

Avaliação da Dispersão de Sementes de *Pinus taeda* L. pela Análise dos Anéis de Crescimento de Árvores de Regeneração Natural

Mario Tomazello Filho¹, João Vicente de Figueiredo Latorraca²,
Felícia Miranda Fischer³, Graciela Inez Bonzon de Muñiz⁴, José Luis Melandri⁵,
Patrícia Maria Stasiak³, Marco Antônio Torres⁶, Willian Julio Piccion³,
Harry Albino Hoffmann⁷, Luciana Duque Silva¹

¹Departamento de Ciências Florestais – LCF, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba/SP, Brasil

²Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica/RJ, Brasil

³Departamento de Contabilidade e Finanças – DCF, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba/PR, Brasil

⁴Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, PR, Brasil

⁵Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes, Mérida, Mérida, Venezuela

⁶Departamento de Biodiversidade, Copel Geração e Transmissão S.A., Curitiba/PR, Brasil

⁷Embrapa Florestas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Colombo/PR, Brasil

RESUMO

As árvores de *Pinus taeda* – introduzidas no Brasil em 1880 e em ensaios experimentais em 1936 – têm sido relacionadas na literatura especializada ao processo de invasão biológica de algumas áreas de campos gerais e de altitude dos estados do Paraná e Santa Catarina, de cerrado no estado de São Paulo, de restinga no estado de Santa Catarina e de pampas no estado do Rio Grande do Sul. Os anéis de crescimento anuais formados no lenho das árvores de *Pinus taeda* constituem importante ferramenta na avaliação do processo de invasão biológica. Com esse objetivo, no presente trabalho avaliou-se a dispersão espacial-temporal de sementes analisando-se os anéis de crescimento do lenho de árvores de *Pinus taeda* de plantações e de regeneração natural na região de Faxinal do Céu, estado do Paraná. Os resultados possibilitaram determinar a idade e a taxa de crescimento do tronco das árvores de *Pinus taeda* de plantações, a data da germinação, a área de dispersão das sementes e a taxa de crescimento das árvores de regeneração natural. Os resultados permitem, da mesma forma, discutir o processo de invasão de árvores de *Pinus taeda* pela dispersão das sementes em áreas limítrofes às plantações florestais.

Palavras-chave: dinâmica de crescimento, crescimento anual, plantas invasoras.

Evaluation of *Pinus taeda* L. Seed Dispersal by Tree-ring Analysis of Natural Regenerated Trees

ABSTRACT

The *Pinus taeda* trees - introduced in Brazil in 1880 and in experimental trials in 1936 - have been listed in specialized literature of biological invasion process in some areas of general fields and altitude of the states of Parana and Santa Catarina such as, the savanna in the state São Paulo, sandbar in the state of Santa Catarina and pampas in the state of Rio Grande do Sul. The annual tree-rings formed in the wood of *Pinus taeda* trees constitute an important tool in the evaluation of the biological invasion process. The present study aimed to evaluate the spatial-temporal

dispersion of seeds by analyzing the tree-rings of *Pinus taeda* trees from plantations and natural regeneration in the region of Faxinal do Céu, state of Paraná. The results allowed determining the age and growth rate of the pine trees trunk from plantations; the date of germination, the seed dispersal area and the growth rate of trees of natural regeneration. The results allow, likewise discussing the invasion process of pine trees by seed dispersal in areas close to forest plantations.

Keywords: growth dynamic, annual growth, invasive plants.

1. INTRODUÇÃO

As árvores de *Pinus taeda* ocorrem naturalmente em 15 estados americanos, de Delaware a Florida, incluindo a região leste do Texas, no sul do EUA, em altitudes de 0 a 700 m, juntamente com *P. echinata*, *P. elliottii*, *P. glabra*, *P. palustris* e *P. serotina*. Em sua área de ocorrência natural, as árvores de *Pinus taeda* podem atingir diâmetro do tronco de 152 cm e altura total de 45 m, incluindo-se no grupo das espécies conhecidas como “pinheiros amarelos”, introduzidas no Brasil em 1880 e em ensaios experimentais em 1936, no estado de São Paulo, pelo Serviço Florestal do Estado de São Paulo (Shimizu, 2006).

