

Histórico sobre modelos de afilamento empregados em plantios com o gênero *Pinus* no Brasil

David Lucas Camargo Vieira Terra¹ Valdir Carlos Lima de Andrade^{1*} Heloísa Donizete da Silva¹

¹Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejós, Lote 7, Chácara 69/72, Zona Rural | CEP, 66 77402-970 | Gurupi, TO, Brasil

Review Article

*Corresponding author:
vclandrade@hotmail.com

Keywords:

Trunk profile

Multi-product

Assortment

Palavras-chave:

Afilamento

Perfil do tronco

Multiprodutos

Received in

2019/11/29

Accepted on

2020/12/04

Published in

2021/01/12



DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v7i4.9427>



RESUMO: O objetivo desta revisão bibliográfica foi apresentar alguns dos principais resultados sobre a atual situação do uso de modelos de afilamento em plantios com o gênero *Pinus* no Brasil. Diversos trabalhos têm sido realizados no país, principalmente, com dados advindos da região sul por existir uma extensa área plantada com diferentes espécies do referido gênero. Dessa forma, esta revisão sintetiza resultados dos modelos de afilamento mais testados de acordo com aspectos geográficos e condições edafoclimáticas. Por esta revisão, ficou claro que para obtenção do melhor modelo é necessário a avaliação exímia de cada situação específica, uma vez que a precisão das estatísticas obtidas para cada modelo varia de acordo com as variáveis e condições de cada local e espécie. Percebeu-se que os modelos de afilamento de Hradetzky e Schöepfer são os que mais se utilizam em plantios com o gênero *Pinus* no Brasil, onde a espécie *Pinus taeda* concentrou cerca de 64% dos trabalhos realizados e, a região Sul, concentrou 74% dos trabalhos realizados sobre afilamento, com destaque para o estado do Paraná com 42%.

History on taper models used in plantations with the genus pine in Brazil.

ABSTRACT: The objective of this literature review was to present some of the main results in the current situation of the use of taper models in plantations with the genus *Pinus* in Brazil. Several studies have been carried out in the country, mainly, with data from the southern region because there is an extensive planted area with different species of this genus. Thus, this review summarizes the results of the most tested taper models according to geographic aspects and edaphoclimatic conditions. From this review, it was clear that to obtain the best model it is necessary to evaluate each specific situation since the accuracy of the statistics obtained for each model varies according to the variables and conditions of each site and species. It was noticed that the taper models of Hradetzky and Schöepfer are the ones that are most used in plantations with the genus *Pinus* in Brazil, where the species *Pinus taeda* concentrated about 64% of the works carried out and, in the South region, concentrated 74% of the work carried out on *taper*, especially in the state of Paraná with 42%.

Introdução

No Brasil, dos quase oito milhões de hectares de plantios florestais, cerca 1,6 milhão são formados com o gênero *Pinus* tendo maior concentração na região Sul com cerca 88% da área plantada e, o restante de 12%, ocorrendo em outras regiões do Brasil, como no sudeste e centro-oeste (IBÁ, 2017). Esta quantidade de área plantada, formada para produzir diferentes usos da madeira de pinus, principalmente, painéis de madeira, pisos laminados e produtos sólidos de madeira, justifica que estudos sejam feitos com enfoque nos modelos de afilamento para quantificar a produção destes e de outros diferentes multiprodutos madeireiros.

Modelos de afilamento, caracterizam a redução do diâmetro ao longo do tronco das árvores no sentido base-topo podendo ser expressa por diferentes modelos estatísticos adequados à caracterização desta variação, denominados no meio florestal, também, como: modelos de afilamento, adelgaçamento, perfil, ou, de forma do tronco. Desta caracterização, como principal vantagem do emprego de modelos de afilamento, está a possibilidade em identificar produtos madeireiros a partir do diâmetro em uma altura qualquer do fuste, da altura comercial para um dado diâmetro superior e do volume até um diâmetro comercial e comprimentos de toras desejados (Husch et al., 2003).

