



EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS EM POVOAMENTOS DE *Pinus taeda* L. NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

Raul SILVESTRE*, Marcelo BONAZZA, Mariana STANG, Gean Carlos Paia LIMA,
Diego Albert KOEPEL, Franchesco Thomas de MARCO,
Lucas Dalmolin CIARNOSCHI, Rafael SCARIOT, Diego Felipe MORÊS

*Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, Brasil.

*E-mail: silvestrefloresta@yahoo.com.br

Recebido em agosto/2013; Aceito em janeiro/2014.

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo o ajuste de diferentes equações para estimativas volumétricas de povoamentos de *Pinus taeda* L., no município de Lages, SC. Para isso, procedeu-se a realização da cubagem por meio do método de Smalian, sendo esta realizada com a derrubada de 89 árvores. A cubagem rigorosa foi feita mediante a separação dos indivíduos em classes diamétricas, os quais foram separados em nove classes de diâmetro, partindo do diâmetro mínimo de 5 cm. Para o ajuste das equações foram testados por meio de regressão, trinta e três modelos matemáticos para a estimativa de volume. Destes, foram selecionados cinco modelos que apresentaram os melhores resultados do coeficiente de determinação múltiplo (R^2 ajustado), erro padrão da estimativa absoluto e relativo (S_{yx}) e, análise gráfica dos resíduos. Os melhores modelos foram: Prodan I, Stoate (Deusen 1981), Meyer (compreensiva), Näslund (Spruce) e Takata.

Palavras-chave: ajuste, cubagem de árvores, modelos matemáticos, volumetria.

VOLUMETRIC EQUATIONS DEVELOPMENT FOR Pinus taeda L. STANDS IN LAGES - SC

ABSTRACT: The aim of this study was adjust different volumetric equations for *Pinus taeda* L. plantations, in Lages, SC, Brazil. To determinate the trees' volume was used Samlian's method, this was realized with felling of 89 trees. The several volume calculations were done with the individuals separation by diameter class, totaling nine diameter classes, considering the minimum diameter as 5 cm. For adjustment of the equations were tested by regression of thirty-three mathematical models to estimate the volume. Of these, were selected five models that present best results for the determination coefficient (adjusted R^2), absolute and relative standard error of estimative (S_{yx}) and, residuals graphical analysis. The best models were: Prodan I, Stoate (Deusen 1981), Meyer (comprehensive), Näslund (Spruce) e Takata.

Keywords: adjustment, measurement of tree volume, mathematical models, volumetry.

1. INTRODUÇÃO

A região Sul do Brasil, mais precisamente a Serra Catarinense, apresenta grandes extensões territoriais cobertas por reflorestamentos do gênero *Pinus*, sendo o *Pinus taeda* a espécie mais plantada. Esta espécie abrange aproximadamente um milhão de hectares, no planalto da Região Sul do Brasil e aproximadamente meio milhão de hectares no Planalto Catarinense, atendendo a produção de celulose, papel, madeira serrada, chapas e madeira reconstituída.

Sendo assim, pesquisadores buscam alternativas que possibilitem estimativas da produção destes povoamentos florestais, já que a partir desta, planeja-se desde o abastecimento da indústria até a quantificação de áreas a serem plantadas, além de possibilitar cálculos de

viabilidade econômica que determinam as idades de rotação nas quais se tem maior rentabilidade, o que se relaciona diretamente às receitas das empresas florestais. Thomas et al., (2006) citam que o volume constitui uma das informações de maior importância para o conhecimento do potencial disponível em um povoamento florestal, haja vista que o volume individual fornece subsídios para a avaliação do estoque de madeira e análise do potencial produtivo das florestas.

Uma ferramenta amplamente utilizada nas estimativas e prognoses da produção madeireira é o emprego de equações volumétricas cujos parâmetros são determinados por regressão, constituindo um procedimento eficiente para a quantificação da produção em volume de um povoamento florestal (SANTANA; ENCINAS, 2004). O

procedimento mais utilizado na estimativa do volume individual de árvores é o emprego de equações em que o volume é a variável dependente, associado a variáveis independentes de fácil mensuração na floresta, como o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura (MACHADO et al., 2002). Neste sentido, a partir de modelos matemáticos, muitas equações foram desenvolvidas para estimar o volume de povoamentos florestais e, apesar da eficiência de alguns modelos, estes nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições específicas dos locais de cultivo, sendo recomendável testá-los por meio das estatísticas de ajuste e precisão adequados e identificar o melhor para cada peculiaridade.

