

# Determinação da idade técnica de desbaste em plantações de eucalipto utilizando o método dos ingressos percentuais

## Determination of thinning technical age in eucalypt plantations using the percentual entries method

Gilciano Saraiva Nogueira  
Hélio Garcia Leite  
João Carlos Chagas Campos  
Agostinho Lopes de Souza  
Laércio Couto

---

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar e propor alguns refinamentos necessários no Método dos Ingressos Percentuais (MIP), proposto por Garcia e Leite (1999). Este método, permite determinar a idade técnica do primeiro desbaste, bem como o intervalo de tempo entre os desbastes sucessivos, com base na dinâmica de crescimento e no ingresso de árvores em sucessivas classes de diâmetro. No presente estudo, foram implementados alguns refinamentos nesse método, visando a determinação do momento de realização do primeiro desbaste, quando se conta com apenas três medições anuais de parcelas permanentes. Para esta finalidade utilizou-se um modelo de distribuição diamétrica. Os resultados indicaram, para um povoamento de eucalipto localizado na Região Nordeste do Estado da Bahia, a idade de 69 meses para realização do primeiro desbaste. Pode-se comprovar que o MIP permite reduzir o custo de experimentação sobre desbastes e, ainda, determinar a época de iniciar a aplicação de tratamentos de desbaste, pelo menos um ano antes da idade técnica de desbaste. Isto considerando que para eucalipto, o primeiro desbaste, em geral, ocorre em idades maiores ou igual a 4,5 anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desbaste, Idade técnica, Método dos ingressos percentuais

**ABSTRACT:** The objective of this research was to evaluate and to improve the Percentual Entries Method, suggested by Garcia e Leite (1999). The method, allows the establishment of the technical age for first thinning, as well as the period among successive thinnings, based on the growth dynamics and on the entries of trees in successive diameter classes. Some improvements were added to the method, to be used when only three annual measurements of permanent plots are available. For this purpose a diameter distribution model was used. The results indicated the first thinning at the age of 69 months for stands of eucalypts located in the Northeast Region of Bahia State, Brazil. This method reduces the thinning experimentation costs and determinates when is possible to begin the thinning treatments with at least one year before the technical age of thinning. Thus considering that for eucalypts the first thinning, in general, happens in ages equal to 4,5 years or even.

**KEYWORDS:** Thinning, Technical age, Percentual Entries Method

## INTRODUÇÃO

As indústrias florestais que trabalham com madeiras de maior diâmetro, originárias de matas nativas, estão sendo prejudicadas pela escassez da matéria-prima. A alternativa mais viável para estas indústrias, sem ferir a legislação ambiental, é a utilização de árvores de grande porte oriundas de florestas plantadas. Ao destinar cada parte da árvore para o uso mais apropriado é possível colher um menor número de árvores, com a garantia de atendimento da demanda por multiprodutos e, assim, reduzir a pressão sobre as matas nativas. Dos tratamentos silviculturais existentes, o desbaste é o mais indicado para a produção de árvores de grande porte.

Pode-se inferir que já existe tecnologia disponível para subsidiar decisões sobre tipos de desbaste e sua intensidade, ou seja, sobre o volume de madeira a ser removido. Diversos estudos quantificaram, de maneira otimizada, os multiprodutos de árvores e de povoamentos (Leite et al, 1995). Há, porém, várias questões a serem respondidas, como por exemplo em relação ao ciclo de desbastes, o qual corresponde à época de realização do primeiro desbaste e do intervalo de tempo entre os desbastes sucessivos. A falta de informação sobre essas épocas pode comprometer os benefícios dessa técnica silvicultural. No Brasil, a decisão sobre a época de realizar o primeiro e os desbastes subsequentes tem sido feita, em geral, de maneira empírica. Em alguns casos, a decisão é tomada com base nas tendências de crescimento em área basal ou em diâmetro médio.

Geralmente, através das decisões com base empírica o desbaste tem início alguns anos depois do fechamento do dossel. Porém, como essa decisão não se baseia em experimentação, os resultados dependem da capacidade e experiência de cada engenheiro florestal. Pode-se citar Poynton (1981), Schönau (1982), Lamprecht (1990) e Stape e Martini (1991) como

exemplos de trabalhos que decidiram empiricamente a idade de desbastar.

