



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa  
Brasil

Nogueira Dias, Andrea; Garcia Leite, Helio; Saraiva Nogueira, Gilciano; Lopes Rodrigues, Flávio  
Avaliação de métodos de ajuste de curvas de índice de local em povoamento de eucalipto  
desbastados

Revista Árvore, vol. 29, núm. 5, setembro-outubro, 2005, pp. 741-747

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829509>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **AValiação de métodos de ajuste de curvas de índices de local em povoamentos de eucalipto desbastados<sup>1</sup>**

Andrea Nogueira Dias<sup>2</sup>, Helio Garcia Leite<sup>3</sup>, Gilciano Saraiva Nogueira<sup>4</sup> e Flávio Lopes Rodrigues<sup>5</sup>

**RESUMO** – Este estudo teve como objetivo comparar a eficiência dos métodos da curva-guia, equação das diferenças e predição de parâmetros para construir curvas de índices de local em povoamentos de eucalipto desbastados. Os dados utilizados foram provenientes de um experimento de desbastes pertencente à empresa Copener Florestal, atualmente Bahia Pulp, BA. Para ajuste dos modelos, utilizaram-se dados de sete remediações (27, 40, 50, 61, 76, 87 e 101 meses) de 48 parcelas, com área média de 2.600 m<sup>2</sup>. Na avaliação individual dos métodos, analisaram-se os coeficientes de determinação, de correlação e erros médios percentuais, bem como análises gráficas das curvas de índices de local. Para testar a identidade entre os métodos, empregou-se o teste de Leite e Oliveira (2002). Para efetuar o teste, o método da curva-guia foi escolhido como método-padrão e comparado aos outros dois métodos alternativos. Na análise individual, os três métodos se enquadraram no critério adotado para avaliação da eficiência para construir as curvas de índices de local, porém o método da curva-guia foi o que apresentou melhor ajuste. A partir dos resultados do teste de identidade de modelos, constatou-se que as estimativas de índices de local, obtidas pelos métodos alternativos, diferiram estatisticamente do método-padrão, ou seja, não se confirmou a identidade entre os métodos testados. Dessa forma, o método da curva-guia foi considerado o mais adequado para construção das curvas de índices de local de povoamentos de eucalipto submetidos a desbaste.

**Palavras-chave:** Método da curva-guia, teste de identidade, equação das diferenças e predição de parâmetros.

## ***EVALUATION OF METHODS OF SITE INDEX CURVE AJUSTMENT IN THINNED EUCALYPT STANDS***

**ABSTRACT** – *The objective of this study was to compare the efficiency of the methods guide-curve, difference equation and parameter prediction to build site index curves in stands of thinned eucalypts. Data came from a thinning experiment belonging to the Copener Florestal, enterprise, Bahia, Brazil. Seven measurements (at 27, 40, 50, 61, 76, 87, and 101 months) from 48 plots with mean area of 2,600m<sup>2</sup> each, were used to adjust the models. The methods were analyzed individually through the determination and correlation coefficients, percentage mean errors, and graphical analysis of the site index curves. The identity among methods was tested according to Leite e Oliveira (2002). To perform the test, the guide-curve method was chosen as the standard for comparison with the other two methods. In the single analysis, the three methods fitted in the criterion adopted for the efficiency evaluation to build the site index curves, but the guide-curve method presented the best adjustment. The results of the model identity showed that the estimation of site index obtained*

---

<sup>1</sup> Recebido em 04.04.2003 e aceito para publicação em 10.08.2005.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Florestal da UNICENTRO, 84500-000 Irati -PR. <andias@irati.unicentro.br>.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Florestal da UFV, 36570-000 Viçosa-MG. <hglete@ufv.br>.

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Florestal da FAFEID, 39100-000 Diamantina-MG. <gilciano@fafeid.br>.

<sup>5</sup> Departamento de Engenharia Rural da UFES, 29500-000 Alegre-ES. <flavio@cca.ufes.br>.