Inúmeros pesquisadores ajustaram e compararam diversas funções matemáticas que expressam o volume para diferentes espécies, sítios e regimes de manejo no Brasil. Entre eles pode-se citar: Silva (1977), que construiu tabelas de volume comercial para *Eucalyptus* spp.; Schneider (1984), que calculou o volume com casca para *Pinus elliottii* Engelm; Machado et al., (2002) que modelaram o volume de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. em diferentes idades e regimes de desbaste; Santana; Encinas (2004) que desenvolveram equações para *Eucalyptus saligna* Smith; Téo et al., (2011), estudaram a modelagem do volume do povoamento de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliotti* Engelm., na região de Caçador em Santa Catarina, dentre outros.

Levando em conta a importância voltada à variável volume e conseqüentemente a obtenção do estoque volumétrico que um povoamento pode oferecer em termos de produção, o presente trabalho teve como finalidade, utilizar modelos matemáticos para ajuste de equações volumétricas visando a estimativa do volume total da espécie de *Pinus taeda* em povoamento implantado no município de Lages no Estado de Santa Catarina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido num povoamento de *Pinus taeda*. A área apresenta relevo suave ondulado e altitude média de 980 metros acima do nível do mar. As coordenadas UTM de localização pelo sistema de projeção UTM, são as seguintes: 56066210 E; 692112748 N, Fuso: 22 J. Município de Lages, Estado de Santa Catarina, Brasil.

De acordo com a Junta do Serviço Militar de Lages (2013), pela classificação de Köppen o clima da região é Cfb (clima mesotérmico subtropical úmido com verões frescos, sem estação seca e apresentando geadas severas), com temperatura média de 14,3°C, sendo que nos meses mais frios a mesma pode chegar a -7,4°C e nos meses mais quentes a 35°C. A umidade média relativa do ar fica em torno de 79,3% e a precipitação média anual é de 1200 mm. A precipitação é bem distribuída ao longo do ano, sendo que segundo Soccol et al., (2010), o mês com maior precipitação média é outubro com 162,7 mm e o mês de menor precipitação média é abril com 103,5 mm, considerando dados dos anos de 1925 à 2005. A região está inserida no domínio da Mata Atlântica apresentando como vegetação natural predominante a Floresta Ombrófila Mista.

O município Lages é formado por rochas sedimentares, possuindo uma pequena região coberta por

rochas ígneas. Devido à origem dos materiais e do clima, os solos da região são ácidos, com teor de alumínio trocável de médio a alto, baixa saturação de bases e baixo teor de matéria orgânica. Quanto às classes de solo, predominam os cambissolos e as terras brunas estruturadas (JUNTA DO SERVIÇO MILITAR DE LAGES, 2013).

O povoamento utilizado para a realização do presente estudo tem aproximadamente nove anos de idade e possui espaçamento de 2 m x 2,5 m, sem desbaste. Para a coleta das variáveis dendrométricas do povoamento, realizou-se inventário florestal por meio do método de área fixa com processo de amostragem aleatória simples. Foram alocadas 37 unidades amostrais de 20 m x 20 m no povoamento, sendo que todas as árvores contidas no interior das unidades tiveram sua circunferência à 1,30 m em relação ao nível do solo (CAP) medidas, também foram medidas as alturas de aproximadamente 20% das árvores contidas nas unidades.

Posteriormente a realização do inventário, procedeu-se o cálculo da distribuição diamétrica do povoamento para dar início ao planejamento da cubagem rigorosa das árvores. Para a realização da cubagem empregou-se o método direto de mensuração do volume por Smalian, onde foram medidos os diâmetros ao longo do tronco nas seguintes alturas (h_i): 0,10 m; 0,30 m; 0,50 m; 0,9 m; 1,3 m e 2 m, sendo que a partir dos 2 metros foram tomadas medidas de 1 metro em 1 metro até a altura total de cada uma das 89 árvores cubadas. Com estes dados calcularam-se os volumes individuais das mesmas e após esta etapa, foram selecionados na literatura 33 modelos matemáticos para a realização do ajuste de equações volumétricas para estimativa de volume total com casca para o povoamento (Tabela 1).

