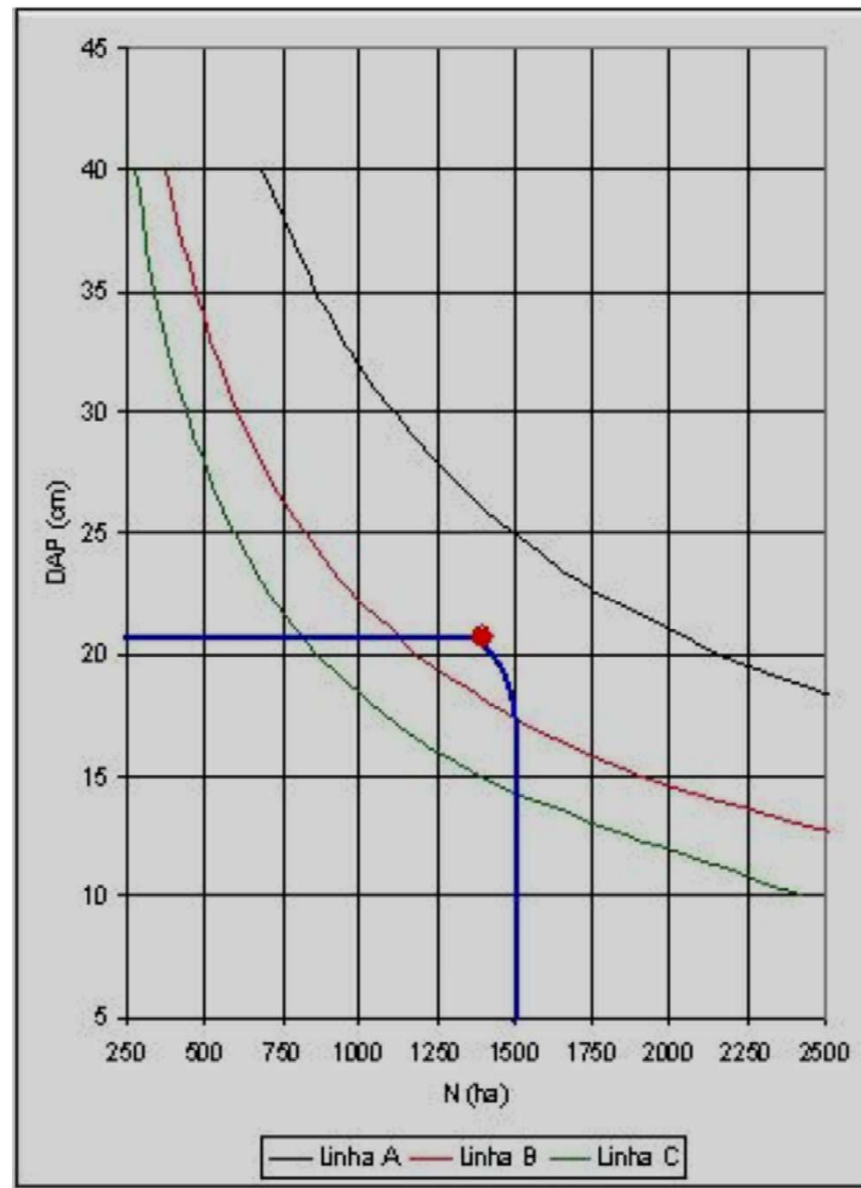
EFICIÊNCIA DO DMD

Espaçamento: 2,0 X 2,0, *Pinus taeda*

Idade (ano)	N. Amost.	Povoamento real			DMD V(m ³ ha ⁻¹)	Dif. abs. V(m ³ ha ⁻¹)	Dif. rel. (%)
		D(cm)	N(há)	V(m ³ ha ⁻¹)			
10	1	17,0	2.383	379	401,9	-22,90	-6,04
	2	17,0	2.383	373,6	401,9	-28,30 	-7,57
	3	16,1	2.500	355,2	344,2	11,00	3,10
14	1	19,5	2.008	534,8	535,1	-0,30	-0,06
	2	18,8	2.070	507	507,2	-0,20 	-0,04
	3	18,9	2.031	473,3	497,3	-24,00	-5,07
18	1	21,2	1.875	653,9	641,5	12,40	1,90
	2	21,0	1.836	616,7	628,2	-11,50	-1,86
	3	21,1	1.719	585,5	588,2	-2,70	-0,46
Média				497,7	497,7	-7,39 	-1,79

