

## **CLASSIFICAÇÃO DE SÍTIO PARA PovoAMENTOS DE *Pinus elliottii* ENGELM. NO SUL DO BRASIL**

Edilson Batista de Oliveira<sup>\*</sup>  
Yeda Maria Malheiros de Oliveira<sup>\*\*</sup>  
Sérgio Ahrens<sup>\*\*\*</sup>  
Sebastião do Amaral Machado<sup>\*\*\*\*</sup>

### **RESUMO**

Os povoamentos florestais de *Pinus elliottii* Engelm. estabelecidos na região sul do Brasil constituem uma importante fonte de matéria prima para a indústria florestal. Com o objetivo de elaborar ferramentas matemáticas para o aproveitamento adequado desses recursos, foram desenvolvidas curvas de índice de sítio para povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. implantados nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Sete modelos matemáticos foram testados, utilizando dados obtidos a partir de análise de tronco de árvores coletadas em 106 locais. O melhor ajuste foi apresentado pelo modelo  $H = b_0 e^{b_1(1/I)^{b_2}}$ , onde  $H$  é a altura dominante e  $I$  a idade, resultando a equação  $H = 102,96e^{-6,0524(1/I)^{0,8220}}$ , na formulação anamórfica. Foram elaborados um gráfico com curvas delimitantes das classes de sítio e uma tabela com os valores de altura dominante em função de idades. As curvas obtidas foram comparadas com classificações de sítio apresentadas por outros autores, para diferentes locais da região sul e apresentaram comportamentos semelhantes. Estas comparações, realizadas para diferentes classes de sítio, indicaram um padrão no comportamento do crescimento de *P.elliottii* nesta região.

**PALAVRAS-CHAVE:** índice de sítio, altura dominante, equação de sítio.

### **ABSTRACT**

## **SITE CLASSIFICATION FOR *Pinus elliotti* ENGELM (*Slash Pine*) IN SOUTHERN BRAZIL**

Slash pine (*Pinus elliottii* Engelm) stands established in Southern Brasil are an important source of raw material for the forest industry. Site classification curves for stands of slash pine planted in the states of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul were developed in order to provide some of the mathematical tools needed to

\* Eng.-Agrônomo, Doutor, CREA-AC nº 1211-D, Pesquisador da Embrapa Florestas.

\*\* Eng.Florestal, Mestre, CREA-PR nº 6932, Pesquisador da Embrapa Florestas.

\*\*\* Eng.Florestal, Doutor, CREA-PR nº 10.649, Pesquisador da Embrapa Florestas.

\*\*\*\* Eng.Florestal, Doutor, CREA-PR nº 2413-D, Consultor.

rationalize the utilization of those resources. Seven mathematical models were tested using data obtained from stem analysis of trees sampled from 106 stands. The best fit was achieved with the modelo  $H = b_0 e^{b_1(1/I)^{b_2}}$  where H is the dominant height and I is the age, resulting in the equation  $H = 102,96e^{[-6,0524(1/I)^{0,8220}]}$  in the anamorphic formulation. A graph with the limits for the site classes and a table with the dominant heights related to age values are both presented. The curves reported were compared to those obtained by other authors with data collected in different locations in Southern Brasil and similar trends were identified. These comparisons, made with different site classes, indicated a growth pattern for slash pine in this region.

**KEY WORDS:** Site index, dominant height, site equation.

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão dos reflorestamentos com *Pinus*, no Brasil, ocorreu principalmente devido à política de incentivos fiscais, que vigorou de 1966 a 1987. As espécies *Pinus elliottii* Engelm. e *P. taeda* L. são as mais plantadas na região sul do Brasil. Segundo Ramos (1993), de 1966 a 1993, foi programado, no Paraná, o plantio de 660 mil hectares de *Pinus*, representando uma cobertura florestal em torno de 3,3% da área territorial do Estado. Hoje, estas florestas constituem uma das poucas fontes de abastecimento de matéria prima para o parque industrial florestal daquele estado. Importância semelhante é atribuída às florestas de *Pinus* spp. nos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, principalmente, nas regiões onde se concentram os pontos apresentados na Figura 1. Para o aproveitamento adequado destes recursos, é fundamental a aplicação de métodos matemáticos que possibilitem o planejamento eficiente da produção. Estes métodos abrangem estudos que visam à prognose de crescimento e produção das florestas, além dos métodos de avaliação econômico-financeira e de planejamento e otimização. Equações de índice de sítio têm sido amplamente utilizadas nestes estudos. Devido à sua consistência e fácil interpretação, as curvas de índice de sítio têm sido básicas na construção de tabelas de produção e nos modelos computadorizados de simulação do crescimento e da produção.