De posse das equações ajustadas procedeu-se a seleção da melhor equação por meio das principais estatísticas de ajuste de precisão: coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), erro padrão da estimativa em porcentagem (S_{yx}) e também pela análise gráfica de resíduos.

Os modelos apresentam variações em relação ao número de variáveis independentes, desta forma, trabalhou-se com o R^2 ajustado (Equação 1). O erro padrão da estimativa (S_{yx}) indica o quão próximo em média os valores preditos ou estimados da variável y (volume) estão de seus respectivos valores reais (Equação 2) ou percentuais (Equação 3).

$$R^2_{aj.} = 1 - \left\{ (1 - R^2) * \left(\frac{n-1}{n-p} \right) \right\} \quad (\text{Equação 1})$$

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum(y - \hat{y})^2}{n - p}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$S_{yx}\% = \frac{S_{yx}}{y_m} * 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Em que: $R^2_{aj.}$ = R^2 ajustado; n = número de árvores que foram cubadas; $n - 1$ = grau de liberdade; p = número de parâmetro da equação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; $S_{yx}\%$ = erro padrão da estimativa em porcentagem; y = volume observado; \hat{y} = volume estimado; y_m = volume médio observado; n = número de observações; p = número de coeficientes do modelo.

Tabela 1. Modelos matemáticos utilizados para ajuste de equações volumétricas.

Nº	Autor	Modelo
1	Burkhault I	$v = \beta_0 + DAP\beta_1 + ei$
2	Kopecky-Gehrhardt I	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP + ei$
3	Kopecky-Gehrhardt II	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + ei$
4	Dissescu-Meyer	$v = \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 + ei$
5	HohenadlKrenn	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 + ei$
6	Bonetes I	$v = \beta_0 + \beta_1 * (1/DAP) + \beta_2 * (1/DAP)^2 + ei$
7	Husch-1963	$Log(v) = \beta_0 + \beta_1 * log(DAP) + ei$
8	Omerod MI	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP * h^2 + \beta_2 * DAP^2 + ei$
9	Omerod MII	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 * h + \beta_2 * (1/\sqrt{DAP}) + ei$
10	Spurr FF constante	$v = \beta_1 * DAP^2 * h + ei$
11	Spurr Var combinada	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP * h + ei$
12	Spurr Var combinada II	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 * h + ei$
13	Bonetes II	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * h + ei$
14	Bonetes III	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * h + ei$
15	Bonetes IV	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * h^2 + ei$
16	Stoate australiana	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * DAP^2 * h + \beta_3 * h + ei$
17	Burkhault II	$v = \beta_0 + \beta_1 * \sqrt{DAP} * h + \beta_2 * (1/DAP) + \beta_3 * DAP^2 + ei$
18	Burkhault III	$v = \beta_0 + \beta_1 * h^2 + \beta_2 * DAP^2 + \beta_3 * (1/\sqrt{DAP}) + ei$
19	Meyer modificada I	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP * h + \beta_2 * DAP^2 * h^2 + \beta_3 * DAP^3 * h^3 + \beta_4 * DAP^4 * h^4 + ei$
20	Meyer modificada II	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 + \beta_3 * DAP * h + \beta_4 * DAP^2 * h + ei$
21	Meyer compreensiva	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 + \beta_3 * DAP * h + \beta_4 * DAP^2 * h + \beta_5 * h + ei$
22	Näslund-spruce I	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * DAP^2 * h + \beta_3 * DAP * h^2 + \beta_4 * h + ei$
23	Näslund-spruce II	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * ln(DAP^2 * h) + \beta_3 * DAP * h^2 + \beta_4 * h^2 + ei$
24	Clutter	$v = e\beta_0 + \beta_1 * h + \beta_2 * log(DAP) + ei$
25	Clutter II	$v = e\beta_0 + \beta_1 * log^2(h) + \beta_2 * log(DAP) + ei$
26	Takata	$v = DAP * h / (\beta_0 + \beta_1 * (1/DAP)) + ei$
27	Spurr-Var combinada III	$ln(v) = \beta_0 + \beta_1 * ln(DAP^2 * h) + ei$
28	I.B.W. Alemanha	$ln(v) = \beta_0 + \beta_1 * ln(DAP) + \beta_2 * ln^2(DAP) + \beta_3 * ln(h) + \beta_4 * ln^2(h) + ei$
29	Schumacher Hall não linear	$v = \beta_0 * (DAP\beta_1) * (h\beta_2) + ei$
30	Schumacher Hall	$ln(v) = \beta_0 + \beta_1 * ln(DAP) + \beta_2 * ln(h) + ei$
31	Stoate	$Log(v) = \beta_0 + \beta_1 * log^2(h) + \beta_2 * log^2(DAP) + \beta_3 * DAP^2 + ei$
32	Prodan II	$Log(v) = \beta_0 + \beta_1 * log(d) + \beta_2 * log^2(DAP) + \beta_3 * log(h) + \beta_4 * log^2(h) + ei$
33	Prodan I	$\sqrt{v} = \beta_0 + \beta_1 * DAP * h + \beta_2 * DAP^2 * h^2 + \beta_3 * DAP^3 / h^3 + \beta_4 * DAP^4 / h^4 + \beta_5 * DAP^5 * h^5 + \beta_6 * DAP^6 * h^6 + ei$

