

# TESTE DE IDENTIDADE DE UM MODELO DE AFILAMENTO PARA ÁRVORES RESINADAS E NÃO RESINADAS DE *Pinus elliottii* ENGELM

## IDENTITY TEST OF A TAPERING MODEL FOR RESINOUS AND NON-RESINOUS *Pinus elliottii* ENGELM TREES

*Kauana Engel*<sup>1</sup>, *Henrique Soares Koehler*<sup>2</sup>, *Alexandre Behling*<sup>3</sup>, *Rafaelo Balbinot*<sup>4</sup>, *Adriane Avelhaneda Mallmann*<sup>5</sup>, *Jonathan William Trautenmüller*<sup>6</sup>, *Iací Dandara Santos Brasil*<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,5,6,7</sup> Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil – [kauanaeg@gmail.com](mailto:kauanaeg@gmail.com),  
[koehler@ufpr.br](mailto:koehler@ufpr.br), [alexandre.behling@yahoo.com.br](mailto:alexandre.behling@yahoo.com.br), [mallmann.adriane@gamil.com](mailto:mallmann.adriane@gamil.com),  
[jwtraute@gmail.com](mailto:jwtraute@gmail.com), [iacidandara@yahoo.com.br](mailto:iacidandara@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil –  
[rafaelo.balbinot@gamil.com](mailto:rafaelo.balbinot@gamil.com)

### RESUMO

A comunidade científica apresenta uma evolução importante sobre estudos da forma e funções de afilamento para diversas espécies, mas há uma escassez de informações sobre funções de afilamento para árvores resinadas e não resinadas, visto que os plantios ainda podem ter a sua madeira utilizada para fins comerciais. Nesse contexto, esse trabalho teve o intuito de verificar se o ato de resinar árvores influencia na forma do fuste. Para isso os objetivos foram: (1) ajustar modelos tradicionais de afilamento para árvores de *Pinus elliottii* Engelm resinadas e não resinadas; (2) verificar se existe diferença entre as equações de afilamento das árvores resinadas e não resinadas. Para tanto, utilizaram-se dados provenientes de duas áreas de plantios de *P. elliottii* estabelecidas nos anos 1980, uma resinada e outra não resinada, localizadas no litoral sul do Rio Grande do Sul. Foram ajustados os modelos de Kozak Modificado (1969) e Schöepfer (1966) para os dados estratificados em grupos resinado, não resinado e para os dados totais. Para verificar a igualdade das equações desenvolvidas entre as árvores resinadas, não resinadas e para as árvores sem estratificação, aplicou-se o teste de identidade de Graybill (1969). O modelo Schöepfer (1966) se ajusta melhor aos dados de *Pinus elliottii* Engelm, tanto para plantios resinados como não resinados, quando comparado ao modelo de Kozak et al. (1969). A resinagem das árvores proporciona perfil de fuste diferente quando comparado a plantios não resinado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diâmetros, Equações taper, Plantações florestais.

### ABSTRACT

The scientific community has made significant progress in studying taper functions for various tree species, but there is a lack of information on taper functions for resinous and non-resinous trees, as plantations may still use their wood for commercial purposes. In this context, this study aims to investigate whether resin tapping influences stem form. The objectives were: (1) to fit traditional taper models for resinous and non-resinous *Pinus elliottii* Engelm trees; (2) to analyze difference between the taper equations for resinous and non-resinous trees. It was used data from two *P. elliottii* plantations established in the 1980s, one resinous and the other non-resinous, located in the southern coast of Rio Grande do Sul. The models of modified Kozak (1969) and Schöepfer (1966) were fitted for data stratified into resinous and non-resinous groups and for the total data. To test the equality of the developed equations among resinous, non-resinous, and unstratified trees, the Graybill identity test (1969) was applied. The Schöepfer (1966) model was better to fit for the *Pinus elliottii* Engelm data, both for resinous and non-resinous plantations, compared to the Kozak et al. (1969) model. Resin tapping in trees provides a different stem profile compared to non-resinous plantations.