Segundo Veiga (1962), a área basal e o diâmetro médio podem ser úteis na decisão sobre o momento ideal de realizar o desbaste, porque através destas variáveis pode-se determinar a época em que ocorre o início do processo de competição das árvores por luz, umidade e nutrientes. A determinação da época ideal para realizar um desbaste, utilizando a área basal ou o diâmetro médio, pode ser feita através das taxas de acréscimo (Veiga, 1962), do método das curvas correlacionadas (Hiley, 1959), de modelos de crescimento e produção (Campos et al., 1988) e de equações que estimem essas variáveis. Um dos inconvenientes em utilizar estas variáveis é a necessidade de contar com um número suficiente de remedições de parcelas permanentes. Em eucalipto, devido à sua curta rotação, a decisão tem que ser tomada utilizando apenas as três primeiras remedições (em geral 2, 3 e 4 anos) de modo que seja possível utilizar os resultados em modelos de gestão florestal. Outro inconveniente é que a área basal não considera de forma eficiente o porte das árvores e, por outro lado, o diâmetro médio é dependente da frequência de árvores por hectare.

Um outro caminho para se determinar a época exata de realizar um desbaste é através dos modelos de árvores individuais e dos diagramas de densidade de manejo. O modelo PTAEDA, apresentado por Daniel e Burkhart (1975) citado por Davis e Johnson (1987), e o modelo PROGNOSIS, apresentado por Wykoff et al. (1982), são exemplos de modelos de árvores individuais, que utilizam como variáveis os índices de competição de distância dependente e independente. Dean e Baldwin (1993) desenvolveram um diagrama de densidade de manejo, que utiliza como variável independente o índice de Reineke (1933). Outro exemplo, de um diagrama de densidade de manejo, foi desenvolvido

por Drew e Fleweling (1979), citados por Davis e Johnson (1987); nesse exemplo, utilizou-se o índice de densidade de povoamento como variável independente. São limitações dessas metodologias, o tempo necessário para desenvolvimento e verificação, a impossibilidade de aplicar os resultados corretamente em outros experimentos com qualidade de sítio e objetivos do manejo diferentes, e o custo elevado para a sua implantação e execução.

O desenvolvimento ou a análise de novas metodologias para determinar a época de realizar o primeiro desbaste em plantações de

eucalipto, bem como o intervalo de tempo entre os desbastes sucessivos é ainda justificado. Nesse sentido, Garcia e Leite (1999) propuseram uma nova metodologia, fundamentada na dinâmica de crescimento e no ingresso das árvores em sucessivas classes de diâmetros.

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o método proposto por Garcia e Leite (1999), para uso em plantações de eucalipto, visando a produção de multiprodutos e propor alguns refinamentos em sua aplicação, quando se conta com apenas três medições anuais (2, 3 e 4 anos) de parcelas permanentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo originam-se de um experimento sobre desbastes em clones de eucalipto (híbrido de *E. urophylla* X *E. grandis*), espaçamento inicial de 3,0 x 3,0 m, instalado na empresa Copener Florestal, no município Inhambupe, no Estado da Bahia. O experimento constituiu-se de seis blocos, com duas repetições por bloco, localizados de modo seletivo, segundo diferentes capacidades produtivas, abrangendo três locais (“bom”, “médio” e “ruim”). Usaram-se três tratamentos, correspondendo a três porcentagens de área basal removidas em cada desbaste: 20%, 35%, 50%. Foram utilizadas parcelas permanentes retangulares, com área útil de 2.601 m<sup>2</sup>, resultando em 289 árvores por parcela. Os dados deste estudo correspondem às medições feitas antes da execução dos tratamentos. As parcelas permanentes foram medidas aos 27, 40 e 50 meses, sendo mensuradas as seguintes características: dominância (árvores dominantes, codominantes, intermediárias e suprimidas), DAP, razão de copa, dada pela razão entre a altura da copa e a altura total, e altura das dez primeiras árvores de cada parcela.