Diante disso, observa-se que muitas pesquisas no Brasil são direcionadas para identificar modelos de afilamento adequados ao sortimento da madeira produzida do gênero *Pinus*, com vistas à quantificação do volume dos múltiplos produtos. Neste caso, cabe citar: Campos e Ribeiro (1982), Figueiredo-Filho et al. (1996), Drescher et al. (1999), Eisfeld et al. (2004), Machado et al. (2005), Souza et al. (2008), Horle, et al. (2010), Silva et al. (2011), Araujo et al. (2012), Téó et al. (2013), David et al. (2014), Kohler et al. (2016), Souza et al. (2016) e Stepka et al. (2017).

Como resultado dos estudos realizados sobre a aplicação de modelos de afilamento no gênero *Pinus*, viabilizam-se melhores condições para tomar decisões visando otimizar a produção madeireira deste gênero no Brasil. Por isso, realizou-se uma análise dos trabalhos feitos sobre afilamento no Brasil objetivando-se identificar o cenário sobre o emprego de modelos de afilamento em diferentes espécies deste importante gênero.

Material e Métodos

Caracterização do estudo

Este trabalho foi desenvolvido a partir da revisão de artigos científicos sobre modelos de afilamento testados somente em plantios com o gênero *Pinus* no Brasil. Para isso, se ressalta que foram analisados o maior número possível de trabalhos já publicados no país, se utilizando de uma intensa amostragem e não de um censo.

Os artigos foram selecionados de forma aleatória através do mecanismo de busca www.google.com, utilizando-se das palavras-chave: modelos de afilamento, afilamento pinus, multiprodutos de pinus, volumetria e modelagem do perfil do tronco, equações de afilamento, de perfil do tronco e de afilamento, volume pinus, dentre outras.

É importante ressaltar, que além do mecanismo “www.google.com”, também, foram utilizadas algumas referências destacadas nos artigos encontrados. Também, os dados coletados através dos periódicos, foram: ano, espécie de pinus, local (Estado, região, etc), idade plantio, critérios estatísticos utilizados, modelos de afilamento avaliados e que se sobressaíram dos demais, estatísticas descritivas e valores do coeficiente de determinação e erro padrão da estimativa, ou, erro padrão residual.

Resultados e Discussão

Visão geral sobre modelos de afilamento

Os estudos sobre modelos de *afilamento* vêm sendo desenvolvidos intensamente desde o século XIX, onde a primeira tentativa de expressar a forma média do tronco ocorreu em 1903 pelo sueco Hojer. Resumidamente, segundo Andrade (2014), os trabalhos sobre *afilamento* aumentaram até a década de 1960 com destaque às contribuições de Johnson (1911), Behre (1923), Matte (1949), Gray (1956) e Prodan (1965). A partir da década de 1970 até 1990, nota-se ênfase nos trabalhos brasileiros aos modelos de Schöpfer (1966), Kozak et al. (1969), Demaerschalk (1972) e de Ormerod (1973). Além destes, a partir de década de 1990, também se destacaram os modelos de Goulding & Murray (1976), Hradetzky (1976), Max & Burkhart (1976), Garay (1979), Biging (1984), Kozak (1988), Clark et al. (1991) e Muhairwe (1999).

Diante disso, se observa que houveram vários estudos sobre *afilamento* ao longo deste tempo, como o emprego de polinômios representados pelos modelos de Schöpfer (1966) e Kozak et al. (1969); modelos sigmóidais propostos por Garay (1979), Biging (1984), Guimarães e Leite (1992) e Andrade (2014). Também, foram desenvolvidos modelos de *afilamento* que expressam compatibilidade entre equações de *afilamento* e equações de volume, em cuja compatibilidade se verificada por haver estimativas semelhantes do volume pela integral da equação de afilamento e pela equação volumétrica derivada desta, cabendo citar neste caso, o modelo de Demaerschalk (1972).