**KEYWORDS:** Diameters, Taper equations, Forest plantations.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Pinus elliottii* Engelm é a principal produtora de resina. A extração da resina é realizada a partir de técnicas aplicadas diretamente no fuste das árvores vivas, com o objetivo de abrir fendas que por consequência, farão verter os canais resiníferos, sendo esse o conjunto de atividades denominado como resinagem (CUNNINGHAM, 2012; ARESB, 2018).

Além da relevância da atividade resinífera para o setor florestal brasileiro, o *P. elliottii* produz madeira para diferentes usos, principalmente, painéis de madeira, pisos laminados, produtos sólidos de madeira (TERRA et. al., 2018; IBÁ 2022).

Uma estratégia de manejo combinada de extração de resina com produção de madeira pode oferecer aos produtores florestais uma maximização da renda, apesar de quaisquer reduções no volume do fuste decorrentes da extração de resina (WILLIAMS et al., 2017). Desse modo, ao final do ciclo de resinagem, os plantios podem ter a sua madeira utilizada para fins comerciais. Esse formato de produção combinada pode reduzir o período de retorno econômico em 45% (WANG et al., 2011).

Tradicionalmente, as estimativas do sortimento de madeira são realizadas por meio das funções de afilamento (TERRA et al., 2018; HE et al., 2022). As funções de afilamento estimam os diâmetros em qualquer altura do fuste, alturas em qualquer posição do fuste, o volume de diferentes partes do fuste e o volume para o total do fuste (CAMPOS & LEITE, 2017). Ou seja, além de oferecer as estimativas da mudança nos diâmetros de todo o comprimento do fuste, também estima o volume total e comercial (BURKHART & TOMÉ, 2012).

Na literatura são encontrados estudos com árvores do gênero *Pinus*, que consideram fatores de efeito na forma para estudo e estratificação do afilamento fustes, como idade e local de plantio para *Pinus taeda* (KÖHLER et al., 2013; KÖHLER et al., 2016; TÉO et al., 2018; TÉO & ESTEVES, 2022; DOS SANTOS et al., 2019), fator de forma para *Pinus* sp. (DAVID et al., 2014), fase de desenvolvimento para *P. elliottii* (SILVA et al., 2018), aplicação de desbaste para *P. taeda* (YOSHITANI JÚNIOR et al., 2011).

No entanto, percebe-se uma escassez de estudos referentes às estimativas de volumes de madeira em plantios resinados brasileiros. Bem como a variação dos perfis de fustes dos plantios resinados em relação a plantios não resinados. Além disso, a maioria dos estudos com árvores resinadas são internacionais e abordaram aspectos relacionados ao efeito da resinagem no crescimento de alguma posição específica do fuste

(FIGUEREDO FILHO, 1991; TOMUSIAK & MAGNUSZEWSKI, 2009; GÉNOVA et al., 2014; CHEN et al., 2015; VAN DER MAATEN et al., 2017).

Esses estudos apresentam resultados divergentes sobre o tipo de influência que a resinagem tem no fuste das árvores. Os estudos realizados na Polônia e Alemanha relatam influência positiva no crescimento da dimensão lenhosa dos fustes (TOMUSIAK & MAGNUSZEWSKI, 2009; VAN DER MAATEN et al., 2017). Já estudos realizados na Espanha e China por Génova et al. (2014) e Chen et al. (2015), respectivamente, indicam impactos negativos no crescimento lenhoso dos fustes.

Embora observe-se contraste nos resultados sobre a influência da resinagem no fuste, se percebe o consenso comum de que a resinagem, de fato, exerce impacto no crescimento lenhoso da árvore resinada (FIGUEREDO FILHO, 1991; TOMUSIAK & MAGNUSZEWSKI, 2009; GÉNOVA et al., 2014; CHEN et al., 2015; VAN DER MAATEN et al., 2017).

O consenso de que a resinagem exerce alguma influência no crescimento do fuste, desperta a suspeita de que a forma também seja impactada. Nesse contexto, esse trabalho teve o intuito de verificar se o ato de resinar árvores influencia na forma do fuste. Para isso os objetivos deste trabalho foram: (1) ajustar modelos tradicionais de afilamento para árvores de *Pinus elliottii* Engelm resinadas e não resinadas; (2) verificar se existe diferença entre as equações de afilamento das árvores resinadas e não resinadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Os dados do presente trabalho são oriundos de plantios com *P. elliottii*, estabelecidos nos anos 1980, localizado em Santa Vitória do Palmar entre as coordenadas 33°5'1"S; 52°40'13"O e 31°50'32"S; 52°29'30"O no extremo sul do Rio Grande do Sul (Figura 1). Os dados fazem parte da base de estudos de campo do Projeto Fazenda Modelo FLOPAL, do laboratório de política e manejo florestal, Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen.