O Método dos Ingressos Percentuais (MIP), proposto por Garcia e Leite (1999), considera a dinâmica de crescimento do povoamento com

base no ingresso sucessivo de árvores em novas classes diamétricas. Para permitir a determinação dos ingressos, em idades superiores à última medição disponível (50 meses), foi ajustado um modelo de distribuição diamétrica. Para este propósito, foram avaliadas as funções Weibull, Beta e Logística. A função Weibull foi ajustada, empregando-se o método da máxima verossimilhança, e as funções Beta e Logística foram ajustadas por meio de regressão não-linear, utilizando-se o algoritmo Quasi-Newton. A seleção da f.d.p baseou-se na melhor aderência, verificada pelo teste Qui-quadrado (X<sup>2</sup>). Este teste foi aplicado às parcelas em todas as medições. Observaram-se, também, no momento dos ajustes, as distribuições de frequência observada e estimada, visando análise da precisão e da possível ocorrência de tendenciosidade das estimativas. A função Logística foi selecionada, sendo sua função densidade de probabilidade dada por:

$$f(x) = \frac{\alpha * \gamma * \exp(-(\beta + \gamma * x))}{[1 + \exp(-(\beta + \gamma * x))]^2}$$

em que f(x) é a proporção de árvores (entre 0 e 1). Assim, neste estudo, o parâmetro  $\alpha$  foi igual a 1.

Os parâmetros da função logística nas diferentes idades foram estimados seguindo os procedimentos apresentados em Leite (1990).

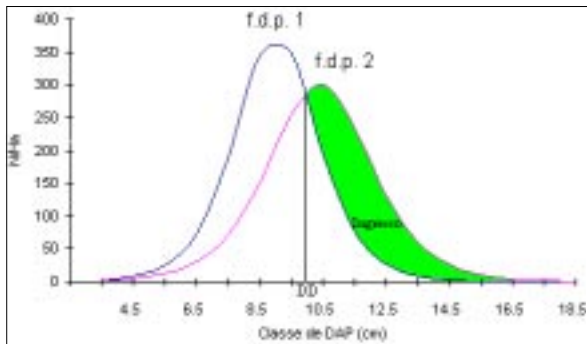
Conforme proposto por Garcia e Leite (1999) o ingresso de árvores em novas classes de diâmetro é o ingresso existente a partir do diâmetro em que duas funções de densidade de probabilidade se igualam, sendo este denominado de Diâmetro Diferenciador (DD) (Figura 1).

No trabalho original de Garcia e Leite (1999), ainda não publicado, os valores dos ingressos percentuais (IP) foram calculados sempre utilizando estimativas obtidas do ajuste da função Weibull. Em resumo, o método proposto pelos autores consiste em:

- Ajustar a função Weibull para cada parcela permanente em cada idade (2, 3, 4, 5, 6 e 7 anos);
- Para cada parcela e idades consecutivas,  $I_n$  e  $I_{n+1}$ , calcular o IP conforme Figura 1;
- Plotar os dados de IP em um gráfico para verificar o seu comportamento;
- Ajustar um modelo de regressão,  $IP=f(I)$ , visando encontrar a idade em que o IP passa a ser aproximadamente constante (Figura 2);
- A idade  $I_D$  (Figura 2) indica o momento de se fazer o desbaste. Esse método foi denominado de Método dos Ingressos Percentuais (MIP)

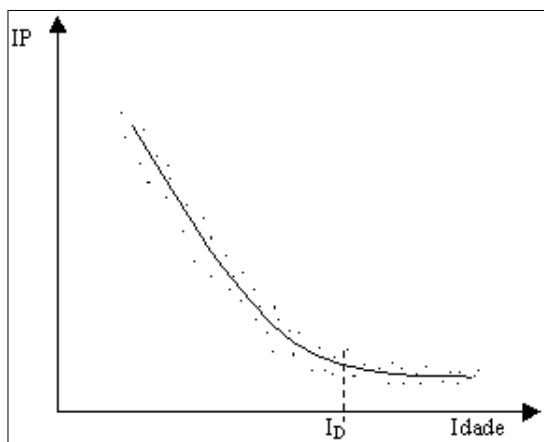
Foram utilizados dados de parcelas permanentes com seis medições (2, 3, 4, 5, 6 e 7 anos). Ocorre que na prática, ao determinar a idade técnica de desbaste, é mais provável que não existam medições além de quatro anos. Portanto, é necessário projetar as distribuições diamétricas para outras idades (5, 6 e 7 anos), visando determinar o IP. Este foi um dos objetivos a serem atingidos neste estudo. Para isso, foi utilizado um modelo de distribuição diamétrica. Outro refinamento proposto foi a inclusão do Modelo Expolinear, que permite identificar o momento em que o IP é não significativo.

Para os dados observados (idade de 27, 40 e 50 meses), os valores de IP foram obtidos atra-



**Figura 1.** Esquema mostrando duas funções densidade de probabilidade em duas idades diferentes, o ingresso de árvores em novas classes de diâmetros e o diâmetro diferenciador (DD).