Há, ainda, que se reportar aos modelos de *afilamento* segmentados, nos quais se constituem o emprego de submodelos que descrevem uma parte do fuste e são unidos com a condição de que cada função se conecte nos pontos de união, cabendo exemplificar aqui os modelos de Max & Burkhart (1976), Parresol

et al. (1987) e Clark et al. (1991). Por fim, existem os modelos ditos expoente-forma, que são baseados na modelagem de diferentes formas geométricas que o tronco das árvores pode assumir, os quais se pode exemplificar pelos modelos de Kozak (1988) e Muhairwe (1999).

Resultados sobre modelos de afilamento no gênero pinus

De acordo com a revisão realizada em trabalhos com o gênero *Pinus*, se observou que vários trabalhos foram desenvolvidos em plantios brasileiros com diferentes espécies deste gênero, sendo os modelos de afilamento da Tabela 1 os mais estudados (Campos e Ribeiro, 1982; Schneider, 1986; Figueiredo-Filho et al., 1996; Scolforo et al., 1998; Fischer et al., 2001; Machado et al., 2005; Souza et al., 2008; Horle et al., 2010; Araujo et al., 2012; Téó et al., 2013). Neste cenário, como consta na Tabela 2, se observou que o modelo de Hradetzky se sobressaiu em 53% dos trabalhos analisados, seguido pelo modelo do Schöpfer com 21%. Outros modelos, como de Demaerschalk, Garay, Max-Burkhardt e logístico são destaques em apenas 26% dos trabalhos revisados.

Região Sudeste

Na região Sudeste do Brasil, se pôde observar no trabalho de Campos e Ribeiro (1982), que o modelo de Demaerschalk se destacou para um plantio com *Pinus patula* no município de Camanducaia-MG, tendo sido cubadas 80 árvores representando uma amplitude diamétrica de 8 cm a 30 cm, resultando em Erro padrão da Estimativa (S_{yx}) de 6,9% e Coeficiente de Determinação ajustado (R^2_{aj}) de 0,938. Já, no trabalho de Machado et al. (2005), com *Pinus oocarpa* em Agudos-SP, com árvores cubadas de 5 a 25 anos tendo diâmetros variando de 4 cm a 49 cm, o melhor modelo foi o de Hradetzky com S_{yx} de 6,2% e R^2_{aj} de 0,978.

Horle et al. (2010), trabalhando com *Pinus oocarpa* de 8 a 30 anos e utilizando 140 árvores cubadas no município de Nova Ponte-MG, obtiveram destaque do modelo logístico modificado. Já, no trabalho de Silva et al. (2011), que utilizaram 200 árvores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com 6 a 17 anos cubadas no município de Prata-MG, verificaram uma superioridade do modelo o de Bruce et al. (1968) com S_{yx} de 6,5%. Por fim, Araújo et al. (2012), utilizaram 130 árvores de *Pinus sp* cubadas em Acari-MG representado uma distribuição diamétrica de 8 cm a 48 cm, verificaram que o modelo de Max & Burkhardt (1976) se sobressaiu com S_{yx} de 9,6% e R^2_{aj} de 0,974.