As curvas de índice de sítio podem ser desenvolvidas a partir da avaliação do crescimento em altura de parcelas permanentes ou, indiretamente, por análise de tronco. A altura dominante tem sido a variável mais empregada como indicadora da qualidade do sítio. Ortega e Montero (1988) destacaram, como sendo a principal vantagem da utilização desta variável como indicador da produção o fato de ela ser menos sensível às falhas e, em geral, aos tratamentos silviculturais.

Alguns estudos têm sido realizados, no Brasil, visando à classificação de sítio para *Pinus*. Para *P. taeda*, Machado (1980) construiu curvas polimórficas, utilizando o modelo de Prodan para a região central do Paraná, para árvores de 6 a 17 anos, utilizando dados de análise de tronco. Scolforo & Machado (1988) testaram sete modelos de classificação de sítio e concluíram que o modelo de Chapman-Richards foi o melhor para a construção de curvas de sítio para os estados do Paraná e de Santa Catarina. Anteriormente, Oliveira & Ahrens (1985) reportaram sobre a realização deste estudo e Oliveira & Ahrens (1987) apresentaram resultados preliminares, utilizando o ajuste do modelo de Prodan. Oliveira et al. (1990) apresentaram um estudo com o desenvolvimento de curvas anamórficas para

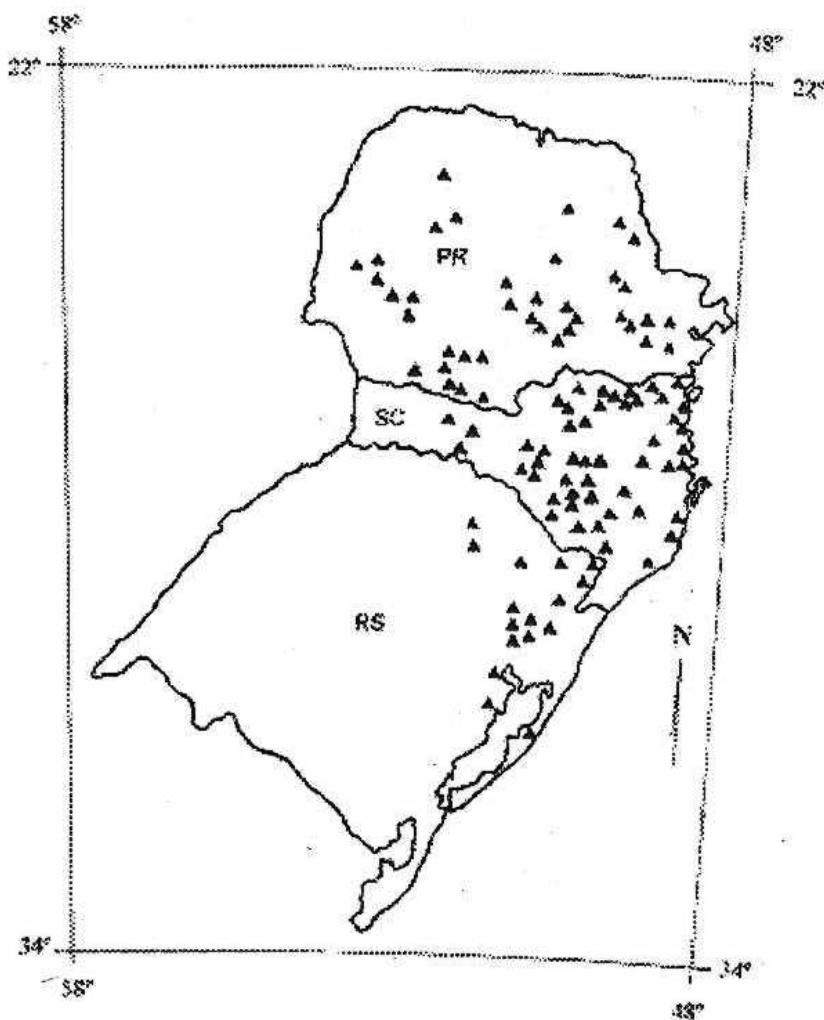
florestas de *P. taeda* implantadas no sul do Brasil. Esse estudo foi realizado através do método de análise de homogeneidade de regressões e de posições dos resíduos de cada idade, em função da altura dominante aos 15 anos.

O sítio é caracterizado pela soma de todos os fatores que afetam a capacidade produtiva do povoamento florestal. Dentre estes fatores, destacam-se as características físicas, químicas e mineralógicas do solo, características climáticas e fisiográficas, bem como fatores bióticos. A associação destes fatores à classificação de sítio tem sido enfocada por diversos autores. No Brasil, destaca-se o estudo de Menegol (1991) visando à seleção de variáveis nutricionais que possam servir de base para a avaliação do crescimento em altura de *P. elliottii*. No Canadá, a relação solo-sítio foi estudada para *Tsuga heterophylla* por Kayahara et al. (1995).