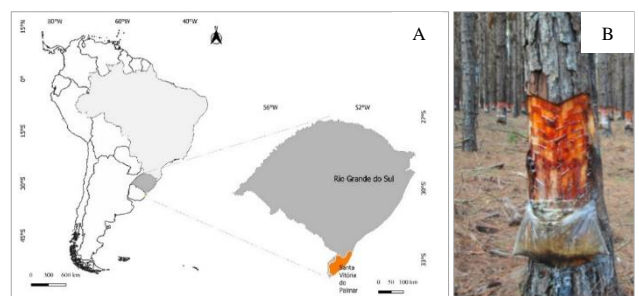


Figura 1. Localização da área de estudo (A); Face do fuste resinada pelo método “V” (B).

O clima da região é “Cfa” Clima subtropical úmido, oceânico e com verões quentes, precipitação anual entre 1.300 e 1.600 mm e temperatura média anual de 16 e 18 °C (ALVAREZ et al., 2013). Os solos são Neossolos Quartzarênicos, formados por depósitos arenosos e apresentam textura areia ou areia franca ao longo de, pelo menos, dois metros de profundidade, com quantidade de argila menor que 15% (EMBRAPA, 2018).

Para este trabalho foram selecionadas duas áreas de plantio: i) árvores com resinamento (RE) e ii) árvores sem resinamento (NR). As áreas de cada plantio correspondem a 53,5 ha e 44,4 ha, respectivamente. Ambos os plantios estavam com 28 anos e com o mesmo espaçamento inicial de plantio 2,0 x 2,5 m. Durante os 28 anos de desenvolvimento não foram realizado trato silvicultural e a única diferença na condução do plantio entre as duas áreas foi a extração de resina por 10 anos na área RE.

O método utilizado para o resinamento foi o aberto com estrias em “V” cortadas a cada 15 a 18 dias com 2 cm de largura e aproximadamente 12 cm de comprimento (Figura 1B). Este sistema é aplicado em duas faces do tronco até a altura de aproximadamente 2,5 a 2,8 metros.

#### Coleta de dados

Os dados provêm de inventário florestal sistemático (grid 250 m x 250 m), com parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup>, realizados para cada área de plantio. Na área RE foram alocadas 26 parcelas e na área NR 32 parcelas. Posteriormente foram cubadas no total 75 árvores, 30 na área RE e 45 na área NR. A seleção dessas árvores foi realizada com base na distribuição diamétrica dos dois plantios, sendo amostradas 6 árvores por classe de diâmetro.

O método de cubagem utilizado foi o de Smalian, com a mensuração dos diâmetros com casca das secções iniciando-se na base 0,10 m, 0,7 m, e 1,30 m e, posteriormente, o fuste foi seccionado a cada dois metros. A altura total (h) e comprimento das secções (h<sub>i</sub>) foram mensurados com uma fita métrica e o diâmetro a 1,30 m do solo (d) e diâmetros de cada secção (d<sub>i</sub>) com o auxílio de uma suta.

Na tabela 1 estão apresentadas as estatísticas descritivas (média, desvio padrão, coeficiente de variação, valores máximos e mínimos) das variáveis d, h e fator de forma artificial (f<sub>1,3</sub>) das árvores resinadas e não resinadas.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis dendrométricas das árvores RE e NR, localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Estatísticas	Árvores resinadas			Árvores não resinadas		
	d (cm)	h (m)	f <sub>1,3</sub>	dap (cm)	H (m)	f <sub>1,3</sub>
Média	27,68	20,82	0,50	32,86	22,77	0,43
DP	7,84	1,97	0,06	11,09	2,84	0,04
CV (%)	28,32	9,47	11,02	33,76	12,50	8,84
Mínimo	15,60	18,30	0,42	15,44	15,70	0,37
Máximo	42,18	24,90	0,63	50,29	27,50	0,53

f: fator de forma observado dos fustes; DP: Desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

#### Equações de Afilamento

Os três modelos ajustados foram ajustados para as árvores resinadas (RE), não resinadas (NR) e para o conjunto total de árvores (CT) (Tabela 2). As estimativas de volume total foram obtidas pela integral dos respectivos modelos.