(Scheme showing two density function in two different ages, the entry of tree in news classes of diameter and the diameter differentiating).



**Figura 2.** Esquema mostrando a tendência de estagnação do ingresso percentual (IP) próximo à idade  $I_D$ .

(Scheme showing the tendency of stagnation of the percental entries (IP) near of the age  $I_D$ ).

vés da soma do número de árvores existentes a partir do diâmetro diferenciador. Para os dados correspondentes às idades maiores ou igual a 60 meses, utilizou-se o algoritmo proposto por Garcia e Leite (1999). Esse algoritmo consiste em uma rotina codificada em linguagem pascal e tem por objetivo calcular o IP a partir de duas funções de densidade de probabilidade.

Para identificar a idade em que o IP é não significativo foi utilizado um modelo exponencial justaposto a um modelo linear simples, sendo a

idade técnica de desbaste identificada pelo momento da justaposição. Utilizou-se o modelo expolinear (Goudriaan, 1994), cuja relação funcional é:

$$IP = \frac{\beta_1}{\beta_2} \ln[1 + e^{\beta_2(I-ITD)}] + \varepsilon$$

em que

IP = ingresso percentual de árvores;

I = idade do povoamento em meses;

$\beta_1$  = parâmetro que indica o crescimento máximo absoluto do ingresso percentual de árvores na fase linear da curva;

$\beta_2$  = parâmetro que indica o crescimento máximo relativo do ingresso percentual de árvores na fase exponencial da curva;

ITD = parâmetro que indica o momento da mudança da fase linear para a fase exponencial da curva, correspondendo à idade técnica do desbaste; e

$\varepsilon$  = erro aleatório;

A fase linear da curva indica que está ocorrendo um ingresso significativo de árvores em sucessivas classes de diâmetro, na fase exponencial, este ingresso não é significativo. O parâmetro ITD corresponde à idade em que ocorre a mudança de uma fase para a outra, sendo, portanto, o momento de realizar o desbaste.

Esses modelos foram ajustados através de regressão não-linear, utilizando o algoritmo Quasi-Newton.

A metodologia utilizada para definir o momento ideal de realizar o primeiro desbaste é utilizada, também, para definir o momento ótimo de execução dos desbastes sucessivos. Após o primeiro desbaste, as árvores retomam o crescimento, e, enquanto houver árvores ingressando em novas classes de diâmetros, não há necessidade de desbaste. Quando esse ingresso não for mais significativo, será indicativo do momento ideal para realizar o segundo desbaste, e assim sucessivamente, até o corte final.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações do modelo de distribuição diamétrica encontram-se na Tabela 1. Com base na estatística dessas equações e nas análises gráficas dos resíduos, foram selecionadas as

equações 1 e 5. A distribuição dos resíduos percentuais das estimativas dessas equações é apresentada na Figura 3.

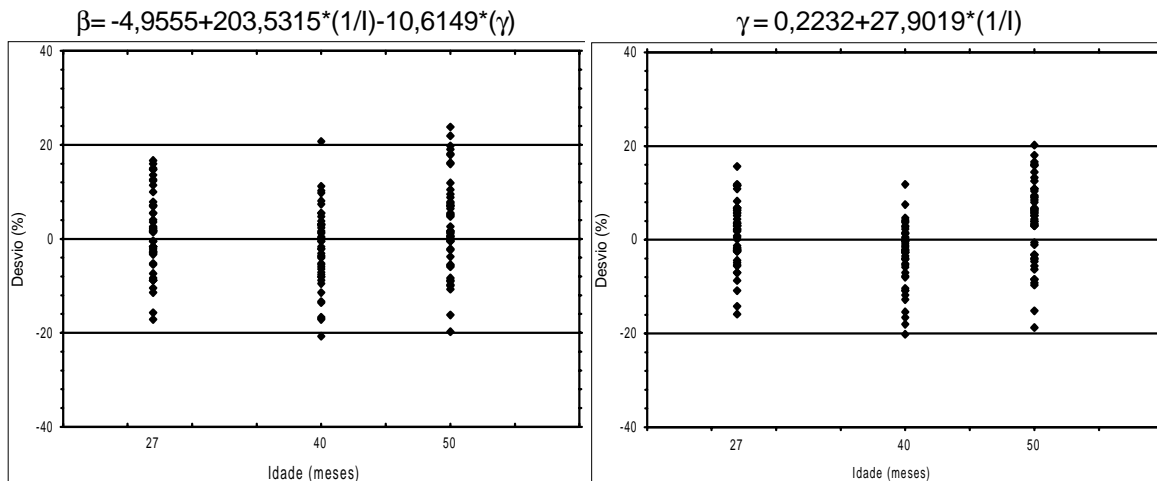
**Tabela 1.** Equações referentes aos parâmetros  $\beta$  e  $\gamma$  da função Logística, com os respectivos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e do coeficiente de variação (C.V. (%))

$\beta$  and  $\gamma$  parameters equations of the Logistical function, with coefficient of determination ( $R^2$ ) and coefficient of variation (C.V.(%)) values.