O rápido crescimento das árvores de *Pinus taeda*, aliado às características e qualidade da sua madeira (polpa e papel, chapas, construção civil, mobiliário etc.), resultou na expansão das plantações florestais a partir da década de 1960, com a lei de incentivos fiscais, substituindo a *Araucaria angustifolia* nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo (Kronka et al., 2005). Atualmente há mais de 1,6 milhão de hectares plantados com *Pinus* no Brasil, com cerca de 70% das plantações nos estados do Paraná e Santa Catarina, sendo o *P. taeda* a principal espécie (ABRAF, 2013).

No entanto, algumas características das árvores da espécie, como a facilidade dos tratamentos culturais, rápido crescimento, associação com fungos micorrízicos – proporcionando o estabelecimento das árvores em solos pobres e ácidos –, produção de massa de sementes pequenas e aladas dispersas pelo vento a longas distâncias, tolerância à sombra, curto período de juvenilidade e maior longevidade as incluem como de risco de invasão biológica (Shimizu, 2006; Instituto Hórus, 2016; Richardson & Higgins, 1998; Richardson et al., 2000; Richardson, 2006; Zenni & Ziller, 2011).

Assim, a literatura registra áreas de invasão biológica das árvores de *Pinus taeda* nos campos

gerais no Paraná e em Santa Catarina, no cerrado em São Paulo, na restinga em Santa Catarina, nos campos no Rio Grande do Sul e nos campos de altitude no Paraná, dentre outros (Ziller, 2001; Bechara, 2003; Mahmoud et al., 2015; Pivello, 2015; Abreu, 2015; Mochinski, 2006; Vashchenko et al., 2007; Foelkel & Foelkel, 2008; Falleiros et al., 2011; Zenni & Simberloff, 2013; Miashike, 2015; Ramos, 2015).

A formação de anéis de crescimento anuais no lenho do tronco das árvores de *Pinus taeda*, a exemplo de inúmeras espécies de coníferas, como resultado da sazonalidade da atividade cambial e variação das condições climáticas (Tomazello et al., 1999), constitui importante ferramenta na avaliação espacial-temporal do processo de invasão biológica. Pela aplicação da análise dos anéis de crescimento são relatadas, na literatura especializada, árvores de *Pinus taeda* com 191 a 241 anos em sua área de ocorrência natural na Carolina do Norte e na Carolina do Sul, EUA (Pederson et al., 1997; Barefoot & Hafley, 2015).

Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dispersão espacial e temporal de sementes de árvores de regeneração natural de *Pinus taeda* através do estudo dos anéis de crescimento anuais, na região de Faxinal do Céu, PR. O trabalho visou, também, comprovar a idade e determinar a taxa de crescimento do tronco das árvores das plantações florestais – data da germinação, área de dispersão das sementes e taxa de crescimento do tronco das árvores – e da área de regeneração natural.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do local de estudo

O trabalho foi desenvolvido em área da Companhia Paranaense de Energia Elétrica – COPEL, município de Pinhão, distrito de Faxinal do Céu, estado do Paraná, latitude 25°59'48,47" S, longitude 51°40'2" O e altitude de 826 m. De acordo com Köppen, a região está inserida na unidade climática *Cfb*, clima

subtropical úmido (mesotérmico), com média do mês mais quente inferior a 22 °C e do mês mais frio inferior a 18 °C, sem estação seca, verão brando, geadas severas e frequentes (Figura 1).

2.2. Caracterização das árvores de *Pinus taeda*

Foram selecionadas árvores de *Pinus taeda* em áreas de plantação (datadas de 1975 e 1977) – sem manejo florestal – e de regeneração natural. Nas cinco áreas de regeneração natural de *Pinus taeda* foram selecionadas e demarcadas duas parcelas (20 x 20 m), exceto na área de regeneração natural n. 04, para a coleta das amostras do lenho e avaliação da frequência e do diâmetro do tronco das árvores (Figura 1C, D). A distância entre as áreas de plantação e de regeneração natural das árvores de *Pinus taeda* foi determinada para a avaliação da dispersão de suas sementes (Tabela 1).