Em que: v = volume; DAP = diâmetro à altura do peito (1,30 m); h = altura total; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ = coeficientes; ln = logaritmo neperiano; e = exponencial; log = logaritmo base 10; ei = erro aleatório.

Para os modelos matemáticos em escala logarítmica, que fornecem o logaritmo do volume, calculou-se o antilogaritmo para obter o volume. Essa operação matemática ocasiona um erro chamado de discrepância logarítmica. Objetivando a correção deste erro utilizou-se o Fator de Correção de Meyer (FCM), tanto para modelos que utilizaram o logaritmo na base 10, como para aqueles que utilizaram o logaritmo natural (Equação 4). A partir dos valores do FCM foram recalculados os coeficientes de determinação ajustados e os erros padrões da estimativa, uma vez que a utilização deste fator resulta em modificação nos valores da Soma dos Quadrados dos Resíduos.

$$FCM = e^{0,5*QMr} \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que: FCM = Fator de Correção de Meyer; e = base do logaritmo natural (2,718281828...); QMR = quadrado médio dos resíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do inventário, procedeu-se o cálculo das variáveis dendrométricas para caracterização do povoamento de *Pinus taeda*. Número de árvores por hectare: 1.779 árvores; DAP médio: 15,5 centímetros; diâmetro médio quadrático: 15,9 cm; área basal por hectare: 35,5661 m² e altura total média de 9,9. Os diâmetro mínimo e máximo do povoamento variou de 5 cm à 29,6 cm respectivamente.

Após o ajuste das equações, aplicou-se as estatísticas de ajuste e precisão, descritos na metodologia, para verificação de quais modelos melhor se ajustaram às características dendrométricas do povoamento pra estimativas volumétricas. Dos 33 modelos testados, optou-se por apresentar no presente estudo apenas os cinco que melhor se ajustaram as características dendrométricas do povomento em função das melhores estatísticas de ajuste e precisão, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Coeficientes e estatísticas de ajuste e precisão para os cinco melhores modelos ajustados para estimativa do volume total com casca em povoamento de *Pinus taeda*, no município de Lages, SC.

Nº	0	1	2	3	4	5	6	R ² ajust.	S _{yx} (m ³)	S _{yx} (%)
21	0,11165	-0,01648	5,79E-04	0,00228	-0,00004	-0,01573	-	0,98	0,0135	11,3
22	0,03083	0,000397	-2,08E-05	6,32E-05	-0,007629	-	-	0,98	0,0138	11,6
26	440,635	18118,108	-	-	-	-	-	0,98	0,0139	11,7
31	-2,94398	0,45331	1,13278	-5,982E-0,4	-	-	-	0,99	0,0127	10,6
33	0,04897	0,00118	4,98E-06	-1,37E-08	0,00002	-1,59E-23	4,28E-37	0,99	0,0118	9,9

Os cinco modelos selecionados apresentaram bom desempenho estatístico. Foi observado para o coeficiente de determinação (R² ajustado), valores variando de 0,98 à 0,99, demonstrando alto grau de ajuste da descrição da variável dependente (volume) em relação as variáveis independentes (DAP e h). Os valores do erro padrão da estimativa (S_{yx}) também se mostraram aceitáveis variando de 9,9% à 11,3% para os modelos, sendo que este indica o quanto os valores estimados diferem em média dos valores observados ou reais.