*by the alternative methods differed statistically from the standard method, in other words, the identity among the tested methods was not confirmed. Therefore, the guide-curve method was considered to be the most suitable to build site index curves for thinned eucalypt stands.*

**Keywords:** Guide-curve method, identity test, difference equation and parameter prediction.

## 1. INTRODUÇÃO

A avaliação do potencial de produção de um local é utilizada como base para a predição do crescimento de povoamentos manejados, especialmente florestas plantadas, para que se faça o planejamento do investimento e da produção (PHILIP, 1994). No contexto de produção de madeira, esse potencial se refere à capacidade produtiva de um local para o desenvolvimento de determinada espécie ou tipo florestal (CLUTTER et al., 1983).

Para quantificar a capacidade produtiva de povoamentos equiâneos, o método mais usual em manejo florestal é a determinação de índices de local, estimados em função de dados de altura e idade das árvores. Esse método tem se tornado popular, principalmente porque quantifica a capacidade produtiva do local, através de uma expressão numérica, e não apenas o descreve de forma qualitativa e, portanto, subjetiva (HUSCH et al., 1993).

A maneira mais adequada de expressar esse índice é relacionar a altura dominante com a idade das árvores (CAMPOS et al., 1985). Para isso, é necessário definir um modelo que represente a relação da altura com a idade, bem como definir o comportamento da família de curvas geradas pelo modelo.

As curvas geradas podem se diferenciar em anamórficas e polimórficas, disjuntas e não-disjuntas. Dados de alturas/idade originados de parcelas permanentes e dados de análise de tronco podem ser utilizados na construção de curvas anamórficas e polimórficas. Porém, dados de parcelas temporárias geralmente só podem ser utilizados para construção de curvas anamórficas (CLUTTER et al., 1983).

Embora muitas técnicas diferentes tenham sido utilizadas para construir curvas de índices de local, a maioria dessas técnicas representa um caso especial dos três métodos: método da curva-guia, que gera curvas anamórficas; o método da equação das diferenças, que gera curvas anamórficas e polimórficas; e o método da predição de parâmetros, que é usado, principalmente, para gerar curvas polimórficas disjuntas (CLUTTER et al., 1983).

O método da curva-guia tem sido amplamente utilizado nos estudos referentes à quantificação da capacidade produtiva de povoamentos florestais de eucalipto. No entanto, poucos estudos têm sido realizados utilizando os métodos da equação das diferenças e da predição de parâmetros. Assim, idealizou-se este estudo, com o propósito de comparar a eficiência dos métodos da curva-guia, equação das diferenças e da predição de parâmetros, para determinar a capacidade produtiva de povoamentos de eucalipto desbastados.

## 2. MATERIALE MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados dados médios de altura dominante de cinco árvores em cada medição de um total de 48 parcelas de 2.600 m<sup>2</sup> de área, provenientes de um experimento de desbastes estabelecido em plantações do híbrido *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*, com espaçamento inicial de 3,0 x 3,0 m, pertencentes à empresa COPENER FLORESTAL, localizada no município de Alagoinhas, no Estado da Bahia.

As medições foram realizadas nas idades de 27, 40, 50, 61, 76, 87 e 101 meses, tendo sido encontrada uma variação de 20 a 26 m na idade-índice de 61 meses.

Os modelos utilizados foram:

$$\text{LnHd} = \beta_0 + \beta_1 (1/I_1) + e \text{ (método da curva-guia)} \quad (2.1)$$

$$\text{LnHd}_2 - \text{LnHd}_1 = \beta_1 (1/I_2 - 1/I_1) + e \text{ (método da equação das diferenças)} \quad (2.2)$$

$$\text{Hd} = \beta_0 [1 - \exp(-\beta_1 I_1)] + e \text{ (método da predição de parâmetros)} \quad (2.3)$$

em que:

Hd = altura média das árvores dominantes, em m;

Hd<sub>1</sub> = altura dominante na idade 1, em m;

Hd<sub>2</sub> = altura dominante na idade i + 1, em m;

I = idade dos povoamentos, em meses;

$\beta_0$  e  $\beta_1$  = parâmetros dos modelos; e

e = erro aleatório,  $e \sim N(0, \sigma^2)$ .