Tabela 2. Modelos de afilamento ajustados para estimar os diâmetros do fuste das árvores RE e NR localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Autor	Modelo
Kozak et al. (1969)	$\left(\frac{d_i}{dap}\right)^2 = B_1 \left(\frac{h_i}{h} - 1\right) + B_2 \left[\left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 1\right]$
Schöepfer (1966)	$\frac{d_i}{dap} = B_0 + B_1 \left(\frac{h_i}{h}\right) + B_2 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 + B_3 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + B_4 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 + B_5 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$

#### Avaliação do Modelo

Os critérios estatísticos utilizadas para avaliar a qualidade dos modelos foram: erro padrão da estimativa em porcentagem (Syx<sub>%</sub>); coeficiente de determinação ajustado e corrigido (R<sup>2</sup>aj.) e análise gráfica da dispersão dos resíduos.

#### Influência da resinagem na equação de afilamento

Para verificar se as equações estimadas para árvores resinadas e não resinadas se tornam distintas, foi realizado o teste de identidade de Graybill (1976). Esse teste comparou estatisticamente as duas equações, para as árvores RE e NR, por meio da análise de variância e do teste F (Tabela 3) para testar a hipótese de nulidade H<sub>0</sub>: b<sub>0</sub>=b<sub>1</sub>=...=b<sub>n</sub>.

Tabela 3. Análise de variância do teste de identidade para os modelos de afilamento das árvores RE e NR, localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F <sub>cal</sub>
Modelo completo	$H * p$	$SQ_{(completo)}$		
Modelo reduzido	$p$	$SQ_{(reduzido)}$		
Redução	$(H - 1) * p$	$SQ_{(completo)} - SQ_{(reduzido)}$	$\frac{SQ_{(redução)}}{(G - 1)p}$	$\frac{QM_{(redução)}}{QM_{(reduzido)}}$
Resíduo	$N - (H * p)$	$SQ_{(total)} - SQ_{(completo)}$	$\frac{SQ_{(reduzido)}}{N - (Gp)}$	
Total	$N$	$SQ_{total}$		

A não rejeição de  $H_0$  demonstra que as equações estimadas para cada grupo de árvores não diferem entre si. Esse resultado aprova o uso da mesma equação para árvores RE e NR. Mas, se  $H_0$  for rejeitada então as equações estimadas para cada grupo de árvores diferem entre si. E, portanto, entende-se que cada grupo de árvores requer sua própria equação estimada.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as árvores RE, NR e CT, o modelo de Schöpfer (1966) (Tabela 4) apresentou o maior  $R^2$ aj. (Tabela 5) e o menor Syx% em relação ao de Kozak et al. (1969). Para as árvores NR, o modelo de Schöpfer (1966) apresentou as estatísticas semelhantes ao modelo de Kozak et al. (1969), com um desempenho levemente superior em relação ao Syx%.

Tabela 4. Modelos de afilamento ajustados para estimar os diâmetros e volume total do fuste das árvores Resinadas e Não Resinadas localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Modelo	Coefficientes	Resinadas	Não Resinadas	Total
Kozak et al. (1969)	$b_1$	-2,5302	-2,0134	-2,2167
	$b_2$	1,1177	0,84208	0,9516
	$b_0$	1,2845	1,1464	1,1998
Schöpfer (1966)	$b_1$	-4,2553	-3,1047	-3,5373
	$b_2$	17,6296	12,3999	14,3083
	$b_3$	-37,8547	-27,2190	-31,0164
	$b_4$	36,3650	26,3988	29,9064
	$b_5$	-13,1788	-9,6249	10,8665

A superioridade, na análise das estatísticas de ajuste, para o modelo de Schöpfer (1966) também foi observada por Téio et al. (2013); Silva et al. (2018) ao estudar o *P. elliptii* e por Yoshitani Júnior et al. (2012) ao estudar o *P. taeda* quando comparado ao modelo de Kozak et al. (1969). Para as árvores RE, NR e CT, ambos os modelos apresentaram uma distribuição gráfica dos resíduos sem tendência para os diâmetros estimados até 2/3 do comprimento do fuste (Figura 3A, 3B, 3C).