Kohler et al., (2012) ao avaliar o ajuste do modelo volumétrico de Schumacher e Hall por diferentes alternativas, na sua forma linear, pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários e na forma não-linear pelos métodos de Marquardt, Steepest descent, Gauss-Newton e pelo suplemento Solver do Excel, para *Pinus taeda* em três diferentes sítios obtiveram valores de R² variando de 0,98 até 0,99 e S_{yx} (%) variando de 8,99% até 14,37%. Elesbão (2008) encontrou valores de R² ajustado que variaram de 0,82 a 0,99 para a mesma espécie ao efetuar o ajuste de equações volumétricas a partir de oito modelos matemáticos. Entretanto, Draper; Smith (1966) destacam que nenhuma equação de estimativa deve ser usada antes de se proceder à análise gráfica de resíduos, mesmo os índices de ajuste (R² aj.) e de precisão (S_{yx}) sendo julgados satisfatórios. Para o presente estudo foi realizado a análise gráfica de resíduos (%) dos modelos, para verificação de eventuais tendências (Figura 1).

Neste sentido, o modelo que apresenta menor tendenciosidade é o modelo de Prodan I (33) por apresentar maior homogeneidade nos resíduos, seguido pelo modelo de Stoaate (31). Os modelos de Näslund-spruce I (22) e de Meyer Compreensiva (21) apresentam tendências de superestimativas nos menores diâmetros, enquanto o modelo de Takata (26) apresenta tendência de subestimativa do volume nos menores diâmetros e superestimativa nos maiores diâmetros. Sendo assim o modelo escolhido para a presente região segundo os resultados obtidos, é o modelo de Prodan I. Mazzonetto et al., (2012) ao testarem cinco modelos matemáticos para o ajuste de equações volumétricas para *Pinus taeda* na cidade de Cidreira no Rio Grande do Sul, concluíram que o melhor modelo a ser utilizado é o de Spurr, por descrever o volume com menores tendências e pequena variação. Já Elesbão (2008), estudando a produção desta espécie na Região dos Campos da Serra, no mesmo estado sugere a utilização do modelo alemão de IW-Baden-Württemberg. Thomas et al., (2006) ajustaram equações volumétricas para *Pinus taeda* na cidade de Ponte Alta do Norte, Santa Catarina e observaram melhor desempenho do modelo de Schumacher-Hall.