Esses modelos foram ajustados a 320 pares de valores de dados de altura dominante média e idade. Para o ajuste dos modelos 2.1 e 2.2, foi utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários, e para o modelo 2.3 empregou-se o procedimento iterativo Quasi-Newton.

Para construção das curvas de índices de local, adotou-se uma idade-índice de 61 meses, empregando as seguintes expressões, deduzidas conforme Clutter et al. (1983):

$$\text{LnHd} = \text{LnS} + \beta_1 \left( \frac{1}{I} - \frac{1}{I_i} \right) \quad \text{Método da curva-guia e (2.4)}$$

Método da equação das diferenças.

$$\text{Hd} = S \frac{(1 - e^{-\hat{\beta}_1 I})}{(1 - e^{-\hat{\beta}_1 I_i})} \quad \text{Método da predição de parâmetros (2.5)}$$

em que S = índice de local e  $I_i$  = idade-índice.

Os modelos foram avaliados individualmente, e a análise constou de avaliação dos coeficientes de determinação ajustados ( $\bar{r}^2$ ), coeficientes de correlação ( $r_{\hat{Y},Y}$ ), significância dos coeficientes da regressão e valor do erro médio percentual ( $\bar{e}\%$ ) entre a altura dominante observada e a estimada, utilizando-se as seguintes expressões:

$$r_{\hat{Y},Y} = \frac{\text{Cov}(\hat{Y}, Y)}{\sqrt{V(\hat{Y})V(Y)}}, \quad R^2 = \frac{\sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2}$$

$$\bar{r}^2 = R^2 - \left[ \frac{1 - R^2}{n - 2} \right] \quad \bar{e}\% = \frac{\sum \frac{\text{Hd} - \hat{\text{Hd}}}{\hat{\text{Hd}}}}{n}$$

Consideraram-se ajustes adequados os que apresentaram coeficientes significativos a 1% de probabilidade, coeficiente de correlação e de determinação superiores ou iguais a 90% e erro médio percentual menor que 10%. Foram analisadas, também graficamente, as curvas de índices de local geradas pelos três métodos.

Após a avaliação individual dos ajustes dos modelos, realizou-se o teste de identidade entre os métodos. Considerou-se o método da curva-guia como o método-padrão, sendo, então, comparado aos outros dois métodos, através do procedimento estatístico

descrito em Leite e Oliveira (2002). Com esse propósito, ajustou-se o modelo,  $S_{ji} = \alpha_0 + \alpha_1 S_{li} + e_i$ ; em que  $S_{li}$  = índice de local obtido pelo método-padrão e  $S_{ji}$  = índice de local obtido pelos métodos alternativos, equação das diferenças  $j = 2$  e predição de parâmetros  $j = 3$ , e

$i = 1, 2, \dots, n$  parcelas. A hipótese  $H_0: \alpha = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$  foi então testada, comparando-se a estatística F, de Graybill (1976)

$F(H_0) = \frac{(\beta - \theta)' (S_j' S_j) (\beta - \theta)}{2 QM \text{ Res}}$ , com o valor tabelado  $F_{0,01}(2, n-2)$  sendo o QMRes (quadrado médio do resíduo da regressão).