O presente trabalho teve como objetivos desenvolver curvas de índice de sítio para povoamentos de *P. elliottii* estabelecidos na região sul do Brasil e, posteriormente, compará-las com as curvas obtidas por outros autores, para esta espécie, em locais mais restritos da região sul.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados em 106 locais dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em cada local (Figura 1), foi realizado o inventário de uma parcela de 400 m<sup>2</sup> em povoamentos de, no mínimo, 9 anos de idade. Em cada parcela, foi abatida uma árvore dominante. Foram consideradas como dominantes, as árvores com DAP superior à média mais duas vezes o desvio padrão dos DAP's das árvores da parcela. De cada árvore selecionada, foram retirados discos de aproximadamente 6 cm de espessura nas alturas de 0,1; 0,3; 0,5 e 1,3 m e, a partir daí, a cada 2 m de intervalo. Os anéis de crescimento de cada disco foram mensurados, procedendo-se, então, à aplicação da técnica de análise completa de tronco para determinar a altura, em cada idade. A metodologia e o software utilizados para a análise de tronco foram apresentados por Barusso (1975).



**FIGURA 1.** Estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS), com a localização ( $\blacktriangle$ ) dos povoamentos de *P. elliottii* utilizados para a coleta dos dados utilizados para o ajuste das equações de sítio.

Os seguintes modelos foram testados:

$$1. \ln(H) = \beta_0 + \beta_1(\frac{1}{I})$$

$$2. H = \beta_0 + \beta_1 \ln(I)$$

$$3. \ln(H) = \beta_0 + \beta_1(\frac{1}{I}) + \beta_2(\frac{1}{I^2})$$

$$4. \ln(H) = \beta_0 + \beta_1(\frac{1}{I}) + \beta_2(\frac{1}{I^2}) + \beta_3(\frac{1}{I^3})$$

$$5. H = \frac{I^2}{\beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 I^2}$$

$$6. H = \beta_0 e^{\beta_1(1/I)^{\beta_2}}$$

$$7. H = \beta_0 [1 - e^{\beta_1 I}]^{\beta_2}$$

Onde :  $H$  = altura dominante

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros a serem estimados

$I$  = idade

$e$  = base do logaritmo natural

Um teste de anamorfismo foi realizado pelo método de Williams (1959). Por este método, testaram-se as hipóteses de paralelismo e de diferenças de posição das equações obtidas com o ajuste do modelo:  $Resíduo = b_0 + b_1 H_{d_{15}}$ . O valor do Resíduo referente a cada árvore, em cada idade, foi obtido pela diferença entre a altura dominante estimada pela equação de sítio e a altura dominante observada. A variável  $H_{d_{15}}$  refere-se à altura dominante na idade índice (15 anos).

A escolha do modelo mais adequado foi baseada nos coeficientes de determinação ajustados para as regressões ( $R^2_{aj}$ ), erros padrões das estimativas em percentagem ( $S_{yx}\%$ ), valores de F e análise visual da distribuição gráfica dos resíduos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os coeficientes dos modelos testados, bem como suas respectivas medidas de precisão e de ajuste.

**TABELA 1. Coeficientes e principais estatísticas dos modelos testados para expressar a relação altura dominante sobre idade para *P. elliottii* da região sul do Brasil.**

| Modelos | Coeficientes   |                |                |                | Estatísticas* |                                  |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------------------------|
|         | b <sub>0</sub> | b <sub>1</sub> | b <sub>2</sub> | b <sub>3</sub> | F             | R <sup>2</sup> <sub>aj</sub> (%) |
| 1       | 3,0607         | -3,8759        |                |                | 7088,67       | 89,82                            |
| 2       | -4,0541        | 8,6416         |                |                | 5996,00       | 89,83                            |
| 3       | 3,4455         | -7,3735        | -3,5324        |                | 8465,15       | 95,97                            |
| 4       | 3,6869         | -10,8290       | 13,8290        | -7,1158        | 6547,74       | 96,07                            |
| 5       | 0,6499         | 0,4594         | -0,0306        |                | 30066,05      | 96,62                            |
| 6       | 102,96         | -6,0524        | 0,822          |                | 32018,19      | 97,71                            |
| 7       | 33,18          | 0,0635         | 1,2714         |                | 6860,93       | 96,59                            |

\* Os valores de F e R<sup>2</sup><sub>aj</sub> (%) foram calculados considerando os modelos na formulação não logaritimizada.

Devido à existência de muitas avaliações em idades jovens, os modelos apresentaram pouca eficiência ao estimar as alturas dominantes nas idades mais avançadas. Principalmente após os 20 anos, constatou-se na análise dos resíduos, valores estimados maiores que os observados.