2.3. Coleta e preparo das amostras do lenho das árvores de *Pinus taeda*

As amostras do lenho do tronco das árvores de *Pinus taeda* foram coletadas por dois métodos: destrutivo – corte das árvores e utilização dos discos do lenho de diferentes alturas do tronco na análise dos anéis de crescimento para a determinação da idade e reconstrução do incremento radial-longitudinal – e método não destrutivo – extração de 3 a 4 amostras do lenho no DAP do tronco das árvores com sondas de Pressler, sendo elas utilizadas, da mesma forma, nas análises dendrocronológicas (Figura 2A, B). Os discos do lenho do tronco das árvores foram secos em laboratório e, em seguida, procedeu-se ao polimento das seções transversais com lixas de diferentes granulometrias (grana 60-600), de forma a permitir a distinção e contraste dos anéis de crescimento. As amostras do lenho obtidas pela sonda de Pressler foram coladas

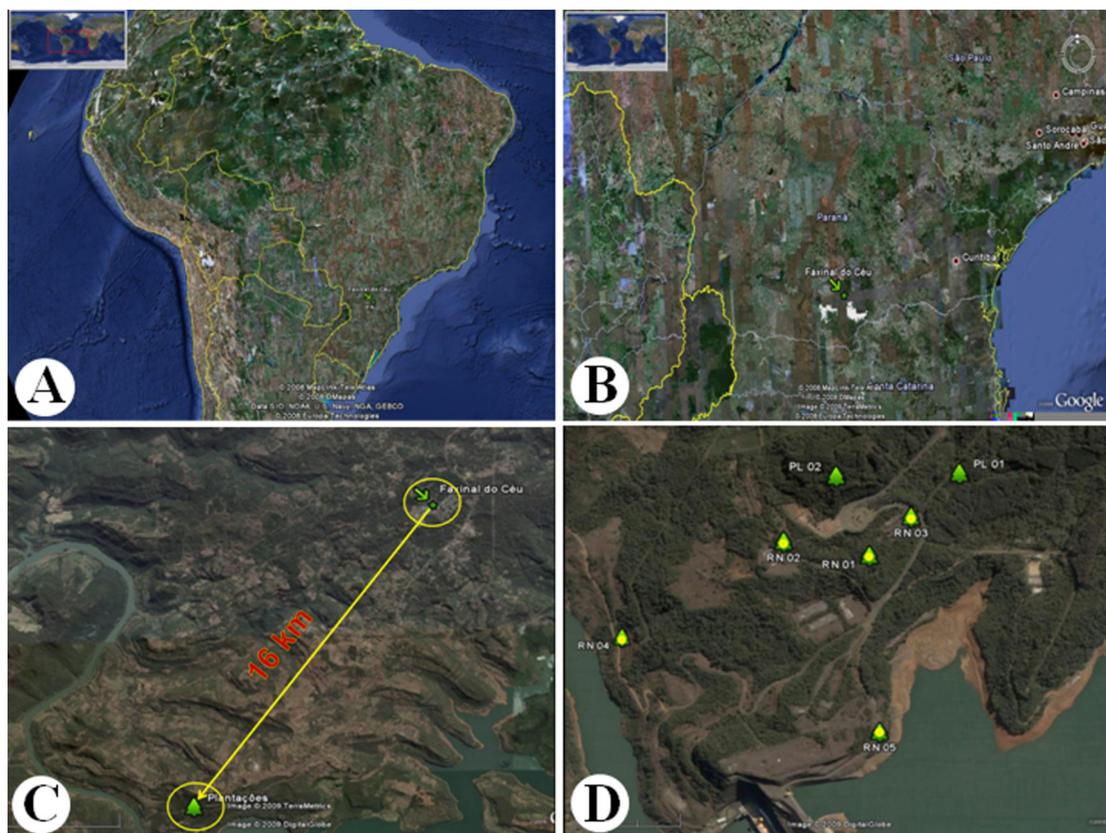


Figura 1. (A, B) Área de estudo no município de Pinhão, distrito de Faxinal do Céu, PR; (C, D) Localização das árvores de *Pinus taeda* das plantações e das árvores de regeneração natural.