Tabela 5. Estatísticas das equações ajustadas para estimar os diâmetros e volume total do fuste das árvores Resinadas e não Resinadas localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Modelo	Resinadas		Não Resinadas		Total	
	$R^2$ aj.	Syx (%)	$R^2$ aj.	Syx (%)	$R^2$ aj.	Syx (%)
Kozak et al. (1969)	0,96	12,14	0,98	9,50	0,97	11,52
Schöpfer (1966)	0,97	10,04	0,98	8,22	0,97	10,24

Syx% é erro padrão da estimativa em porcentagem e  $R^2$ aj. é coeficiente de determinação ajustado e corrigido.

Nos três grupos de ajuste, houve um maior afastamento dos pontos no final do eixo  $x$ . Esse comportamento indica a dificuldade em estimar os diâmetros do terço superior do fuste. Contudo, percebe-se que o modelo de Schöpfer (1966) demonstrou o aspecto marcante de homogeneidade até 2/3 do fuste e uma tendência menos acentuada no terço superior do fuste.

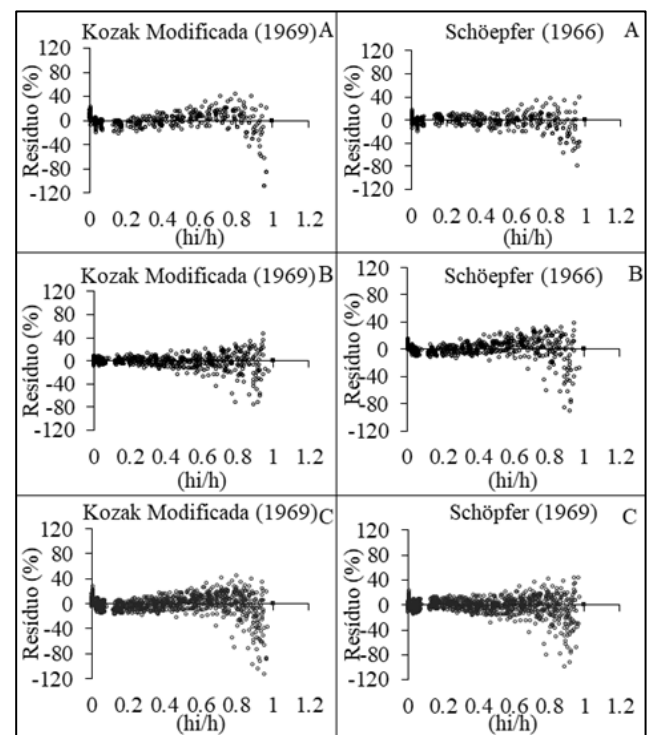


Figura 2. Dispersão dos resíduos dos  $d_i$  estimados com funções de afilamento para as árvores resinadas (A), não resinadas (B) e para o conjunto total de árvores (C), localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Os aspectos evidenciados no presente estudo, comportamento semelhante entre as distribuições dos resíduos semelhantes dos modelos e a dificuldade em estimar os menores diâmetros com tendência para

superestimá-los, também foi encontrado por Yoshitani Júnior et al. (2012) ao estudar o *P. taeda* e Silva et al. (2018) ao estudar o *P. elliottii*.

A dificuldade em estimar os diâmetros da parte superior do fuste ocorreu em função de que o modelo de Schöpfer (1966) apresenta apenas uma função para modelagem. Os modelos com apenas uma função, ditos menos complexos, não conseguem descrever perfeitamente todo o perfil fuste, da base ao topo (Burkhart e Tomé, 2012; Campos & Leite, 2017). Pois um fuste é composto matematicamente pelas formas neilóide, parabolóide e cone (Max e Burkhart, 1976).