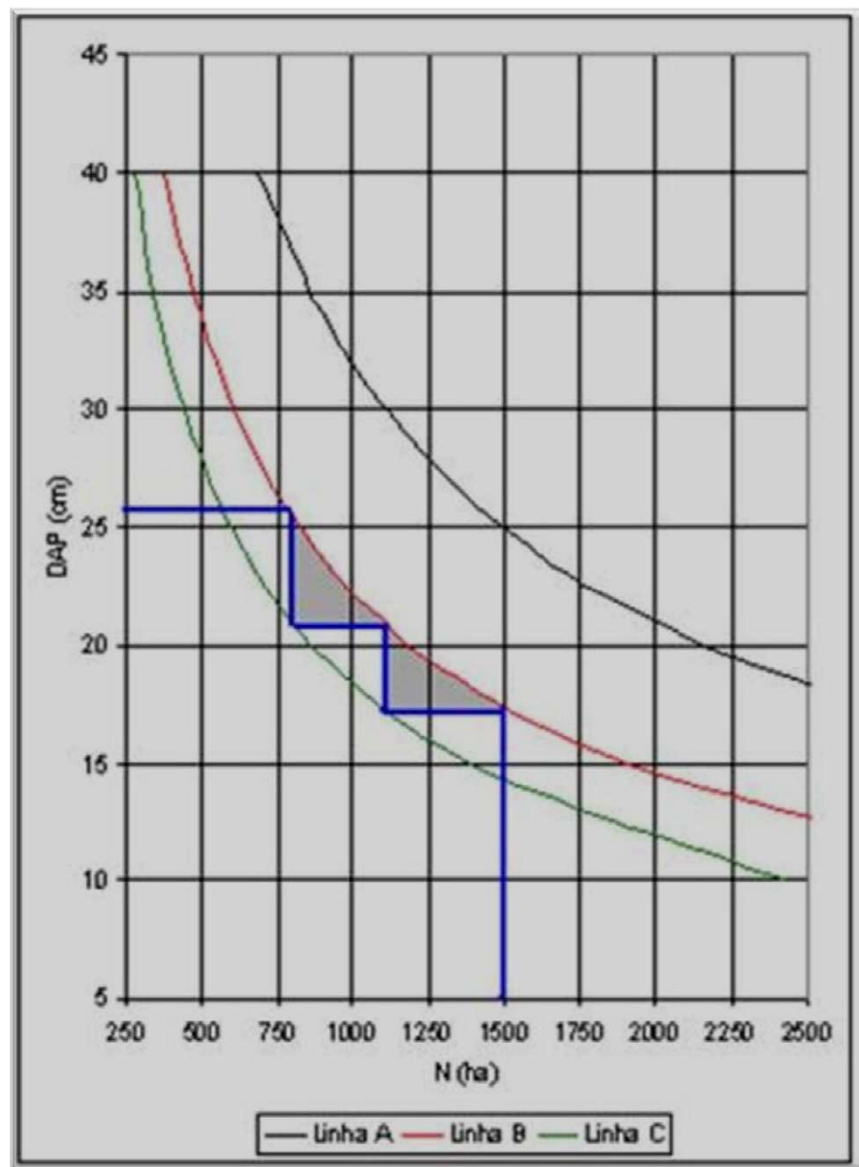
Fonte: Schneider, P. S. P. (2011)

TRAJETÓRIA DO POVOAMENTO, CRESCIMENTO EM DIÂMETRO POR DENSIDADE: *Pinus taeda*, sem desbaste



Fonte:
Schneider, P. S. P. (2011)

TRAJETÓRIA DO POVOAMENTO, CRESCIMENTO EM DIÂMETRO POR DENSIDADE: *Pinus taeda*, Desbastes: 9 e 13 anos e corte final: 18 anos