Figure 1. (A, B) Study area in the municipality of Pinhão, district of Faxinal do Céu, PR.; (C, D) location of *Pinus taeda* trees from plantations and natural regeneration.

Tabela 1. Distância e localização das áreas de plantação e de regeneração natural das árvores de *Pinus taeda*.
Table 1. Distance and location of the plantation and natural regeneration areas of *Pinus taeda* trees.

ORIGEM	LOCALIZAÇÃO	DISTÂNCIA (m)	
		PL1	PL 2
Plantação 1 (PL1)	25° 59' 39,80" S 51° 39' 44,50" O	-	420
Plantação 2 (PL2)	25° 59' 40,69" S 51° 40' 00,28" O	420	-
Regeneração natural 1 (RN1)	25° 59' 50,20" S 51° 39' 55,90" O	427,2	303,3
Regeneração natural 2 (RN2)	25° 59' 48,50" S 51° 40' 07,00" O	662,0	295,5
Regeneração natural 3 (RN3)	25° 59' 45,30" S 51° 39' 50,60" O	223,6	297,1
Regeneração natural 4 (RN4)	26° 00' 00,90" S 51° 40' 30,20" O	1410,2	967,2
Regeneração natural 5 (RN5)	26° 00' 13,03" S 51° 39' 54,18" O	1011,7	986,2