Com relação ao perfil médio do fuste, nos três grupos de ajuste o modelo Schöpfer (1966) foi adequado, pois apresentou uma distribuição dos dados majoritariamente uniforme em torno da linha média de ajuste na porção basal, mediana e superior do fuste (Figura 3). Na porção superior do fuste é possível visualizar uma leve tendência em superestimar os diâmetros, já observada nos gráficos de resíduos e comentada anteriormente.

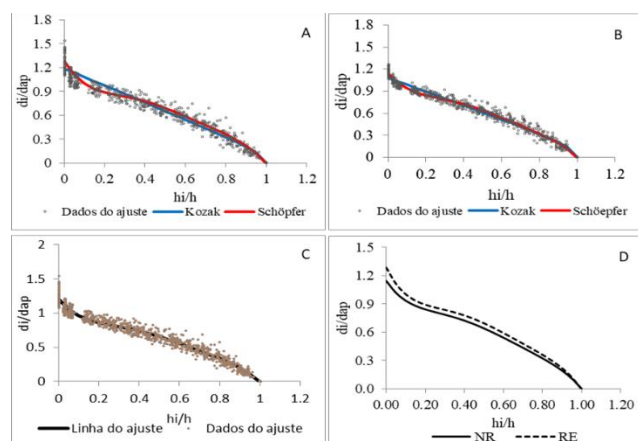


Figura 3. Perfil médio do fuste estimado das árvores resinadas (A), não resinadas (B) e conjunto total das árvores (C); e o perfil médio do fuste estimado pelo modelo de Schöpfer (1966) para as árvores RE e NR (D), localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Ainda, nota-se que o modelo de Schöpfer (1966) foi mais flexível em relação ao Kozak et al (1969) para adaptar-se as variações da forma. Pois, descreveu com maior precisão a forma do fuste na parte basal, a qual se refere a a forma neiloide.

Estimativas adequadas de volume de madeira de multiprodutos tem impacto importante no planejamento econômico da produção (SOUZA et al., 2016). Pois os valores estimados pelas equações nas projeções são um

dos aspectos que norteiam o planejamento das operações de campo para a colheita do quantitativo estimado.

Os perfis médios estimados para as árvores RE e NR (Figura 3D) apresentaram formas visualmente semelhantes entre si. Foi evidente que as árvores RE apresentaram  $d_i$  maiores em relação às árvores NR, caracterizando árvores mais grossas para o grupo RE. Esse fato indica uma possível diferenciação no perfil do fuste entre árvores RE e NR (Figura 3D).

As equações geradas por grupo de árvores (RE e NR) foram diferentes da equação gerada com o conjunto total de árvores (CT). Nesse caso, a hipótese de nulidade ( $h_0$ )  $b_0 = b_1 = \dots = b_n$  foi rejeitada (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância do teste de identidade para a equação das árvores resinadas e não resinadas, localizadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.

Causa de variação	GL	SQ	QM	F cal	F tab
Modelo completo	12	561,1587			
Modelo reduzido	6	560,1613			
Redução	6	0,9974	0,1662	54,38	2,1076
Resíduo	1000	3,0568	0,0031		
Total	1012	564,2156			

A diferença entre equações ocorreu porque a relação construída entre a variável independente ( $h_i/h$ ) e dependente ( $d_i/d$ ) do modelo de afilamento, representada pelos coeficientes das funções, foi diferente entre as árvores RE e NR.

O presente estudo sugere que a diferença entre os dois grupos de árvores ocorreu devido ao tamanho das árvores ao longo do comprimento do fuste. Pois, conforme observado na Figura 3, as árvores RE apresentaram  $d_i$  ligeiramente maiores em relação as árvores NR. Ainda, observa-se o mesmo padrão (RE>NR) para o dap médio calculado para ambos os grupos de árvores (Tabela 1).

Na literatura constam uma variedade de aspectos que podem influenciar os diferentes resultados encontrados sobre o efeito da resinagem no crescimento das árvores. Os quais incluem o método de extração de resina, a autoecologia das espécies de pinus, o período de resinagem, ponto de medição do diâmetro, métodos de amostragem de núcleos de árvores (VERMA & PANT, 1978; CHEN et al., 2015; VAN DER MAATEN et al., 2017).