A condição estabelecida para identidade entre os métodos foi:  $F(H_0)_s < F_{0,01}(2, n-2)$ ,  $\bar{e} = 0$  (não-significativo) e  $r_{S_j S_l} > (1 - |\bar{e}|)$ .

em que:

$$r_{S_j S_l} = \frac{\text{Cov}(S_j, S_l)}{\sqrt{V(S_j)V(S_l)}}, \quad \bar{e} = \frac{\sum \frac{S_{ji} - S_{li}}{S_{li}}}{n}$$

Para testar a hipótese  $H_0: \bar{e} = 0$ , utilizou-se a

estatística:  $t_{\bar{e}} = \frac{\bar{e} - 0}{s_{\bar{e}} / \sqrt{n}}$ , com  $s_{\bar{e}} = \sqrt{\frac{\sum e^2 - (\sum e)^2}{n-1}}$ , adotando  $n-1$  grau de liberdade e  $\alpha = 1\%$ . Quando  $t_{\bar{e}} > t_{\alpha}(n-1)$ , a hipótese  $H_0$  é rejeitada. No entanto, se  $<$ , a hipótese  $H_0$  é aceita, ou seja, indicando, juntamente com os outros critérios, que os métodos são estatisticamente idênticos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações dos ajustes dos três métodos de classificação da capacidade produtiva foram realizadas separadamente.

#### 3.1. Método da curva-guia

Foi utilizado o modelo 2.1 relacionando dados de altura dominante e idade do povoamento de cada parcela, para gerar a curva-guia. Este modelo usual foi desenvolvido por Schumacher (1939).

A equação obtida derivada do modelo 2.1 foi:

$$\text{LnHd} = 3,5242^{**} - 24,8848^{**} (1/I) \quad (3.1)$$

\*\* significativo a 1% de probabilidade;  $\bar{r}^2 = 0,93$ ;  
 $r_{\hat{Y},Y} = 0,96$ ;  $\bar{e}\%_{Hd, \hat{Hd}} = 0,1732$ .

Verificou-se que os resultados foram aceitáveis e se enquadraram no caso ideal de ajuste, ou seja, coeficientes  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$  significativos a 1% de probabilidade, coeficiente de correlação e de determinação  $\geq 90\%$ , erro médio porcentual  $< 10\%$ .

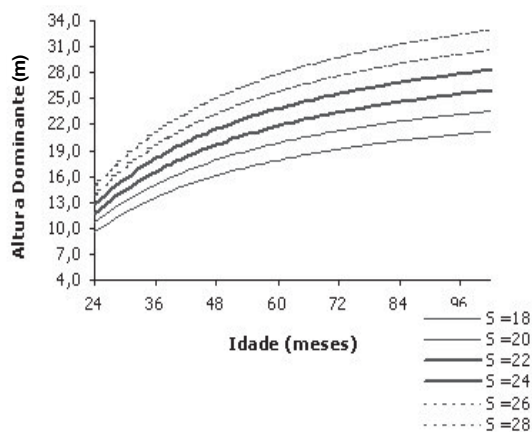
A partir da expressão  $Ln\hat{Hd} = LnS - 24,8848 \left[ \frac{1}{I} - \frac{1}{61} \right]$

e do conceito de índice de local foi gerado o feixe de curvas anamórficas de índices de local com variação do índice de local de 18 a 28 m na idade-índice. Três classes de qualidade de local foram definidas, com intervalos de 4 m na idade-índice de 61 meses (Figura 1).

### 3.2. Método da equação das diferenças

De posse das diferenças entre as alturas dominantes e as idades, representadas pela expressão:  $Y = LnHd_2 - LnHd_1$  e  $X = (1/I_2) - (1/I_1)$ , ajustou-se o modelo 2.2.,  $LnHd_2 - LnHd_1 = \beta_1 (1/I_2 - 1/I_1)$ , obtendo a equação:  $\hat{Y} = -23,302^{**} X$  (3.2)

\*\* Significativo a 1% de probabilidade;  $\bar{r}^2 = 0,83$ ;  
 $r_{\hat{Y},Y} = 0,90$ ;  $\bar{e}\%_{Hd, \hat{Hd}} = 1,3653$ .



**Figura 1** – Curvas de índices de local de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla* desbastados, com idade-índice de 61 meses, pelo método da curva-guia.