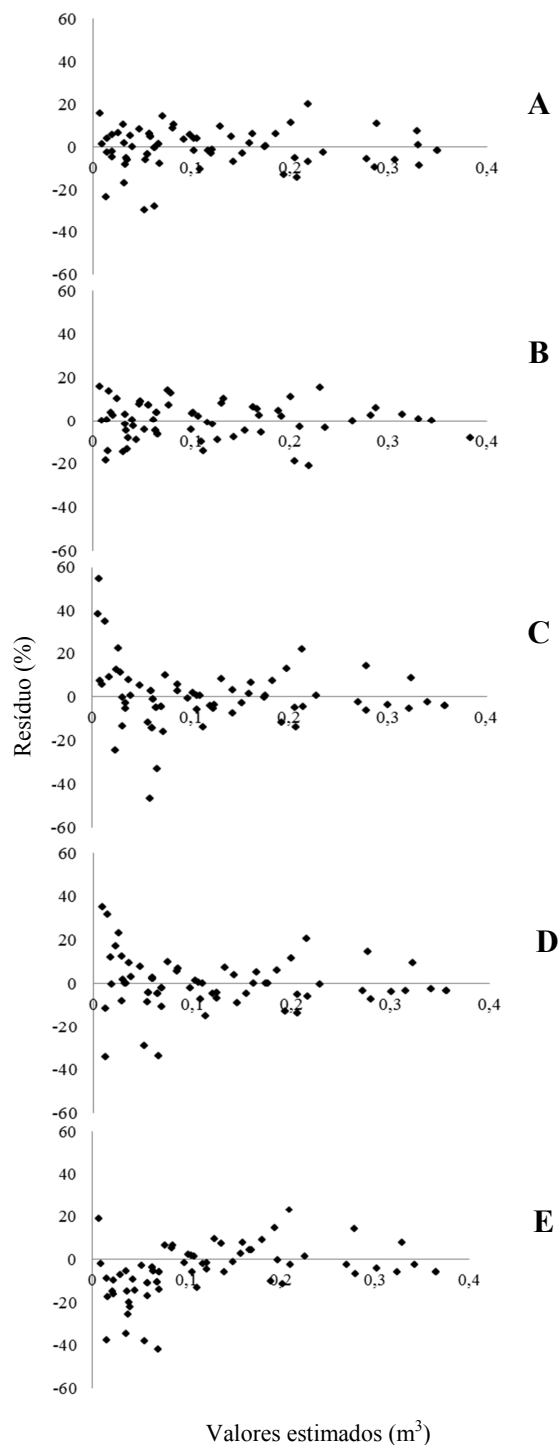


Figura 1. Dispersão dos resíduos em porcentagem do volume para os cinco melhores modelos testados, para *Pinus taeda* L., na região de Lages, SC. (A = Stoaate; B = Prodan I; C = Näslund-Spruce I; D = Meyer Compreensiva; E = Takata).

4. CONCLUSÕES

Por meio das estatísticas de ajuste e precisão R^2 ajustado, S_{yx} absoluto e relativo e análise gráfica de resíduos, foi possível eleger o modelo de Prodan I, como o mais preciso na estimativa volumétrica da área de estudo.

Na literatura verificou-se a recomendação de diferentes modelos matemáticos para estimativa volumétrica em povoamentos de *Pinus* sp., neste sentido nota-se a importância de testar modelos e prescrever equações, visto que cada povoamento apresenta diferentes características dendrométricas, influenciadas por fatores como, procedência, tratamentos silviculturais e de manejo, bem como variáveis edáficas e climáticas.

Assim, recomenda-se a continuidade de estudos desta natureza na região de Lages/SC para averiguação e possível consolidação do modelo de Prodan I, no que diz respeito a estimativas volumétricas em povoamento com características dendrométricas parecidas com a do presente estudo.

5. REFERÊNCIAS

DRAPER, N.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley and Sons, 1966. 709 p.

ELESBÃO, L. E. G. **Crescimento e produção de *Pinus taeda* L. na região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

JUNTA DO SERVIÇO MILITAR DE LAGES. **Condições climáticas e solos**. Disponível em: <<http://juntadoservicomilitardelages.webnode.com.br/lages-sc/>>. Acesso em: 10 set 2013.

KOHLER, S. V. et al. Diferentes métodos de ajuste do modelo volumétrico de Schumacher e Hall. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4, 2012. Curitiba, Paraná. **Anais...** Curitiba: UNICENTRO, 2012.

MACHADO, S. A. et al. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. **Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 185-196, maio/ago. 2002.

MAZZONETTO, C. R.; FRACASSO, R. M.; FORTES, F. Avaliação de modelos na estimativa de volume de *Pinus taeda* Loblolly Pine. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RS E 2º SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA MADEIRA, Nova Prata, Rio Grande do Sul. **Anais...** Nova Prata: UFSM/DCFL, 2012, p. 562-567.

SANTANA, O. A.; ENCINAS, J. I. Equações volumétricas para uma plantação de *Eucalyptusurophylla* destinada a produção de lenha. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3, 2004. **Anais...** Santa Maria: UFSM/PPGEF, 2004. p. 107-111.

SCHNEIDER, P. R. **Betriebswirtschaftliche und ertragskundliche Grundlagen der Forsteinrichtung in Südbrasilienam Beispiel von Pinuselliottii**. 1984. 190 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, 1984.

SILVA, J. A. A. **Análise de equações volumétrica para a construção de tabelas de volume comercial para *Eucalyptus* spp., segundo a espécie, região e método de regeneração**. 1977. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1977.

SOCCOL, O. J. et al. Análise da precipitação mensal provável para o município de Lages, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, jun., p. 569-574, 2010.

TÉO, S. J. et al. Modelagem do volume do povoamento para *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm., na região de Caçador – SC. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 193-204, jul./dez. 2011

THOMAS, C. et al. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 319-327, jul./set. 2006.