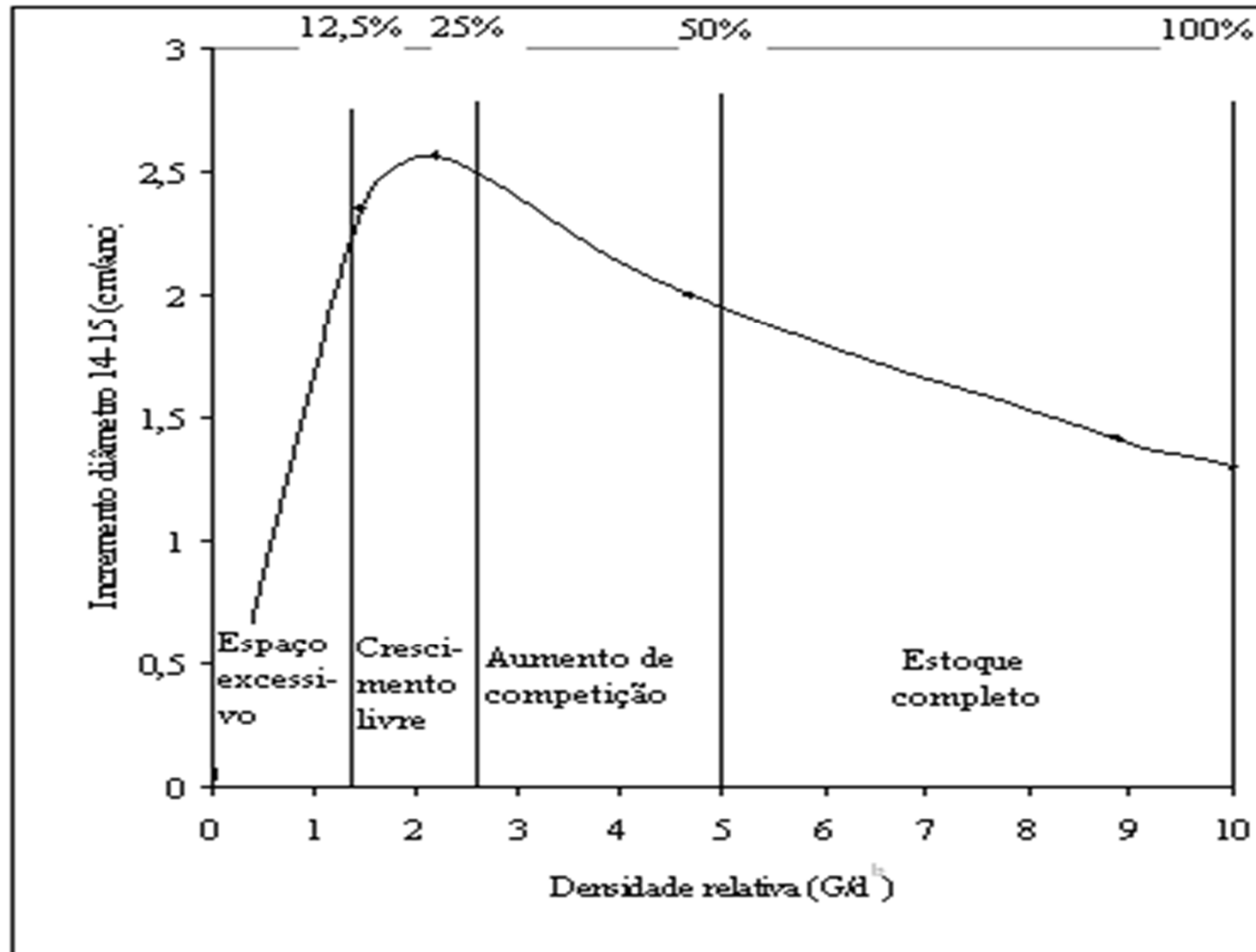
Fonte:
Schneider, P. S. P. (2011)

MANEJO DA DENSIDADE DE POVOAMENTOS DE *Eucalyptus* NO SUL DO BRASIL

- **EXPERIMENTO DE ESPAÇAMENTO E DESBASTES**
- **Idade: 15 e 18 anos**
- **U. A. EXPERIMENTAIS: 80**
- **U. A. PERMANENTES: 680**
- **Local: Depressão Central e Serra do Sudeste, RS**
- **Responsáveis/ UFSM:**
 - Prof. Paulo Renato Schneider**
 - Prof. Cesar Augusto G. Finger**
 - Prof. Frederico Dimas Fleig**
 - M. Sc. Paulo Sérgio P. Schneider**