Equações	$R^2$	C.V.(%)
(1) $\beta = -4,9555+203,5315*(1/Idade)-10,6149*(\gamma)$	0,9156	3,29
(2) $\beta = 8,7158-0,6357*(Dmáx)-9,7129*(\gamma)$	0,8679	4,12
(3) $\beta = -4,7503-0,0394*(S)-4,3227*(\gamma)$	0,6832	6,39
(4) $\beta = 2,3255+147,8835*(1/Idade)-0,3310*(Dmáx)-11,7053*(\gamma)$	0,9481	2,58
(5) $\gamma = 0,2232+27,9019*(1/Idade)$	0,8638	8,05
(6) $\gamma = 2,4089-0,1006*(Dmáx)$	0,8541	8,34
(7) $\ln\gamma = -0,8046+28,0490*(1/Idade)$	0,8448	8,74**
(8) $\gamma = 1,2223+15,6828*(1/Idade)-0,0470*(Dmáx)$	0,8841	7,43

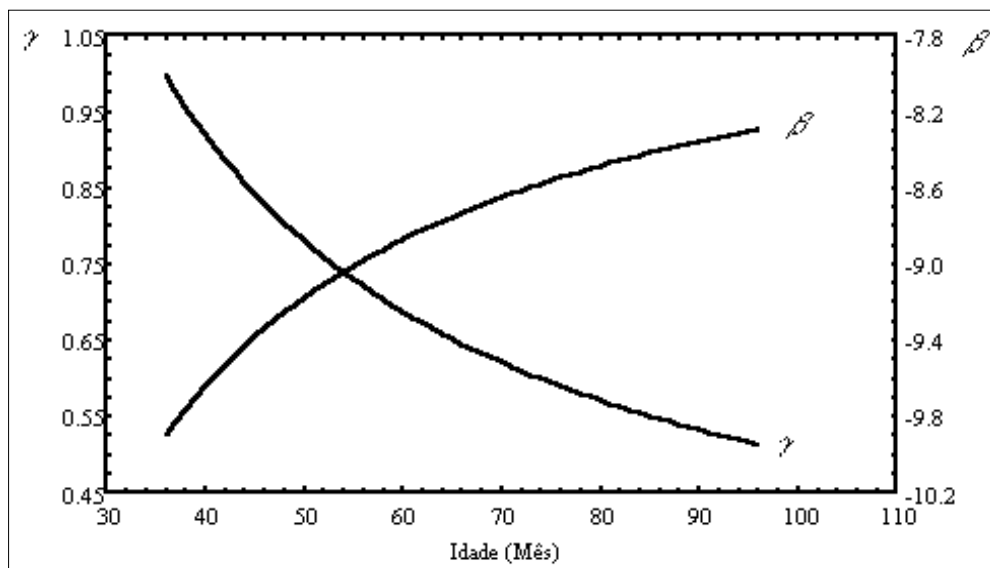
\* em que I é a idade do povoamento, em meses, Dmáx é o diâmetro máximo, em cm e S é o índice de local.

\*\* = Coeficiente de variação recalculado para a variável original ( $\gamma$ ).



**Figura 3.** Distribuição dos resíduos percentuais para as equações de  $\beta$  e  $\gamma$  (equações 1 e 5), em relação às idades de 27, 40 e 50 meses.