O modelo que apresentou o melhor ajuste foi o de número 6, e que resultou na equação 1.

$$H = 102,96 e^{[-6,0524 \cdot (1/t)^{0,8220} - 1]}$$

### 3.1. Teste de anamorfismo

A não significância da "Diferença entre Regressões" indicou paralelismo entre elas. Os valores residuais relacionados por um modelo de regressão linear simples para altura dominante aos 15 anos, apresentaram inclinações (coeficientes **b**<sub>1</sub>) sem variação significativa entre as idades (Tabela 2).

**Tabela 2. Análise de variância para teste de homogeneidade de posições e de regressões.**

| F.V.                       | G.L. | S.O.     | Q. M.  |
|----------------------------|------|----------|--------|
| Regressão Combinada        | 1    | 1,2931   |        |
| Diferença entre Regressões | 22   | 11,4818  | 0,5219 |
| Diferença entre Posições   | 22   | 59,7806  | 2,7173 |
| Resíduos Combinados        | 985  | 511,8060 | 0,5196 |
| Total entre Grupos         | 1030 |          |        |

\*\* - significativo pelo teste F, ao nível de 1%.

ns - não significativo.

O teste da "Diferença entre Posições", que indica a variação entre os coeficientes  $b_0$  das regressões foi significativa. Entretanto, na análise de resíduos, não foram observadas tendências com a variação de idades, em diferentes classes de sítio. Assim, as curvas anamórficas foram consideradas adequadas para a elaboração da tabela e curvas de sítio para os dados analisados.

Para a determinação da altura dominante  $H_2$  referente à idade  $I_2$ , a partir de uma altura dominante inicial  $H_1$  referente à idade  $I_1$  tem-se na formulação anamórfica:

$$\beta_0 = H e^{-\beta_1(1/I_i)^{\beta_2}} \quad (2)$$

logo:

$$H_2 = H_1 e^{\beta_1[(1/I_2)^{\beta_2} - (1/I_1)^{\beta_2}]} \quad (3)$$

### 3.2. Classificação de Sítios

Os 106 povoamentos estudados foram classificados por índices de sítio e idade, conforme a Tabela 3. Para povoados com idade inferior a 15 anos, os índices de sítio foram estimados a partir da altura dominante, na idade mais avançada, através da equação (4) e que; por sua vez, foi obtida a partir das expressões (1) e (3):

$$\text{Índice de sítio} = H_1 e^{-6,0524[(1/15)^{0,8220} - (1/I_1)^{0,8220}]} \quad (3)$$

**Tabela 3. Distribuição das árvores amostradas em relação à idade e classes de sítio.**

| Classes<br>de<br>sítio (m) | Idade (anos) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Total |    |     |
|----------------------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|----|-----|
|                            | 9            | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23    | 24 |     |
| [16 - 18]                  | 1            | 1  |    |    |    | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    |    |       |    | 5   |
| [18 - 20]                  | 1            | 1  | 4  | 1  | 4  | 4  | 1  | 5  | 1  | 2  |    | 1  | 1  |    |       |    | 26  |
| [20 - 22]                  | 2            | 2  |    | 2  | 4  | 7  | 9  | 2  | 3  |    | 2  | 2  | 2  | 1  | 2     | 2  | 42  |
| [22 - 24]                  | 3            | 2  | 2  | 3  |    | 2  | 5  | 4  | 3  | 1  |    | 1  |    |    | 1     |    | 27  |
| [24 - 26]                  | 1            |    | 1  |    |    |    | 1  | 1  |    | 2  |    |    |    |    |       |    | 6   |
| Total                      | 5            | 6  | 9  | 5  | 6  | 10 | 14 | 20 | 7  | 7  | 0  | 5  | 4  | 2  | 1     | 2  | 106 |

### 3.3. Construção da tabela e das curvas de índices de sítio

Substituindo-se os coeficientes da equação (1) na expressão (3), pode-se obter o índice de sítio referente à parcela inventariada, a partir da altura dominante em qualquer idade, conforme a equação (5).

$$H_i = \text{Índice de Sítio} \left\{ e^{-6.0524[(1/I_i)^{0,8220} - (1/15)^{0,8220}]} \right\} \quad (5)$$

Na Tabela 3 são apresentadas as alturas dominantes em função de idades e classes de índices de sítio de 15m a 26m, com intervalos de 0,5m. Estes resultados tiveram por base a equação (5).

### 3.4. Comparação com outras curvas de índices de sítio

Na Tabela 4, estão representadas as curvas de sítio para *P.elliottii* obtidas no presente trabalho, juntamente com as obtidas por Scolforo & Machado (1988) e Menegol (1991), para índices de sítio de 16m, 21 m e 26m. Enquanto no presente estudo foi utilizada a formulação anamórfica para a elaboração das curvas, nos trabalhos de Scolforo & Machado (1988) e de Menegol (1991), foi utilizada a formulação polimórfica.