Génova et al. (2014) ao estudar o efeito da resinagem no *Pinus pinaster* na Espanha, observou que os fustes resinados eram maiores que os não resinados nos primeiros 30 anos de resinagem. Mas, os autores indicam que nos 70 anos seguintes de avaliação houve uma

redução média de 33% do crescimento das resinadas em relação as não resinadas.

Van der Maaten et al. (2017), ao estudar a resinagem em pinheiros na Alemanha, mostram em sua pesquisa que o crescimento das árvores resinadas é superior até os 30 anos de resinagem. No entanto, ao analisarem um período de 20 anos seguintes após os primeiros 30 anos, constaram que o crescimento das resinadas, inicialmente superior, se estabilizou com o crescimento das não resinadas.

Ressalta-se que os resultados encontrados no presente estudo se referem ao perfil do fuste para as RE e NR na idade de 28 anos, dos quais 10 anos são com resinagem. Não se descarta a hipótese de que o comportamento do fuste, já foi diferente em alguma idade anterior ou que ainda pode se alterar ao longo dos próximos anos, como demonstra as pesquisas de Van der Maaten et al. (2017) e Génova et al. (2014).

Os estudos desenvolvidos por ambos os autores são fortemente embasados pelo fator tempo, com períodos de avaliação antes, durante e pós a resinagem. O presente trabalho destaca a importância de mais estudos sobre árvores RE, especialmente com relação as estimativas volumétricas por sortimento florestal. Pois a resinagem é realizada em determinadas alturas do fuste, correspondendo a limitações qualitativas e econômicas de diferentes sortimentos de madeira, que podem ser relevantes para a empresa, dependendo da finalidade da madeira no momento do corte.

Embora as razões que justifiquem o comportamento do perfil dos fustes resinados em relação ao não resinado não sejam totalmente esclarecidas no presente estudo, constata-se que as equações de afilamento diferem entre árvores resinadas e não resinadas. Esta informação permite que o planejador do inventário florestal decida por coletar dados para produzir ou não equações estratificadas, ciente dos possíveis resultados relacionados à acuracidade das estimativas.

## CONCLUSÕES

O modelo Schöepfer (1966) se ajusta melhor aos dados de *Pinus elliottii* Engelm, tanto para plantios resinados como não resinados, quando comparado ao modelo de Kozak et al. (1969). A função de afilamento do plantio de *Pinus elliottii* Engelm resinado é diferente da função para plantio não resinado.

## AGRADECIMENTOS

A Empresa Florestadora Palmares LDTA - FLOPAL pelo apoio na coleta do respectivo banco de dados.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ARESB - Associação dos resinadores do Brasil. **Operações de resinagem**, 2018. Disponível em: <https://www.aresb.com.br/portal/boletim-informativo-setembro-2018/>
- BURKHART, H.E.; TOMÉ, M. Modeling Forest trees and stands. **Springer Science & Business Media**, 2012.
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 5 ed. Editora UFV, Viçosa: UFV, p.605, 2017.
- CHEN, F. et al. Influence of climate warming and resin collection on the growth of Masson pine (*Pinus massoniana*) in a subtropical forest, southern China. **Trees**, v. 29, n.5, p. 1423-1430, 2015.
- CUNNINGHAM, A. **Pine resin tapping techniques used around the world**. Pine resin: biology, chemistry and applications, p. 1-8, 2012. Disponível em: [https://www.celsofoelkel.com.br/artigos/outros/2012\\_Pine\\_resin\\_tapping\\_tech\\_niques.pdf](https://www.celsofoelkel.com.br/artigos/outros/2012_Pine_resin_tapping_tech_niques.pdf).
- DAVID, H.C. et al. Critérios de estratificação para o ajuste de funções de afilamento em fustes de pinus. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n.79, p.197-206, 2014.
- DOS SANTOS, R.M.M., et al. MODELOS DE VOLUME E AFILAMENTO PARA FLORESTAS DE *Pinus taeda* L. **BIOFIX Scientific Journal**, v.4, n.1, p.35-42, 2019.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos** (5. ed.). Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.
- FIGUEREDO FILHO, A. **Influência da Resinagem no Crescimento de *Pinus elliottii* Engelm e sua Avaliação Econômica**. 1991. (Tese de doutorado).
- GÉNOVA, M. et al. Resin tapping in *Pinus pinaster*: effects on growth and response function to climate. **European Journal of Forest Research**, v. 133, n.2, p.323-333, 2014.
- GRAYBILL, F. **A Theory and application of the linear model**. Editora: Duxbury Press, 1976.
- HE, P. et al. Evaluation of parametric and non-parametric stem taper modeling approaches: A case study for *Betula platyphylla* in Northeast China. **Forest Ecology and Management**, 525, 120535, 2022.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). Relatório Anual 2022. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- KOHLER, S. V. et al. Modelos de Afilamento para *Pinus taeda* por Classes de Idade. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.4, p.470-479, 2013.
- KOHLER, S.V. et al. Evolution of tree stem taper in *Pinus taeda* stands. **Ciência Rural**, v.46, n.7, p.1185-1191, 2016.