(Percentual residue distribution of  $\beta$  and  $\gamma$  equations (equations 1 and 5), at 27, 40 and 50 months)



**Figura 4.** Projeções dos parâmetros  $\beta$  e  $\gamma$  entre as idades de 30 e 96 meses.

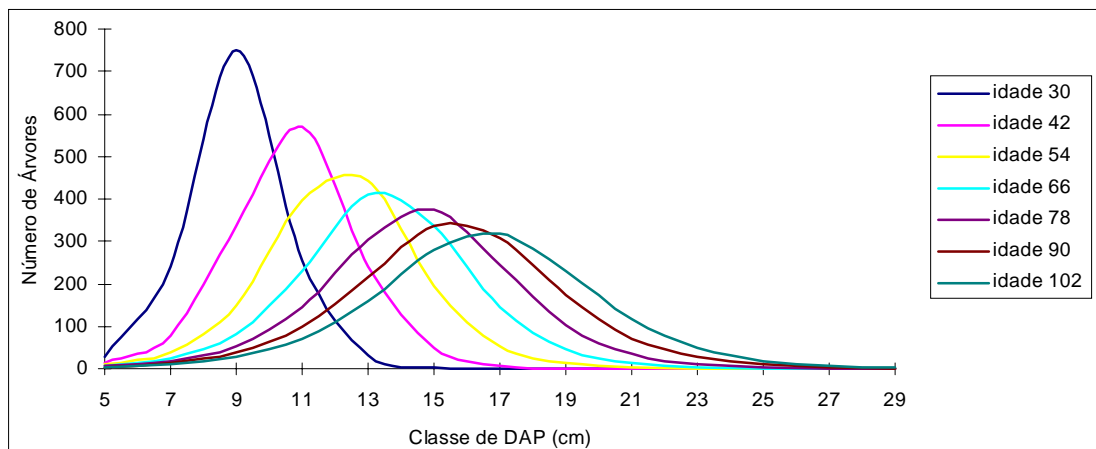
(Estimates of  $\beta$  and  $\gamma$  parameters between 30 and 96 months).

A relação entre os parâmetros da função Logística e a idade é apresentada na Figura 4. Pode-se observar que existe uma relação inversa e consistente entre  $b$  e  $g$ , justificando a inclusão da variável  $g$  como independente na equação 1.

Utilizando as equações 1 e 5, projetou-se a distribuição diamétrica para as idades de 30 a

96 meses, com intervalo de 12 meses (Figura 5).

A assimetria à direita da distribuição dos diâmetros, o achatamento das curvas em relação ao eixo horizontal e o deslocamento das árvores, com o passar dos anos, observado na Figura 5, significa que está ocorrendo diminuição no ingresso de árvores em sucessivas classes de



**Figura 5.** Distribuições diamétricas projetadas entre as idades de 36 e 102 meses, a intervalos de 12 meses.

(Estimated diametric distributions between 36 and 102 months old, in 12 month intervals)

diâmetro ao longo do tempo. A partir de uma determinada idade, esse ingresso não é mais significativo, e, para definir essa idade, foi necessário calcular o ingresso de árvores nas classes diamétricas para as diferentes idades.

Para as idades acima de 60 meses, utilizou-se um aplicativo específico para computar os ingressos percentuais. Este aplicativo foi codificado a partir de adaptações do algoritmo proposto por Garcia e Leite (1999). O aplicativo utiliza os valores de  $\beta$  e  $\gamma$  em duas ocasiões consecutivas, encontrando o valor de  $X$ , para o qual  $f_{dp_1} = f_{dp_2}$  (Figura 1), ou seja, de posse de  $\beta$  e  $\gamma$ , nas duas ocasiões, encontrou-se o valor de DD, por meio de

$$f(x_1) = \frac{\gamma * \exp(-(\beta + \gamma * x_1))}{[1 + \exp(-(\beta + \gamma * x_1))]^2} \quad e$$

$$f(x_2) = \frac{\gamma' * \exp(-(\beta' + \gamma' * x_2))}{[1 + \exp(-(\beta' + \gamma' * x_2))]^2} \quad (\text{eq. 1})$$

Igualando  $f(x_1) = f(x_2)$ , tem-se  $x_1 = x_2 = x$ , resultando em

$$\frac{\gamma * \exp(-(\beta + \gamma * x))}{[1 + \exp(-(\beta + \gamma * x))]^2} = \frac{\gamma' * \exp(-(\beta' + \gamma' * x))}{[1 + \exp(-(\beta' + \gamma' * x))]^2} \quad (\text{eq. 2})$$

Em princípio, isolando  $x$  na eq. 2 obtém-se o valor de DD. Contudo, não existe uma solução analítica para essa transformação. Assim, conforme Braun (1979), a solução para DD foi obtida por um processo iterativo, implementado no aplicativo desenvolvido. O ingresso percentual (IP) foi calculado fazendo  $F(X_2) - F(X_1)$ , na forma de probabilidade, isto é, entre zero e um.