A equação de sítio obtida por Scolforo & Machado (1988) foi baseada na função

de Chapman-Richards e as medições utilizadas foram provenientes de análise de tronco e de parcelas temporárias de povoamentos localizados nos estados do Paraná e de Santa Catarina, com amplitude de idades de 1 a 29 anos. A equação obtida naquele estudo foi:

$$H_i = 33,48663(1 - e^{(-0,0732239 \cdot I)})^{1,2911456} \quad (6)$$

No trabalho de Menegol (1991), a equação de sítio obtida foi baseada no modelo de Prodan e as medições utilizadas eram provenientes de análises de tronco de árvores de povoamentos do segundo planalto do estado do Paraná, com idades entre 16 e 18 anos. A equação obtida foi:

$$H_i = \frac{I}{(1,12806 + 0,315710(I) + 0,0242241(I^2))} \quad (7)$$

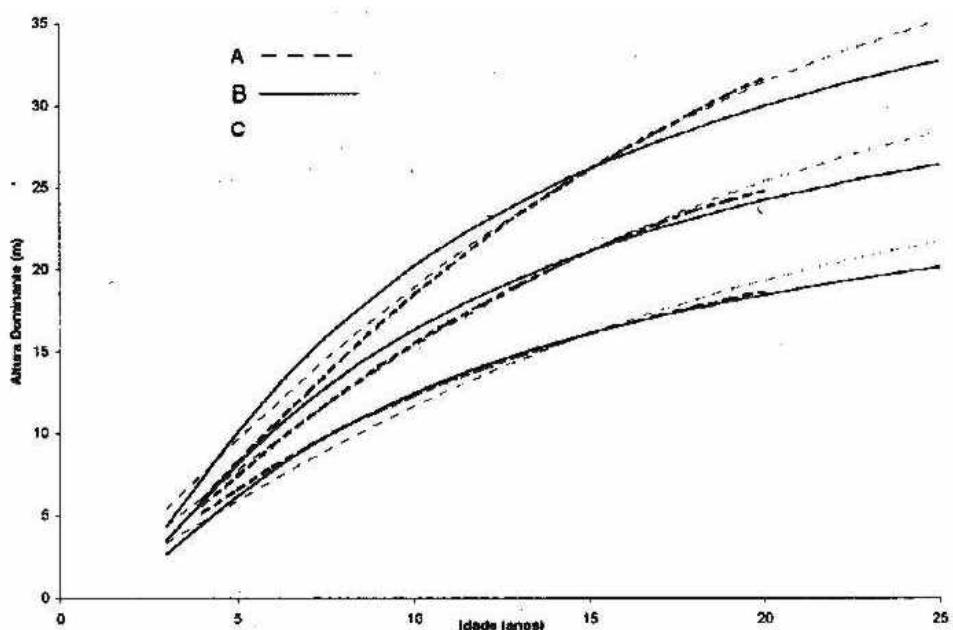
Os valores apresentados na Tabela 3 correspondem às idades de finalização diferentes, que foram estabelecidas em função do horizonte trabalhado em cada pesquisa (20, 25 e 30 anos). As análises estatísticas efetuadas no presente trabalho, em que foi utilizado um modelo com formulação anamórfica, indicam grande estabilidade das curvas obtidas. Nos estudos de Scolforo & Machado (1988) e Menegol (1991), que utilizaram a formulação polimórfica, também, foi observada esta estabilidade.

Apesar da diferença na formulação, pela Figura 2, pode-se observar que, para cada índice de sítio estudado, as três curvas tendem a se sobrepor. Apenas os valores apresentados por Menegol (1991), para idade de 5 anos, no sítio inferior ou superior apresentam divergências com os demais autores. No entanto, essas divergências reduzem-se com o aumento da idade.

Para cada índice de sítio, as curvas resultantes dos três trabalhos diferem pouco. Em termos médios, os três trabalhos fornecem resultados que indicam uma constância no comportamento do crescimento de *P. elliottii* Engelm., no sul do Brasil.

**Tabela 4.** Índices de sítio para *P.elliottii* Engelm., conforme Menegol (1991) - A, o presente trabalho - B e Scolforo & Machado (1988) - C.

| Idade<br>(anos) | Índices de Sítio |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | 16m              |      |      | 21m  |      |      | 26m  |      |      |
| 5               | 6,6              | 6,1  | 5,9  | 7,4  | 8,1  | 7,7  | 8,2  | 10,0 | 9,5  |
| 10              | 12,2             | 12,4 | 12,0 | 15,4 | 16,2 | 15,2 | 18,4 | 20,1 | 18,8 |
| 15              | 16,0             | 16,0 | 16,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 26,0 | 29,8 | 26,0 |
| 20              | 18,6             | 18,4 | 19,2 | 25,0 | 24,1 | 25,2 | 31,5 | 30,9 | 31,3 |
| 25              |                  | 20,0 | 21,6 |      | 26,3 | 28,3 |      | 32,5 | 35,0 |
| 30              |                  |      | 23,2 |      |      | 30,4 |      |      | 37,7 |
| Traba<br>lhos   | A                | B    | C    | A    | B    | C    | A    | B    | C    |



**Figura 2.** Curvas de índice de sítio para *P.elliottii* Engelm., conforme Menegol (1991) -(A), o presente trabalho - (B) e Scolforo & Machado (1988) - (C).