ZONAS DE COMPETIÇÃO: *Eucalyptus saligna*



ZONAS ÓTIMA DE MANEJO: *Eucalyptus saligna*

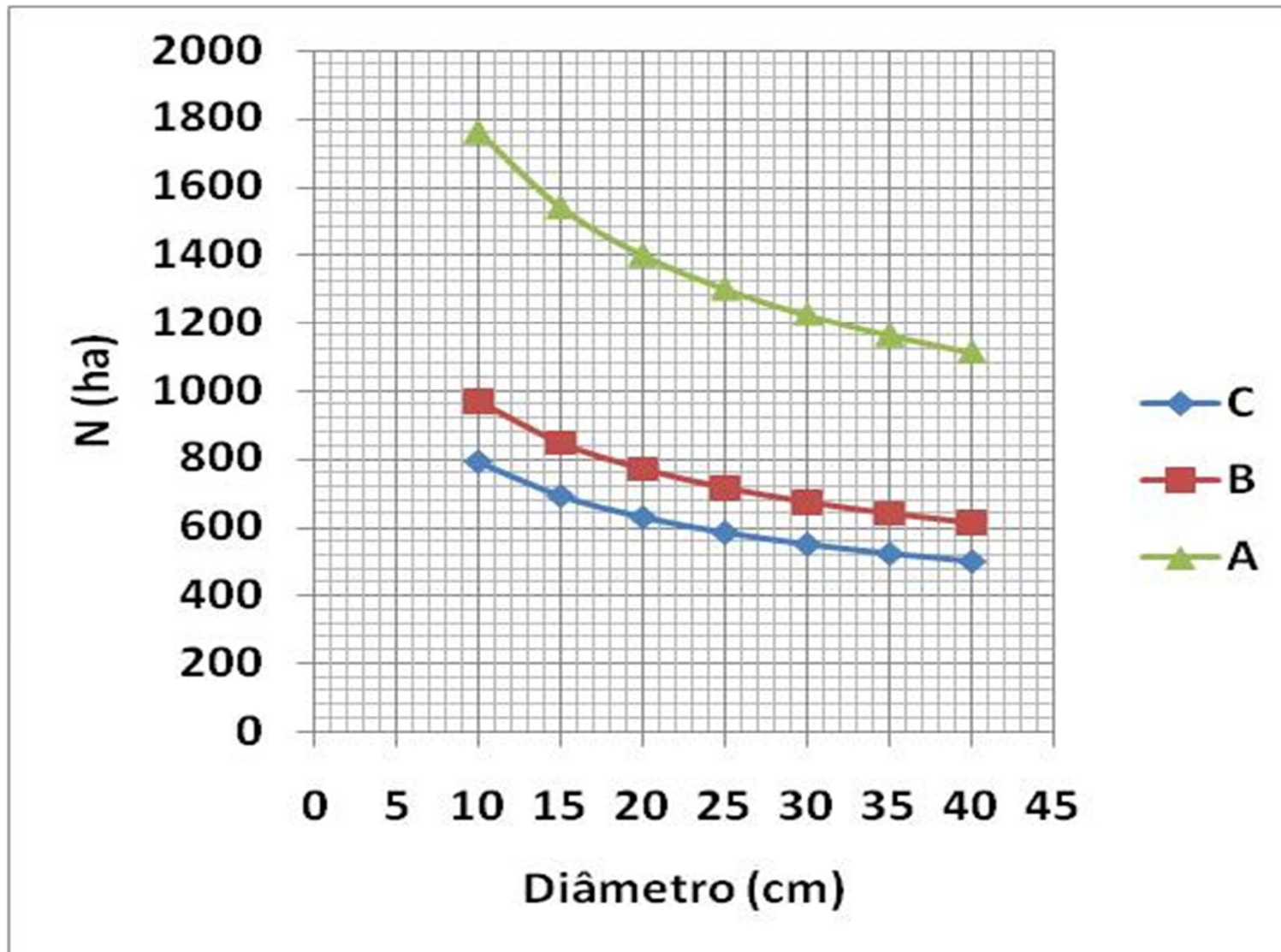
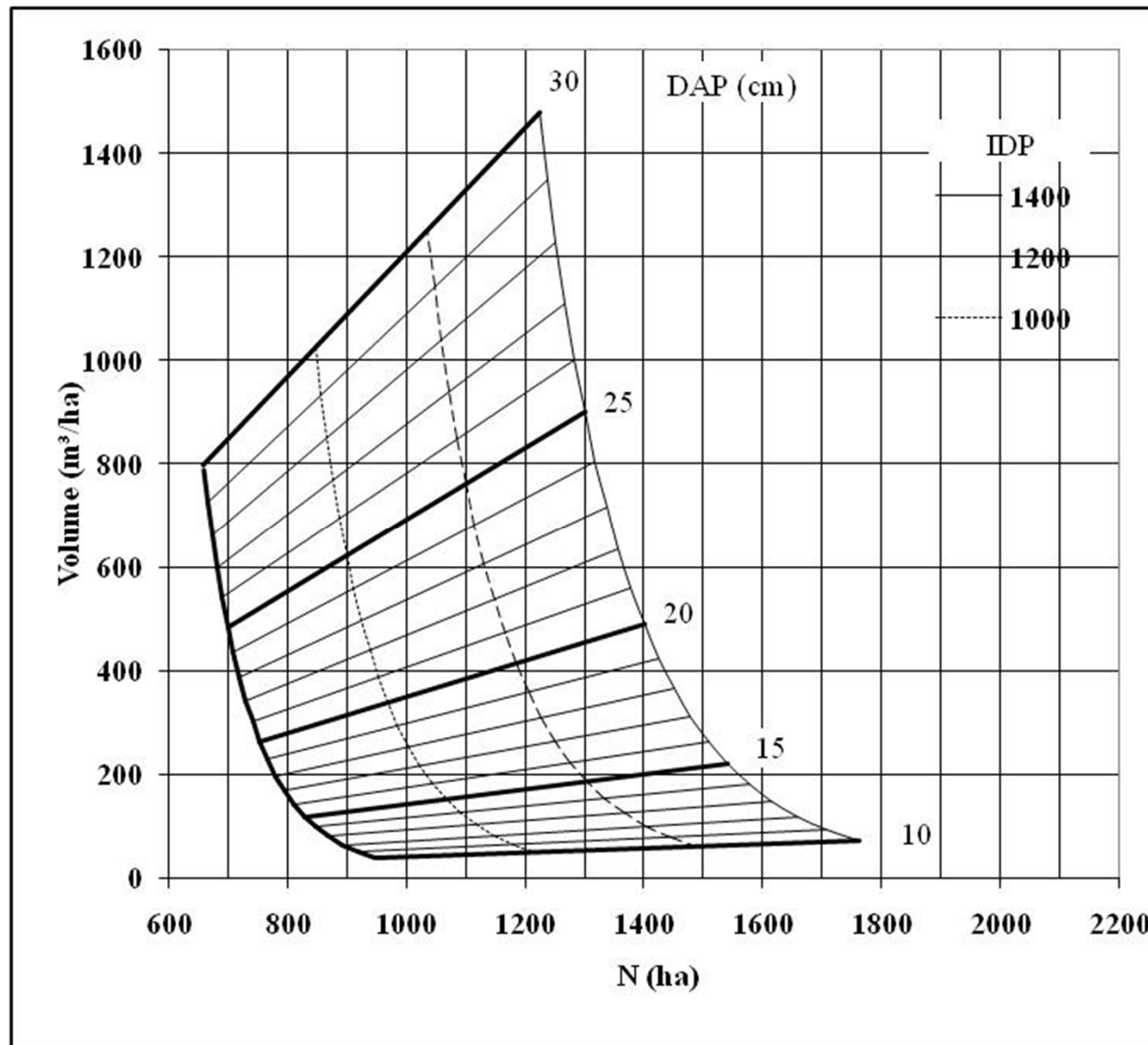


DIAGRAMA DE MANEJO DA DENSIDADE: *Eucalyptus saligna*



PRECAUÇÕES NO USO DOS DMDs

- **NÃO HÁ NENHUM COMPONENTE TEMPORAL**
 - reversão do diâmetro para obter a idade
- **APENAS A MORTALIDADE É DEPENDENTE DA DENSIDADE**
 - introduzir no dmd a altura dominante / sítio
- **PRECISÃO DEPENDE DOS DADOS QUE ORIGINA O DMD**
 - parcelas permanentes ou experimentos de densidade / desbaste
- **DEVEM SER APLICADOS COM CAUTELA FORA DA FINALIDADE E DO DESTINO**
 - podendo causar erros de estimativas e projeções de desbastes

OBRIGADO