A relação entre o IP e a idade é apresentada na Figura 6. Pode-se observar que ocorre decréscimo dos ingressos percentuais ao longo do tempo e que, a partir de 65 meses aproximadamente há uma tendência de estagnação do IP, ou seja, o ingresso passa a ser não significativo.

Para estudar essa significância optou-se pelo emprego do modelo expolinear, que consiste na justaposição de um modelo exponencial com um modelo linear. Com a pressuposição de que o IP pudesse ter um comportamento linear em uma determinada faixa de idades e exponencial em outra faixa, foi ajustado o modelo expolinear, obtendo-se a seguinte equação:

$$IP = \frac{-0,017714}{-0,686673} \ln[1 + \exp(-0,686673 * (t - 68,95471))]$$

$$R^2 = 0,922.$$

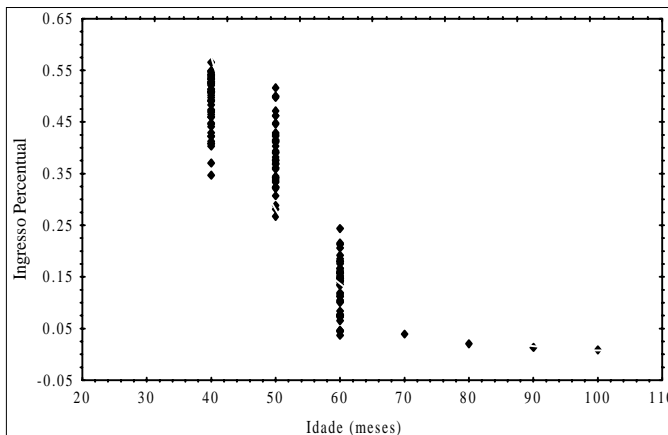
O valor de ITD, -68.95471, em módulo, indica o momento em que a curva muda da fase linear para a fase exponencial. Assim, pode-se concluir que a idade ideal para realizar o primei-

ro desbaste no povoamento estudado ocorre aos 69 meses. Antes dessa idade, estava ocorrendo um ingresso significativo de árvores em sucessivas classes de diâmetro, indicando que um número considerável de árvores continuava crescendo, não sendo recomendada a aplicação do desbaste. Entretanto, após os 69 meses, o ingresso diminui significativamente, indicando o início do processo de estagnação do crescimento em DAP. Pode-se dizer que, nesta fase, o número de árvores não é compatível com o tamanho da área, sugerindo uma redistribuição espacial por meio de um desbaste.

Após um primeiro desbaste, as árvores remanescentes voltarão a crescer e a competirem entre si, sendo necessário outros desbastes no povoamento. Esse processo deve ser repetido até o corte final. Para determinar a idade de novos desbastes deve ser utilizada a mesma metodologia.

Podem-se destacar duas vantagens do MIP:

a) O MIP permite determinar a época de iniciar a aplicação de tratamentos de desbastes pelo menos um ano antes da idade técnica de desbaste. Isto porque, através do método, esta decisão pode ser tomada utilizando apenas as três primeiras remedições (em geral, 2, 3 e 4 anos),



**Figura 6.** Ingresso percentual em função da idade do povoamento.

(Percentual entry as a function of stand age)

e o primeiro desbaste para eucalipto, em geral, ocorre em idades maiores ou igual a 4,5 anos.

b) Embora não tenha sido objetivo deste trabalho, pode-se inferir que o MIP permite reduzir a área experimental em estudos de tratamentos de desbastes e, conseqüentemente, reduz os custos destas pesquisas. Na prática, simulam-se idades de desbastes e, para cada idade, simulam-se intensidades de remoção da área basal. Por exemplo: 5 idades de desbastes x 5 porcentagens de área basal removida, resulta em 25 tratamentos. Pelo MIP serão apenas 5 tratamentos, pois não é necessário simular idades de desbastes (a idade exata de desbastar é determinada pelo MIP).

## CONCLUSÕES

✓ O método dos ingressos percentuais (MIP) proposto por Garcia e Leite (1999) é consistente e permite determinar a época de realização do primeiro desbaste;

✓ A inclusão de um modelo de distribuição de diâmetros no método proposto por Garcia e Leite (1999) permite determinar a idade técnica de desbaste quando estão disponíveis apenas três medições anuais de parcela permanente;

✓ O MIP considera de forma eficiente o porte das árvores, pois, ao utilizar uma função densidade de probabilidade para estimar a proporção de árvores, em cada classe de diâmetro, ao longo do tempo, toda a estrutura do povoamento é analisada;

✓ O MIP permite reduzir a área experimental, em pesquisas sobre desbastes, uma vez que não é necessário simular a idade de desbaste nos tratamentos.