#### **4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

- A quantidade e a distribuição dos povoamentos utilizados, junto com a precisão no ajuste do modelo, possibilitam que as curvas de classificação de sítio obtidas no presente trabalho tenham aplicação em praticamente toda a área de plantio de *P. elliottii* no país, ao contrário dos modelos testados em trabalhos anteriores;
- Existe um padrão bem definido de crescimento de *P. elliottii* Engelm. nesta região;
- As curvas de classificação de sítio obtidas no presente trabalho já vêm sendo testadas por vários produtores, que consideram seus resultados consistentes, mesmo para idades superiores a 21 anos, onde o estudo teve número reduzido de medições de altura dominante;
- É recomendável o desenvolvimento de novos estudos envolvendo idades mais avançadas, principalmente porque os produtores estão prolongando as idades de corte final, visando à obtenção de maiores volumes de madeira para laminação e serraria;
- Em estudos desta natureza, é recomendada a abordagem de tópicos que envolvam informações sobre características físicas e químicas dos solos. Isto possibilitará o mapeamento da classificação de sítios antes de se plantar a floresta. Assim, a ampliação das florestas ou a aquisição de novas áreas pode ser realizada pelo proprietário florestal, com expectativa de produção madeireira baseada em métodos biométricos.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BARUSSO, A.P. **A determinação de funções de crescimento mediante análise de tronco.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1977. 133p. Tese Mestrado.
- KAYAHARA, G.J.; CARTER, R.E., KLINKA, K. Site index of western hemlock (*Tsuga heterophylla*) in relation to soil nutrient and foliar chemical measurements. **Forest Ecology and Management.** v.74, p.161-169, 1995.
- MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* na região central do estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v.11, n.2, p.4-11, 1980.
- MENEGOL, O. **Índice de sítio e a relação entre altura dominante e teores nutricionais das acículas em povoamentos de Pinus elliottii var elliottii no segundo planalto paranaense.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 1991. 74p. Tese Mestrado.
- OLIVEIRA, Y.M.M.; OLIVEIRA, E.B.; HAFLEY, W.L. Classificação de sítio para povoamentos de *Pinus taeda* no sul do Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais.** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p.357-61.

- OLIVEIRA, Y.M.M.; AHRENS, S. Classificação da produtividade de povoamentos de *P. elliottii* e *P. taeda* estabelecidos no sul do Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984, Nova Prata. **Anais**. Nova Prata: Secretaria da Agricultura do RS / Prefeitura de Nova Prata, 1985. p.571-581.
- OLIVEIRA, Y.M.M.; AHRENS, S. Curvas de índice de sítio para povoamentos de *P.elliottii* e *P.taeda* estabelecidos no sul e sudeste do Brasil. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1987. 11p. (EMBRAPA-CNPF. Circular Técnica, 14)
- ORTEGA, A.; MONTERO, G. Evaluación de la calidad de las estaciones forestales. Revision bibliografica. **Ecología**, n.2, p.155-184, 1988.
- RAMOS, A.A. Perspectivas qualitativas e econômicas da produção florestal em sucessivas rotações. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba. **Anais**. Curitiba, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993. p.177-189.
- SCOLFORO, J.R.; MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus elliottii* no estado do Paraná e Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v.23, n.1-2, p.140-158, 1988.
- WILLIAMS, E. J. **Regression analysis**. New York: J.Wiley, 1959. 214p.