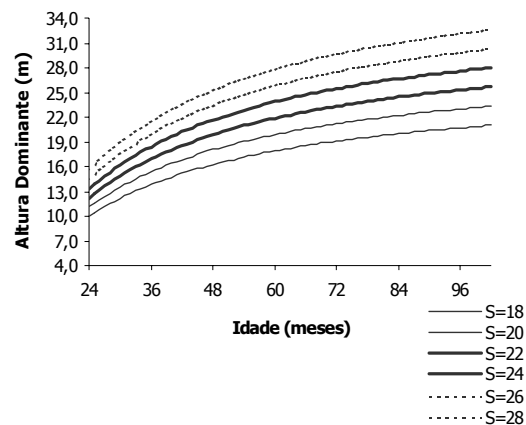
**Figure 1** – Site index curves for thinned stands of *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*, with index age of 61 months, using the guide-curve method.

Para o cálculo do erro médio, reverteram-se os valores estimados para a variável original, por meio da transformação:  $\hat{Hd}_2 = \exp(-23,302(1/I_2 - 1/I_1) + Ln(Hd_1))$ .

Verificou-se que os resultados foram aceitáveis, apresentando coeficiente  $\hat{\beta}_1$  significativo a 1% de probabilidade, coeficiente de correlação e determinação  $\geq 90\%$  e erro médio porcentual  $< 10\%$ . Observou-se que os valores dos coeficientes  $\bar{r}^2$  e  $r_{\hat{Y},Y_2}$  foram menores e o  $\bar{e}\%$ , maior que o obtido pelo método da curva-guia (item 3.1).

Utilizando o conceito de índice de local, a equação obtida foi reescrita, considerando-se  $Hd_2 = S$ , e  $I_2 =$  idade-índice, conforme desenvolvimentos de Clutter et al. (1983), resultando em

$Ln\hat{Hd} = LnS - 23,302 \left( \frac{1}{I} - \frac{1}{61} \right)$ . Da mesma forma que no método da curva-guia, construiu-se o feixe de curvas anamórficas de índices de local com variação do índice de local de 18 a 28 m, na idade-índice. Três classes de qualidade de local foram definidas, com intervalos de 4 m na idade-índice de 61 meses (Figura 2). Não se constatarem diferenças no comportamento das curvas geradas pelo método da curva-guia e da equação das diferenças.



**Figura 2** – Curvas de índices de local de plantações desbastadas de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*, com idade-índice de 61 meses, pelo método da equação das diferenças.

**Figure 2** – Site index curves for thinned stands of *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*, with index age of 61 months, using the equation difference method.

### 3.3. Método da predição de parâmetros

O primeiro passo consistiu em ajustar o modelo 2.3 para cada parcela individualmente. Esse modelo originou-se do modelo de Chapman-Richards, utilizado por Campos et al. (1985). Os parâmetros  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$  obtidos para cada parcela foram utilizados na obtenção dos índices de local, através da substituição da idade-índice nas equações do tipo  $S = Hd \frac{(1 - e^{-\hat{\beta}_1 I_i})}{(1 - e^{-\hat{\beta}_1 I})}$  para cada parcela. Os valores médios dos parâmetros foram  $\hat{\beta}_0 = 31,3449$  e  $\hat{\beta}_1 = 0,02186$ , sendo a variação do  $\bar{r}^2$  de 0,97 a 0,99.

Em seguida, ajustaram-se os modelos  $\hat{\beta}_0 = \alpha_0 + \alpha_1 S + e$  e  $\hat{\beta}_1 = \alpha_0 + \alpha_1 S + \alpha_2 S^2 + e$  conforme sugerido por Clutter et al. (1983).