1 Tabela 1. Modelos de afilamento mais estudados para o gênero *Pinus* no Brasil.

AUTOR	MODELO
(1) Hradetzky (1976)	$(y)=\beta_0+\beta_1(z)^{\beta_1}+\beta_2(z)^{\beta_2}+\dots+\beta_n(z)^{\beta_n}+\epsilon$
(2) Schöpfer (1966)	$(y)=[\beta_0+\beta_1(z)+\beta_2(z)^2+\beta_3(z)^3+\beta_4(z)^4+\beta_5(z)^5]+\epsilon$
(3) Kozak et al (1969)	$(y)^2 = \beta_0 + \beta_1(z) + \beta_2(z)^2 + \epsilon$
(4) Demaerschalk (1972)	$(y)^2 = (10)^{2\beta_0} (d)^{(2\beta_1-2)} (L)^{2\beta_2} (h)^{2\beta_3} + \epsilon$
(5) Ormerod (1973)	$(y)^2 = x^{2\beta_1} + \epsilon$
(6) Ormerod (1973) (b)	$(y)^2 = \beta_0 x^{2\beta_1} + \epsilon$
(7) Biging (1984)	$(y) = \beta_1 + \beta_2 \ln \left[1 - (z)^{\frac{1}{3}} \right] \left(1 - e^{-\frac{\beta_3}{\beta_2}} \right) + \epsilon$
(8) Garay (1979)	$(y) = \beta_0 \beta \left[1 + \beta_1 \ln(1 - \beta_2 h i^{\beta_3} h^{-\beta_3}) \right] + \epsilon$
(9) Hojer (1903)	$(y) = \beta_0 \ln \left[\frac{(\beta_1+x)}{\beta_2} \right] + \epsilon$

2 Nota: $y = \frac{d_i}{d}$, d_i =diâmetro na altura h_i (cm), d =DAP(cm), H =altura total(m), h_i =altura na tronco onde se mediu
 3 d_i (m), $x = \frac{h-h_i}{h-1,3}$, $L = h - h_i$, $z = \left(\frac{h_i}{h}\right)$, β_1 =coeficientes de regressão à serem estimados, p =coeficientes do modelo
 4 de Hradetzky obtidos pelo método Stepwise, ϵ =erro do modelo.

5
6
7 Tabela 2. Relação do melhor modelo apresentado na literatura para descrever o perfil do tronco de *Pinus* sp.

Modelo	Trabalhos	Quantidade
Hradetzky	14	52,63%

Schöpfer	4	21,05%
Outros	5	26,32%

8

Região Sul

Na região Sul do Brasil, dos 14 trabalhos analisados sobre *afilamento*, pôde-se ver que Drescher et al. (1999) evidenciaram destaque ao modelo de Schöpfer para *Pinus elliottii* com diâmetros entre 7 cm e 14 cm no município de Cachoeira do Sul-RS, apresentando R^2_{aj} de 0,977 e S_{yx} de 5,9%. Já, Eisfeld et al. (2004), trabalhando com 140 árvores de *Pinus taeda* cubadas no município de Rio Negro-PR e representando uma distribuição diamétrica entre 18 cm e 44 cm, obtiveram como melhor modelo o de Hradetzky que apresentou S_{yx} de 9,4% e R^2_{aj} de 0,948.

Nos trabalhos de Assis et al. (2001), Fischer et al. (2001) e Acerbi-Junior et al. (2002), com *Pinus taeda* no município de Jaguariaíva-PR, foi evidenciado bons resultados no emprego do modelo de Hradetzky. No caso de Acerbi-Junior et al. (2002), foi utilizado este modelo para caracterizar o perfil do tronco de árvores visando gerar informações para estudo de diferentes métodos de desbaste, onde obtiveram S_{yx} de 5,7% e R^2_{aj} de 0,986. Já, Assis et al. (2001), onde cubaram 58 árvores entre 16 a 21 anos, o modelo de Hradetzky se sobressaiu com S_{yx} de 9,4% e R^2_{aj} de 0,948; sendo que Fischer et al. (2001), que cubaram 304 árvores para estudar modelos de *afilamento* em diferentes classes de diâmetro e sítio, obtiveram R^2_{aj} para o modelo de Hradetzky variando de 0,949 a 0,994.

Nogueira et al. (2008), utilizando 135 árvores de *Pinus taeda* cubadas em Santa Catarina com diâmetros entre 9 cm e 35 cm, tiveram bom desempenho do modelo de Garay como S_{yx} de 8,8% e R^2_{aj} de 0,983. Já, no trabalho de Souza et al. (2008), que utilizaram 68 árvores de *Pinus taeda* cubadas com 25 anos no município de Campo Belo do Sul-SC e representando diâmetros de 32 cm a 48 cm, tiveram como melhor modelo o Schöpfer com S_{yx} de 4,3% e R^2_{aj} de 0,982.