**Tabela 4. Classificação de sítio para *Pelliotii*. (Idade índice: 15 anos)**

|                 |      | BORDADO ESTÍLIO (m) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Idade<br>(anos) |      | 15,0                | 15,5 | 16,0 | 16,5 | 17,0 | 17,5 | 18,0 | 18,5 | 19,0 | 19,5 | 20,0 | 20,5 | 21,0 | 21,5 | 22,0 | 22,5 | 23,0 | 23,5 | 24,0 | 24,5 | 25,0 |      |      |      |
| 4               | 4,2  | 6,7                 | 4,4  | 4,5  | 4,7  | 4,9  | 5,0  | 5,1  | 5,3  | 5,4  | 5,5  | 5,7  | 5,8  | 6,0  | 6,1  | 6,2  | 6,4  | 6,5  | 6,7  | 6,8  | 6,9  | 7,1  | 7,2  |      |      |
| 5               | 5,8  | 8,1                 | 5,3  | 6,5  | 6,7  | 6,9  | 7,1  | 7,3  | 7,5  | 7,7  | 7,8  | 8,1  | 8,2  | 8,4  | 8,6  | 8,8  | 9,0  | 9,2  | 9,4  | 9,5  | 9,8  | 10,0 |      |      |      |
| 6               | 7,2  | 7,4                 | 7,7  | 7,9  | 8,2  | 8,4  | 8,6  | 8,9  | 9,1  | 9,4  | 9,5  | 9,8  | 10,1 | 10,3 | 10,6 | 10,8 | 11,0 | 11,3 | 11,5 | 11,8 | 12,0 | 12,2 | 12,6 |      |      |
| 7               | 8,5  | 8,8                 | 9,1  | 9,3  | 9,6  | 9,9  | 10,2 | 10,5 | 10,8 | 11,0 | 11,2 | 11,5 | 11,9 | 12,2 | 12,5 | 12,7 | 13,0 | 13,3 | 13,5 | 13,9 | 14,2 | 14,4 | 14,7 |      |      |
| 8               | 9,8  | 10,0                | 10,3 | 10,6 | 10,9 | 11,5 | 11,8 | 12,0 | 12,2 | 12,5 | 12,9 | 13,2 | 13,5 | 13,8 | 14,1 | 14,5 | 14,8 | 15,1 | 15,4 | 15,7 | 16,1 | 16,4 | 16,7 |      |      |
| 9               | 10,7 | 11,0                | 11,4 | 11,7 | 12,1 | 12,4 | 12,8 | 13,2 | 13,5 | 13,9 | 14,2 | 14,6 | 14,9 | 15,3 | 15,6 | 15,9 | 16,0 | 16,4 | 16,7 | 17,1 | 17,4 | 17,8 | 18,1 | 18,5 |      |
| 10              | 11,6 | 12,0                | 12,4 | 12,7 | 12,1 | 12,6 | 13,0 | 14,3 | 14,7 | 15,1 | 15,4 | 16,0 | 16,2 | 16,6 | 17,0 | 17,4 | 17,8 | 18,1 | 18,6 | 19,0 | 19,3 | 19,7 | 20,1 |      |      |
| 11              | 12,4 | 12,8                | 12,2 | 12,8 | 14,1 | 14,6 | 14,8 | 15,2 | 15,7 | 15,1 | 16,6 | 17,0 | 17,4 | 18,0 | 18,2 | 18,6 | 19,0 | 19,4 | 19,8 | 20,2 | 21,2 | 21,4 | 21,5 |      |      |
| 12              | 13,2 | 13,8                | 14,0 | 14,5 | 14,9 | 15,3 | 15,8 | 16,2 | 16,7 | 17,1 | 17,5 | 18,0 | 18,4 | 18,8 | 19,3 | 19,7 | 20,2 | 20,6 | 21,0 | 21,6 | 21,9 | 22,4 | 22,8 |      |      |
| 13              | 15,8 | 14,7                | 14,7 | 15,2 | 15,7 | 16,1 | 16,6 | 17,1 | 17,5 | 18,0 | 18,4 | 18,9 | 19,4 | 19,8 | 20,3 | 20,7 | 21,2 | 21,7 | 22,1 | 22,6 | 23,0 | 23,5 | 24,0 |      |      |
| 14              | 14,4 | 14,9                | 15,3 | 15,5 | 15,4 | 15,8 | 16,3 | 16,4 | 16,8 | 17,3 | 17,9 | 18,3 | 18,8 | 19,3 | 19,7 | 20,2 | 20,7 | 21,2 | 21,7 | 22,1 | 22,6 | 23,1 | 24,3 | 24,5 | 25,0 |
| 15              | 15,0 | 15,5                | 16,0 | 16,5 | 17,0 | 17,5 | 18,0 | 18,5 | 19,0 | 19,5 | 20,0 | 20,5 | 21,0 | 21,5 | 22,0 | 22,5 | 23,0 | 23,5 | 24,0 | 24,5 | 25,0 | 25,5 | 26,0 |      |      |
| 16              | 15,5 | 16,0                | 16,5 | 17,1 | 17,6 | 18,1 | 18,6 | 19,1 | 19,7 | 20,2 | 20,7 | 21,2 | 21,7 | 22,2 | 22,8 | 23,3 | 23,8 | 24,3 | 24,8 | 25,3 | 25,8 | 26,4 | 26,8 |      |      |