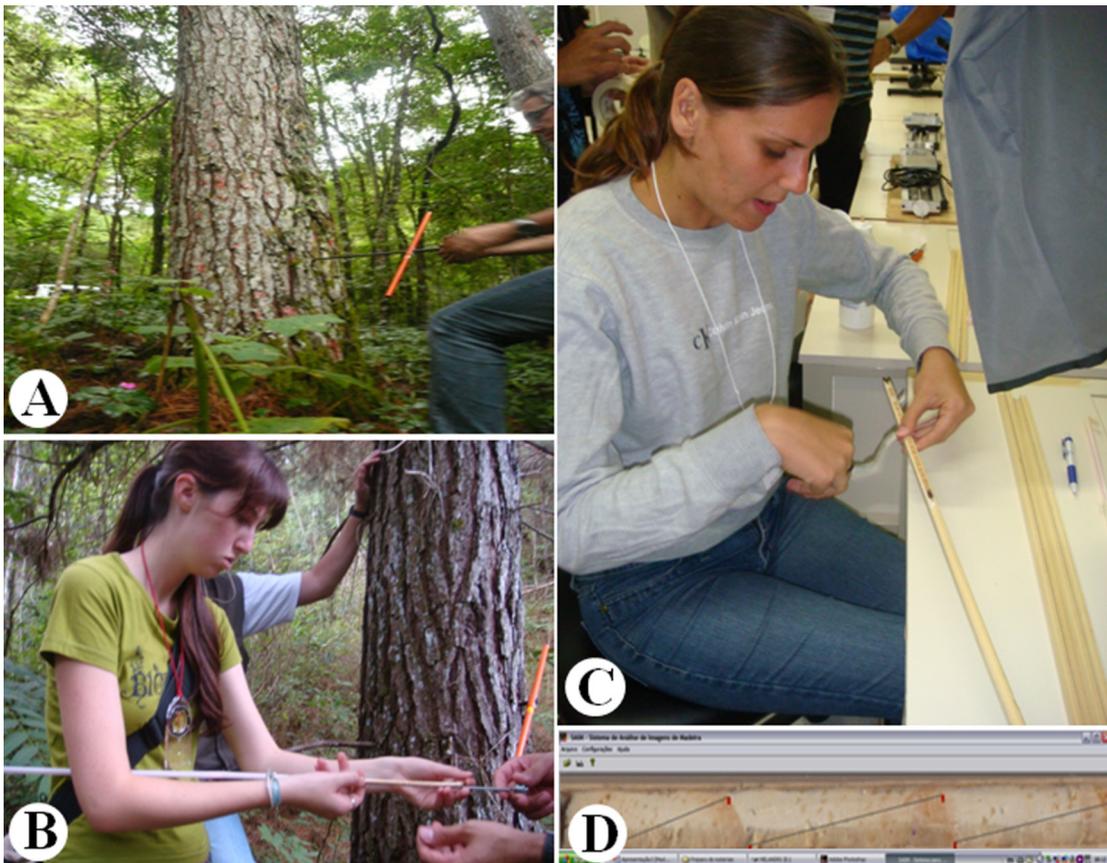


Figura 2. (A, B) Extração das amostras do lenho do tronco das árvores de *Pinus taeda* pelo método não destrutivo; (C) Fixação das amostras do lenho em suporte de madeira; (D) Seção transversal do lenho com três anéis de crescimento para a avaliação da sua largura.

Figure 2. (A, B) Extraction of wood samples of the *Pinus taeda* trees by nondestructive method; (C) fixation of wood samples in wooden support; (D) wood cross section with 3 tree-rings to assess its width.

em suporte de madeira (Figura 2C) e suas seções transversais foram polidas com lixas da mesma forma, para evidenciar a estrutura anatômica macroscópica dos anéis de crescimento.

2.4. Análise dos anéis de crescimento das amostras do lenho das árvores de *P. taeda*

A seção transversal das amostras do lenho das árvores de *Pinus taeda* foi digitalizada para a demarcação do limite, contagem e mensuração da largura dos anéis de crescimento aplicando-se o programa SAIM (Figura 2D) (Tomazello et al., 1999). A contagem do número dos anéis de crescimento do lenho do DAP do tronco das árvores das plantações (com datas de plantio determinadas) e das de regeneração natural propiciou a determinação da sua idade. Obteve-se, na sequência, o incremento corrente anual (ICA) e o incremento médio anual (IMA) do raio do tronco das árvores de *Pinus taeda*. Com mensuração da largura dos anéis de crescimento das amostras do lenho, reconstituiu-se o crescimento do tronco das árvores em diâmetro e em altura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das árvores de *Pinus taeda* das plantações florestais

A análise macroscópica da seção transversal do lenho do tronco das árvores de *Pinus taeda* evidencia a formação de anéis de crescimento distintos e contrastantes, constituídos pelos lenhos inicial e tardio característicos da espécie, fundamentados na anatomia da madeira e na densitometria de raios X e descritos por inúmeros autores como Panshin & Zeeuw (1970), Bucur et al. (1994), Harley et al. (2011) e Zegarra (2011) (Figura 3A). O resultado da contagem do número de anéis de crescimento das árvores de *Pinus taeda* das plantações florestais indicou idade de 31 a 33 anos, confirmadas pelas datas do plantio.

As árvores de *P. taeda* das plantações – sem manejo florestal – caracterizam-se por 3 fases distintas do crescimento radial do tronco: inicial (até 7º-9º ano), com anéis de crescimento anuais largos (>15 mm), intermediária (10º-15º ano) e final (16º-31º a 33º ano), com anéis de crescimento anuais estreitos e comprimidos