Kohler et al. (2013), trabalharam com 120 árvores de *Pinus taeda* cubadas em Santa Catarina entre 11 a 23 anos e tendo diâmetros entre 14 cm a 54 cm, obtiveram como melhor modelo o de Hradetzky. Também, Téó et al. (2013) que cubaram 78 árvores de *Pinus elliottii* na Região de Caçador-SC com 10, 18 e 27 anos, tendo diâmetros de 14 cm a 48 cm, selecionaram o modelo de Hradetzky que apresentou S_{yx} de 6,1% e R^2_{aj} de 0,987. Ainda, David et al. (2014) trabalhando com *Pinus sp* de 29 a 35 anos nos municípios de Rio Branco-PR e Cerro Azul-PR, indicaram o modelo de Hradetzky com S_{yx} de 8,5% e R^2_{aj} de 0,968.

No trabalho de Kohler et al. (2016), realizado em povoamentos de *Pinus taeda* com árvores de 7 e 18 anos amostradas na região Sul-

Central do Paraná e, também, de 11 e 23 anos em Santa Catarina, encontraram valores de S_{yx} variando de 5,4% a 7,6% e R^2_{aj} de 0,98 a 0,99, concluíram pelo modelo de Hradetzky. Souza et al. (2016) que trabalharam com *Pinus taeda* tendo diâmetros entre 17 cm e 45 cm no município de Telêmaco Borba-PR, verificaram melhor desempenho para o modelo de Schöpfer.

Stepka et al. (2017), trabalhando com *Pinus taeda* no Paraná, consideraram o modelo de Hradetzky como sendo o melhor com R^2_{aj} de 0,98. Já, Téó et al. (2018), trabalhando com *Pinus taeda* entre 4 e 31 anos distribuídos em vários municípios da região Meio-Oeste do estado de Santa Catarina, verificaram que o modelo de Schöpfer apresentou melhores estimativas de diâmetros com e sem casca ao longo do fuste de *Pinus taeda*.

Considerações finais

Diante do que foi observado nos trabalhos analisados, se verifica uma constante utilização dos modelos apresentados na Tabela 1 para se expressar o *afilamento* do gênero *Pinus*, geralmente, com enfoque nos modelos de Hradetzky e de Schöpfer para quantificação de multiprodutos. Houve pouco destaque aos modelos sigmóides de Biging e de Garay, além dos modelos segmentados de Max e Burkhart e de Clark et al. Sendo assim, se pôde evidenciar que seria importante realizar estudos com enfoque em outros tipos de modelos, principalmente, do tipo expoente-forma, como os modelos de Kozak (1988), Newnham (1988) e de Muhairwe (1999).

Por outro lado, também foi possível verificar que a maioria dos estudos sobre modelos de *afilamento* para o gênero *Pinus* se concentra nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Isso era de se esperar, já que ocorre a maior concentração de área plantada, principalmente, na região Sul. Mesmo assim, outras regiões com plantios deste gênero não possuem trabalhos sobre *afilamento*, como nos estados da Bahia, Espírito Santo e Goiás.

Na Figura 1a, se demonstra a concentração de trabalhos referentes a cada região e a relação das espécies do gênero *Pinus* mais utilizadas nos trabalhos sobre *afilamento*. Nota-se que a região Sul do Brasil forneceu 74% dos dados, ficando a região Sudeste com 26%. Deste total de 74%, 42% estão localizados no estado do Paraná, número que pode ser justificado por ter a maior área plantada com espécies do gênero *Pinus*. Também, na Figura 1b, se observa que o *Pinus taeda* é a espécie que concentra 64,71% dos trabalhos o *afilamento*, restando 11,76% com *Pinus elliottii* e 23,53% com outras espécies como *Pinus pátula*, *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea hondurensis*.