| 17              | 16,0 | 16,8                | 17,1 | 17,6 | 18,1 | 18,7 | 19,2 | 19,7 | 20,2 | 20,8 | 21,3 | 21,9 | 22,4 | 22,9 | 23,5 | 24,0 | 24,8 | 25,1 | 26,6 | 26,8 | 27,2 | 27,7 |      |      |      |
| 18              | 16,4 | 17,0                | 17,5 | 18,1 | 18,6 | 19,2 | 19,7 | 20,3 | 20,8 | 21,4 | 21,8 | 22,5 | 23,0 | 23,5 | 24,1 | 24,6 | 25,2 | 25,7 | 26,3 | 26,8 | 27,4 | 27,9 | 28,5 |      |      |
| 19              | 16,9 | 17,4                | 16,0 | 18,5 | 19,1 | 19,6 | 20,0 | 20,2 | 20,6 | 21,2 | 21,9 | 22,4 | 23,0 | 23,6 | 24,1 | 24,7 | 25,3 | 26,0 | 26,4 | 26,9 | 27,5 | 28,1 | 28,6 | 29,2 |      |
| 20              | 17,2 | 17,8                | 18,4 | 18,9 | 19,6 | 20,1 | 20,7 | 21,2 | 21,8 | 22,4 | 23,0 | 23,5 | 24,1 | 24,7 | 25,2 | 26,0 | 26,4 | 27,0 | 27,5 | 28,1 | 28,7 | 29,3 | 29,8 |      |      |
| 21              | 17,5 | 18,2                | 18,7 | 19,3 | 19,9 | 20,5 | 21,1 | 21,7 | 22,2 | 22,8 | 23,4 | 24,0 | 24,6 | 25,2 | 26,3 | 26,9 | 27,5 | 28,1 | 28,7 | 29,3 | 29,9 | 30,4 |      |      |      |
| 22              | 17,9 | 18,5                | 19,1 | 18,7 | 20,3 | 20,9 | 21,5 | 22,1 | 22,7 | 23,3 | 23,9 | 24,5 | 25,1 | 25,6 | 26,2 | 26,8 | 27,4 | 28,0 | 28,6 | 29,2 | 29,8 | 30,4 | 31,0 |      |      |
| 23              | 18,2 | 18,8                | 19,4 | 20,0 | 20,6 | 21,2 | 21,8 | 22,5 | 23,1 | 23,7 | 24,3 | 24,9 | 25,5 | 26,1 | 26,7 | 27,3 | 27,9 | 28,5 | 29,1 | 29,7 | 30,2 | 30,9 | 31,6 |      |      |
| 24              | 18,5 | 18,1                | 18,7 | 20,2 | 21,0 | 21,6 | 22,2 | 22,8 | 23,4 | 24,0 | 24,7 | 25,3 | 26,5 | 27,1 | 27,7 | 28,4 | 29,0 | 29,5 | 30,2 | 30,8 | 31,4 | 32,1 |      |      |      |
| 25              | 18,8 | 18,4                | 20,0 | 20,0 | 21,3 | 21,9 | 22,5 | 23,1 | 23,8 | 24,4 | 25,0 | 25,6 | 26,3 | 27,0 | 27,6 | 28,2 | 28,8 | 29,4 | 30,0 | 30,7 | 31,3 | 31,9 | 32,5 |      |      |
| 26              | 19,0 | 18,7                | 20,3 | 20,9 | 21,6 | 22,2 | 22,8 | 23,5 | 24,1 | 24,7 | 25,4 | 26,0 | 26,6 | 27,3 | 27,9 | 28,5 | 29,2 | 29,8 | 30,4 | 31,1 | 31,7 | 32,3 | 33,0 |      |      |
| 27              | 19,3 | 19,5                | 20,6 | 21,2 | 21,8 | 22,6 | 23,1 | 23,8 | 24,4 | 25,0 | 25,7 | 26,3 | 27,0 | 27,6 | 28,3 | 28,9 | 29,5 | 30,2 | 30,8 | 31,5 | 32,1 | 32,8 | 33,4 |      |      |
| 28              | 19,5 | 20,1                | 20,8 | 21,4 | 22,1 | 22,7 | 23,4 | 24,0 | 24,7 | 25,3 | 26,0 | 26,5 | 27,3 | 27,9 | 28,6 | 29,2 | 29,9 | 30,5 | 31,2 | 31,8 | 32,5 | 33,1 | 33,8 |      |      |
| 29              | 19,7 | 20,4                | 21,0 | 21,7 | 22,3 | 22,0 | 22,7 | 24,3 | 25,0 | 25,6 | 26,3 | 26,9 | 27,6 | 28,3 | 29,0 | 29,6 | 30,2 | 30,9 | 31,5 | 32,2 | 32,9 | 33,5 | 34,2 |      |      |
| 30              | 19,9 | 20,6                | 21,2 | 21,9 | 22,6 | 23,0 | 23,2 | 23,9 | 24,6 | 25,2 | 25,9 | 26,6 | 27,2 | 27,9 | 28,6 | 29,2 | 29,9 | 30,5 | 31,2 | 31,9 | 32,5 | 33,2 | 33,6 |      |      |