## AUTORES E AGRADECIMENTOS

GILCIANO SARAIVA NOGUEIRA é Doutorando em Ciência Florestal da UFV - Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG – 32570-000. E-mail: gilciano@alunos.ufv.br

HELIO GARCIA LEITE é Professor Adjunto III no Departamento de Engenharia Florestal da UFV - Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG – 36570-000. E-mail: hgleite@mail.ufv.br

JOÃO CARLOS CHAGAS CAMPOS é Professor Titular no Departamento de Engenharia Florestal da UFV - Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG – 36570-000. E-mail: def@mail.ufv.br

AGOSTINHO LOPES DE SOUZA é Professor Titular no Departamento de Engenharia Florestal da UFV - Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG – 36570-000. E-mail: alsouza@mail.ufv.br

LAÉRCIO COUTO é Professor Titular no Departamento de Engenharia Florestal da UFV - Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG – 36570-000. E-mail: lcouto@mail.ufv.br

Os autores agradecem à Empresa Copener Florestal pelo apoio constante, nesta e em outras pesquisas e à Engenheira Florestal Silvana Lages Ribeiro Garcia, pela idealização do método e pelas críticas e sugestões durante a condução de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN, K. **Equações diferenciais e suas aplicações**. São Paulo: Campus, 1979. 378p.
- CAMPOS, J.C.C.; CAMPOS, A.L.A.S.; LEITE, H.G. Decisão silvicultural empregando um sistema de predição do crescimento e da produção. **Revista árvore**, v.12, n.2, p.100-110, 1988.
- DAVIS, L.S.; JOHNSON, K.N. **Forest management**. 3.ed. New York: McGraw-Hill Book, 1987. 790p.
- DEAN, T.J.; BALDWIN JUNIOR, V.C. Using a density-management diagram to develop thinning schedules for loblolly pine plantations. **USDA. Forest Service. SO research paper**, n.275, p.1-7, 1993.
- GARCIA, S.L.R.; LEITE, H.G. Uso do ingresso percentual para determinação da idade técnica de desbaste em plantações de eucalipto. **Revista árvore**, 1999. (no prelo)
- GOUDRIAAN, J. Using the expolinear growth equation to analyse resource capture. In: MONTEITH, J.L.; SCOOT, R.K.; UNSWORTH, M.H. **Resource capture by crops**. Nottingham: University Press, 1994. p.99-110.
- HILEY, W.E. **Conifers: South African methods of cultivation**. London: Faber and Faber, 1959. 123p.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas, possibilidades e método de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.
- LEITE, H.G. **Ajuste de um modelo de estimação de frequência e produção por classe de diâmetro, para povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith**. Viçosa, 1990. 81p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa
- LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; PAULA, G.G. Emprego de um modelo de programação dinâmica para conversão de troncos em multiprodutos da madeira. **Revista árvore**, v.19, n.4, p.447-445, 1995.
- POYNTON, R.J. The silvicultural treatment of eucalypt plantations in Southern Africa. **South African forestry journal**, n.116, p.11-16, 1981.
- REINEKE, L.H. Perfecting a stand density index for even-aged forest. **Journal of agricultural research**, v.46, n.7, p.627-638, 1933.
- SCHÖNAU, A.P.G. Application of a factorial design to a thinning experiment in *Eucalyptus grandis*, with intermediate results. **South African forestry journal**, n.121, p.70-77, 1982.
- STAPE, J.L.; MARTINI, E.L. Desbaste de *Eucalyptus*: opção de manejo para áreas com limitações ambientais ao corte raso. In: ENCONTRO TÉCNICO FLORESTAL, 5, 1991. **Anais**. Belo Horizonte: UFV/SIF, 1991. p.30-51.
- VEIGA, A.A. Desbastes de eucaliptos em função da área basal: método de determinação dessa área. **Silvicultura em São Paulo**, v.1, n.1, p.169-180, 1962.
- WYKOFF, W.R.; CROOKSTON, N.L.; STAGE, A.R. User's guide to the stand prognosis model. **USDA. Forest Service. INT general technical report**, n.133, p.1-112, 1982.