Obteve-se:

$$\hat{\beta}_0 = -14,3550^{**} + 2,0144^{**} S \quad (3.3)$$

\*\* Significativo a 1% de probabilidade;  $\bar{r}^2 = 0,41$ ;  $r_{\hat{Y},Y} = 0,64$ .

$$\hat{\beta}_1 = -0,14474 + 0,01626 * S + -0,00039 * S^2 \quad (3.4)$$

\*\* Significativo a 1% de probabilidade;  $\bar{r}^2 = 0,31$ ;  $r_{\hat{Y},Y} = 0,55$ .

Os valores de  $\bar{r}^2$  das equações 3.3 e 3.4 indicam

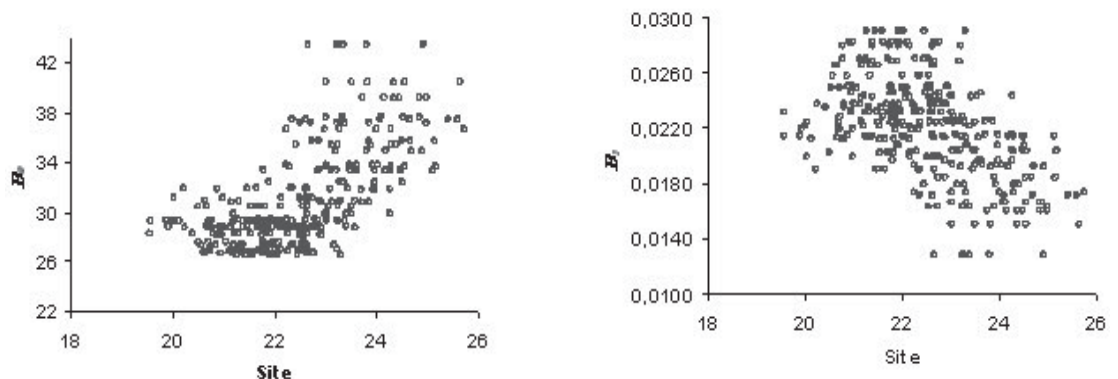
que não existe uma relação direta entre os coeficientes e os índices de local estimados, pelo modelo de Chapman-Richards, cuja análise complementar foi feita analisando-se a Figura 3.

Observou-se que nenhuma relação foi verificada entre  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$  com os índices de local. Diante disso, admitiram-se  $\hat{\beta}_0 = \bar{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1 = \bar{\beta}_1$ , ou seja, utilizaram-se os valores médios dos coeficientes obtidos no ajuste do modelo de cada parcela. Esses valores foram considerados como os estimadores do modelo 2.3, de Chapman-Richards. Para obtenção dos valores de altura dominante estimados, utilizou-se a expressão  $H\hat{d} = \bar{\beta}_0 (1 - e^{-\bar{\beta}_1 I})$ . Nesse caso, calculou-se o valor do erro médio porcentual, a partir dessa expressão, com os coeficientes médios, e obteve-se  $\bar{e}\%_{H\hat{d},H\hat{d}} = -2,31149$ . Observou-se que o valor em módulo obtido por esse método foi maior que o conseguido pelos métodos da equação das diferenças e da curva-guia.

Para a construção do feixe de curvas (Figura 4), foi necessária a aplicação do conceito de índice de

local, através da expressão:  $Hd = S \frac{(1 - e^{-0,02186 * I})}{(1 - e^{-0,02186 * 61})}$ .

Constatou-se, através da estimativa em módulo do erro médio porcentual maior em relação aos outros dois métodos, que nesse método os valores de altura dominante estimados foram superiores aos observados.



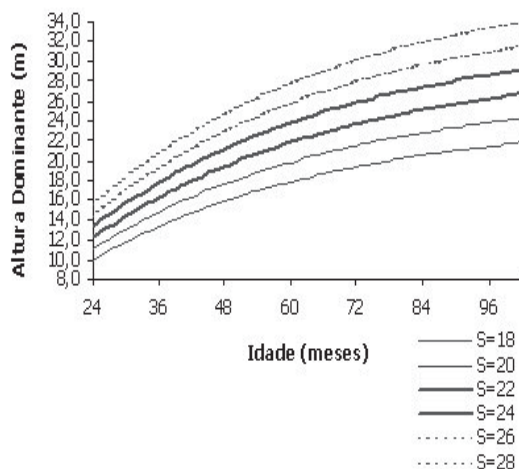
**Figura 3** – Dispersão das estimativas dos parâmetros do modelo de Chapman-Richards, em função dos índices de local de cada parcela.