Quanto ao número de árvores cubadas, observou-se que houve uma variação de 58 a 200 árvores amostrando diâmetros mínimo de 4 cm e máximo de 54 cm. Já, quanto a idade dos plantios

amostrados, houve uma variação de 7 a 35 anos. Também, ao se verificar os critérios estatísticos de S_{yx} e R^2_{aj} , se observou valores entre 4,3% a 9,6% e entre 0,938 a 0,990, respectivamente

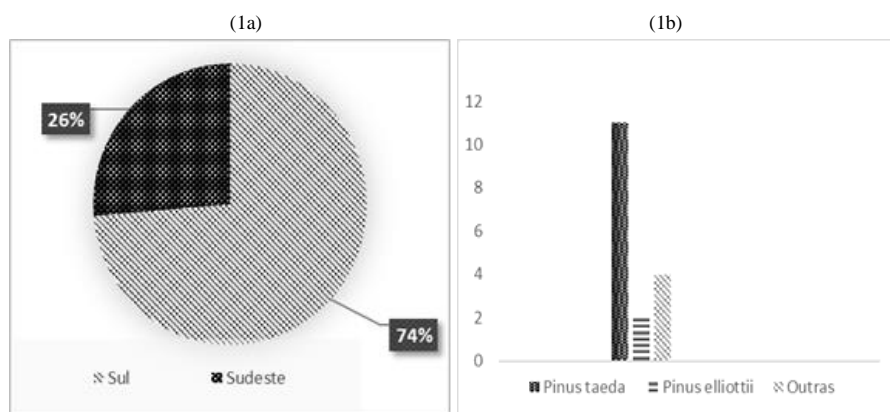


Figura 1. Fonte de dados utilizados nos trabalhos com modelos de *afilamento* para diferentes regiões do Brasil (1.a) com diferentes espécies de *Pinus* (1.b).

Referências bibliográficas

- Acerbi-Junior FW, SCOLFORO JRS, Oliveira AD, Maestri R (2002). Modelo para prognose do crescimento e da produção e análise econômica de regimes de manejo para *Pinus taeda* L. *Revista Árvore*, 26 (6): 699-713.
- Andrade VCL (2014). Modelos de taper do tipo expoente-forma para descrever o perfil do fuste de árvores. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 34(80): 271-283.
- Angelo H, Castro LHR, Hosokawa R.T, Kirchner FF (1997). Análise de componentes principais e função spline para definir a forma do tronco de *Pinus* tropicais. *Floresta*, 25, (1-2): 55-67, 1997.
- Araújo EJG, Pelissari AL, David HC, Miranda ROV, Netto S P, Morais VA Scolforo JRS (2012). Relações dendrométricas em fragmentos de povoamentos de *Pinus*, em Minas Gerais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 32 (72): 355-366.
- Assis A L, Scolforo J R S, Mello J M, Acerbi-Júnior F W, Oliveira A D (2001). Comparação de modelos polinomiais segmentados e não-segmentados na estimativa de diâmetros e volumes ao longo do fuste de *Pinus taeda*. *Cerne*, 7(1): 20-40.
- Campos JCC, Ribeiro JC (1982). Avaliação de dois modelos de taper em árvores de *Pinus patula*. *Revista Árvore*, 6(2):140-149.
- David HC, Marinheski-Filho A, Pelissari A, Péllico-Neto S, Araújo E, Baum L (2014). Critérios de estratificação para o ajuste de funções de afilamento em fustes de *Pinus*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 34 (79): 97-206.
- Drescher R, Schneider PR, Finger CAG (1999). Sortimentos de *Pinus elliottii* para a região da Serra do Sudeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Florestal*, 9(2): 55-73.
- Eisfeld RL, Mello AA, Sanquetta CR (2004). Avaliação De Modelos Polinomiais Não Segmentados na Estimativa de Volume Total e por Sortimento de *Pinus taeda*. *Brasil Florestal*, 23: 9-15.
- Figueiredo-Filho A Borders B E Hitch K L (1996). Taper equations for *Pinus taeda* in Southern Brazil. *Forest Ecology and Management*, .83(1): 39-46.
- Fischer F; Scolforo JRS, Acerbi-Júnior FW, Mello JM, Maestri R (2001). Exatidão dos modelos polinomiais não segmentados e das razões entre volumes para representar o perfil do tronco de *Pinus taeda*. *Ciência Florestal*, 11 (1): 167-188.
- Guimarães DP, Leite HGB (1992). Um novo modelo para descrever o perfil do tronco. *Revista Árvore*, 16 (2): 170-180.
- Horle DC, Mendonça AR, Carvalho SPC, Calegario N (2010). Modelagem não linear do perfil