KOZAK, A. et al. Taper functions and their application in forest inventory. **Forest Chronicle**, v.45, n.4, p.278-283, 1969.

MAGNUSZEWSKI, M.; TOMUSIAK, R. Effect of resin-tapping on the radial increment of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) - case study of a stand from Lidzbark Forest District. **Forest Research Papers**, v.74, n.3, p.273–280, 2013.

SCHÖEPFER, W. Automatisierung des Massen, Sorten und Wertberechnung stenender Waldbestände Schriftenreihe Bad. [S.l.]: **Wurtt-Forstl**, 1966.

SILVA, S. A. et al. Funções de afilamento para *Pinus elliottii* Engelm. proveniente de condução de regeneração natural. **BIOFIX Scientific Journal**, v.3, n.1, p.130-136, 2018.

SOUZA, C. A. M. et al. Modelos de afilamento para *Pinus taeda* L. baseados em pontos de mudança de forma. **Ciência Florestal**, v.26, n.4, p.1239-1246, 2016.

TÉO, S. J. et al. Modelos de afilamento para *Pinus elliottii* em diferentes idades, na região de Caçador, SC. **Floresta**, v.43, n.3, p.439 - 452, 2013.

TÉO, S. J. et al. Stem taper equation with extensive applicability to several age classes of *Pinus taeda* L. **Floresta**, v. 48, n. 4, p. 471-482, 2018.

TÉO, S. J.; ESTEVES, J. H.. Efeito da idade sobre o polinômio do quinto grau para afilamento de *Pinus taeda* L. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 7, n. 1, p. 66-73, 2022.

TERRA, D.L.C.V. et al. Histórico sobre modelos de afilamento em plantios brasileiros com o gênero *Pinus*. **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 4, p. 1241-1246, 2020.

TOMUSIAK, R.; MAGNUSZEWSKI, M. Effect of resin tapping on radial increments of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). **Trace**, v.7, p.151-157, 2009.

VAN DER MAATEN, E.V. et al. Tapping the tree-ring archive for studying effects of resin extraction on the growth and climate sensitivity of Scots pine. **Forest Ecosystems**, v.4, n.7, p.4-7, 2017.

Verma, V.P.S.; Pant, S.P. Effect of width of blaze and stimulant (in resin tapping) on the growth of chirpine (*Pinus roxburghii* Sargent). **Indian Forester**, v.104, n.1, p.36-41., 1978.

WANG Y. et al. Analysis and evaluation on economic benefit of *Pinus massoniana* plantation for timber and resin production - taking Guangxi Paiyangshan State Forest Farm as an example. **Issues of Forestry Economics**, v.6, n.5, 2011.

WILLIAMS R. et al. The Effects of Resin Tapping on the Radial Growth of Masson Pine Trees in South China-A Case Study. **Agricultural Research e Technology**, v.8, n.2, p.1-4, 2017.

YOSHITANI JÚNIOR, M. et al. Funções de afilamento para plantios desbastados de *Pinus taeda*. **Floresta**, v.42, n.1, p.169 -176, 2012.

ZHENG, C. et al. Compatible taper-volume models of *Quercus variabilis* Blume forests in north China. **iForest - Bio geosciences and Forestry**, v.10, p.567 -575, 2017.