**Figura 3** – Dispersion of parameter estimates of the Chapman-Richards model, as a function of the site indexes in each plot.

No entanto, na Figura 4 as curvas geradas apresentam comportamento semelhante ao observado nos métodos da curva-guia e da equação das diferenças.

### 3.4. Teste de identidade entre os métodos de classificação da capacidade produtiva

Para realizar este teste, utilizou-se o procedimento estatístico desenvolvido por Leite e Oliveira (2002). O método da curva-guia foi o que apresentou melhor ajuste, sendo definido como o método-padrão e os outros dois métodos, como métodos alternativos. Além



**Figura 4** – Curvas de índices de local de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla* desbastados, com idade-índice de 61 meses, pelo método da predição de parâmetros.

**Figure 4** – Site index curves for thinned stands of *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla*, with index age of 61 months, using the parameter prediction method.

disso, o método da curva-guia é utilizado com frequência e apresenta resultados coerentes para construção de curvas de índices de local.

A comparação foi realizada a partir dos valores de índices de local, estimados para cada parcela, através do modelo  $S_{ji} = \alpha_0 + \alpha_1 S_{li} + e_i$ , em que  $j = 2$  (equação das diferenças);  $j = 3$  (predição de parâmetros); e  $S_{li}$  = índice de local obtido pelo método da curva-guia. A conclusão de identidade entre os métodos se baseou na condição estabelecida para identidade, em que  $F(H_0)_s < F_{0,01}(2, n-2)$ ,  $\bar{e} = 0$  (não-significativo) e  $r_{s,s_1} > (1 - |\bar{e}|)$ . Os resultados do ajuste do modelo para as duas comparações estão descritos no Quadro 1.

#### 3.4.1. Comparação entre o método da curva-guia e da equação das diferenças

No Quadro 1, observa-se um valor de  $F(H_0)_s = 18,50^{**}$ , significativo em nível de 1% de probabilidade, concluindo-se que  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$  são diferentes de 0 e 1, respectivamente, ou seja, os valores estimados de índices de local nos dois métodos comparados não são coincidentes. Em relação ao teste do erro médio através do valor do  $t_{\bar{e}}$ , obteve-se  $t_{\bar{e}} = -6,15^{**}$  significativo em um nível de 1% de probabilidade, indicando que as diferenças entre os métodos testados não são causadas aleatoriamente. Por fim, um valor de 0,9953 foi encontrado na expressão  $(1 - |\bar{e}|)$ , que é maior que a correlação  $r_{s,s_1} = 0,974$ . Os resultados se enquadram no caso 8 do teste de identidade de modelos de Leite e Oliveira (2002), em que os valores de  $F(H_0)$  e  $t_{\bar{e}}$  são significativos em um nível  $\alpha$  de probabilidade e a correlação é menor que 1- erro médio ( $r_{s,s_1} < (1 - |\bar{e}|)$ ), indicando que os

**Quadro 1** – Resultados estatísticos dos ajustes para comparação dos métodos de construção de curvas de índices de local  
**Table 1** – Statistical results of the adjustments for the comparison of site index building methods