Comentado [EL1]: datas

- longitudinal de fustes de *Pinus oocarpa*. *Cerne*, 16(2): 177-184, 2010.
- Husch B Beers T W, Kershaw Jr JAB (2003). Forest Mensuration. Ed. New York: John Wiley & Sons, 443p.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores: Relatório IBÁ 2019 ano base 2018. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 06/12/2019.
- Kohler SV, Koehler HS, Figueiredo-Filho A (2013). Modelos De Afilamento para *Pinus taeda* por Classes de Idade. *Floresta e Ambiente*, 20(4): 470-479.
- Kohler SV, Koehler HS, Figueiredo-Filho A, Arce JE, Machado AS (2016). Evolution of tree stem taper in *Pinus taeda* stands. *Ciência Rural*, 46 (7): 1185-1191.
- Machado AS, Urbano E, Conceição MB, Figueiredo-Filho A, Figueiredo DJ (2005). Comparação de modelos de afilamento do tronco para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 48(1): 41-64.
- Nogueira GS, Leite HG, Reis GG, Moreira AM (2008). influência do espaçamento inicial sobre a forma do fuste de árvores de *Pinus taeda*. *Revista Árvore*, 2(5): 855-860.
- Schneider PR (1986). Forma de tronco e sortimentos para *Pinus elliottii* Engelm da Floresta Nacional de Passo Fundo Rio Grande do Sul. *Acta Forest Brasil*, 1: 43-64,
- Scolforo JRS, Rios MS, Oliveira AD, Mello JM, Maestri R (1998). Acuracidade de equações de afilamento para representar o perfil do fuste de *Pinus elliottii*. *Cerne*, 4(1):100-122.
- Silva F, Dalla-Corte AP, Sanquetta CR (2011). equações de afilamento para descrever o volume total do fuste de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na região do Triângulo Mineiro. *Scientia Forestalis*, 39 (91): 367-376.
- Souza CAM, Chassot T, Finger CAG, Schneider PR, Fleig FD (2008). Modelos de afilamento para o sortimento do fuste de *Pinus taeda* L. *Ciência Rural*, 38(9): 2506-2511.
- Souza CA; Finger CAG; Schneider PR; Muller I (2016). Modelos de afilamento para *Pinus taeda* L. Baseados em pontos de mudança de forma. *Ciência Florestal*, 26(4): 1239-1246.
- Stepka FT, Zeny Junior AG, Lisboa SG, Cerqueira LC, Pesck AV, Roik M (2017). Modelos volumétricos e funções de afilamento para *Pinus taeda* L. na região Dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. *Revista Espacios*, 38 (21): 26.
- Téo SJ, Marcon A, Ehlers T, Bianchi JC, Peloso A, Nava PR, Costa RH (2013). Modelos de afilamento para *Pinus elliottii* em diferentes idades, na região de Caçador, SC. *Floresta*, 43(3): 439-452.
- Téo SJ, Machado AS, Figueiredo Filho A. Tomé M (2018) Stem taper equation with extensive applicability to several age classes of *Pinus taeda* L. *Floresta*, Curitiba, PR, 48(4): 471- 482.
- Yoshitani-Junior M, Nakajima NY, Arce JE, Machado AS, Druszcz JP, Hosokawa RT, Mello AA (2012). Funções de afilamento para plantios desbastados de *Pinus taeda*. *Floresta*, v.42, n. 1, p. 169-176.