Método da Curva-Guia x Método da Equação das Diferenças								
n	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$r_{s,s_1}$	Erro ( $\bar{e}$ )	$F(H_0)_s$	$t_{\bar{e}}$	$r_{s,s_1} > (1 -  \bar{e} )$	Conclusão
320	-0,1554 <sup>ns</sup>	1,0021 <sup>**</sup>	0,974	-0,0047	18,50 <sup>**</sup>	-6,15 <sup>**</sup>	não	$Y_j \neq Y_i$
Método da Curva-Guia x Método da Predição de Parâmetros								
320	1,01118 <sup>**</sup>	0,9499 <sup>**</sup>	0,962	-0,0051	23,27 <sup>**</sup>	-5,71 <sup>**</sup>	não	$Y_j \neq Y_i$

\*\* Significativo a 1% de probabilidade e ns não-significativo.



métodos da curva-guia e da equação das diferenças, de construção de curvas de índices de local, proporcionaram valores estatisticamente diferentes.

### 3.4.2. Comparação entre o método da curva-guia e da predição de parâmetros

Nesta comparação, obteve-se um valor de  $F(H_0)_s = 23,27^{**}$  significativo em nível de 1% de probabilidade (Quadro 1), indicando que  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$  são diferentes de 0 e 1, sendo, portanto, os valores estimados pelos dois métodos diferentes. Obteve-se o valor de  $t_{\bar{e}} = -5,71^{**}$  significativo em um nível de 1% de probabilidade, indicando que as diferenças entre os métodos testados não são causadas aleatoriamente. Além disso, um valor de 0,9949 foi encontrado na expressão  $(1 - | -0,0051 |)$ , que é maior que a correlação  $r_{s,s_1} = 0,962$ . Isso indica, como na comparação anterior, que os métodos de predição de parâmetros e curva-guia proporcionaram resultados estatisticamente diferentes.

A partir dos resultados do ajuste do modelo para as duas comparações, que foram descritos no Quadro 1, concluiu-se que as estimativas de índices de local, obtidas pelos métodos alternativos, diferiram estatisticamente pelo método-padrão, ou seja, não se constatou identidade entre os métodos curva-guia, equações das diferenças e predição dos parâmetros.

O método da curva-guia, utilizado como método-padrão, foi o que apresentou melhor ajuste quando analisado individualmente. Além disso, diferiu dos outros dois métodos pelo teste de identidade, sendo, então, considerado o mais eficiente para construção de curvas de índices de local para povoamentos de eucalipto desbastados.

## 4. CONCLUSÕES

Os métodos da curva-guia, de equações da diferenças e de predição dos parâmetros se enquadraram no critério adotado para avaliação da eficiência para se construírem curvas de índices de local em povoamentos de eucalipto desbastados, ressaltando-se que o método da curva-guia apresentou melhor ajuste na análise individual, em comparação com os outros dois métodos.

A partir dos resultados do teste de identidade de modelos, constatou-se que as estimativas de índices de local, obtidas pelos métodos alternativos, diferiram estatisticamente do método-padrão, ou seja, não se confirmou a identidade entre os métodos testados.

De acordo com os resultados estatísticos obtidos e por ser um método de uso freqüente e com resultados satisfatórios em estudos desta natureza, o método da curva-guia foi considerado o mais adequado para construção das curvas de índices de local de povoamentos de eucalipto submetidos a desbaste.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J.C.C.; TORQUATO, M.C.; RIBEIRO, G.A. Equações para calcular índices de local e incremento da altura em plantações puras de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 9, n.1, p. 1-9, 1985.

CLUTTER, J.L. et al. **Timber management. A quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983. 333p.

GRAYBILL, F.A. **Theory and application of the linear model**. Belmonte: Wadsworth Publishing Company, 1976. 704 p.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest Mensuration**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1993. 402 p.

LEITE, H.G.; OLIVEIRA, F.H.T. Statistical Procedure to Test Identity Between Analytical Methods. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, n. 7/8, p.1105-1118, 2002.

SCHUMACHER, F.X. A new growth curve and its application to timber studies. **Journal of Forestry**, v.37, p.819-820, 1939.

PHILIP, M.S. **Measuring trees and forests**. 2. ed. Wallingford: CAB International, 1994. 310p.