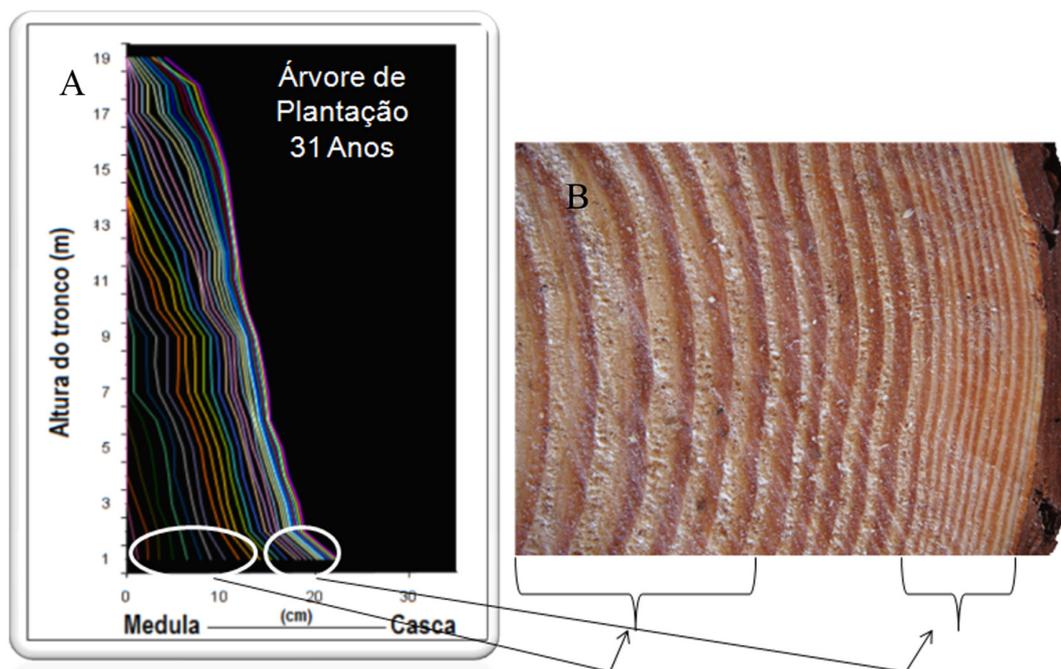


Figura 3. (A) Análise do tronco de árvore de *Pinus taeda* de plantação; (B) Seção transversal do lenho da base do tronco, com diferença da largura dos anéis de crescimento, indicando as três fases de crescimento.

Figure 3. (A) Trunk analysis of *Pinus taeda* trees from plantation; (B) wood cross section of the trunk base with differences of tree-rings width, indicating the 3 growth phases.

(<5 mm de espessura), indicativos da idade biológica do câmbio – formação da madeira adulta – e da competição pelos fatores de crescimento – água, nutrientes e luz (Figuras 3B, 4). A análise do incremento radial acumulado do tronco das árvores de *Pinus taeda* das

plantações evidencia, da mesma forma, tendência de estagnação nas 3 fases de crescimento, indicativa da ausência da aplicação de desbastes como prática de manejo florestal (Figura 5). Análise do tronco de árvore de *Pinus taeda* de 31 anos; altura comercial de

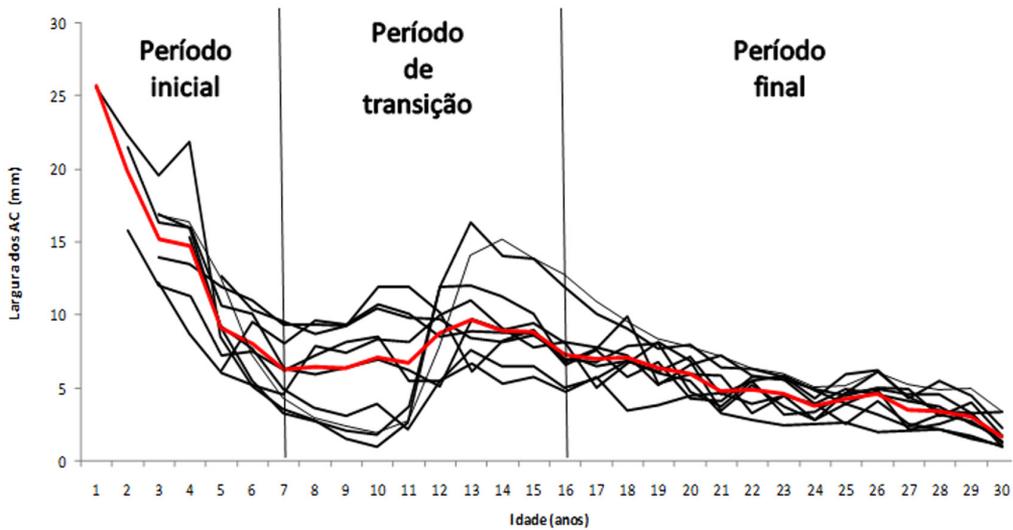


Figura 4. Incremento corrente anual (ICA) do tronco das árvores de *Pinus taeda* das plantações florestais, indicando as três fases de crescimento.

Figure 4. Current annual increment (ICA) of the trunk of *Pinus taeda* trees of the forest plantations, indicating the 3 growth phases.

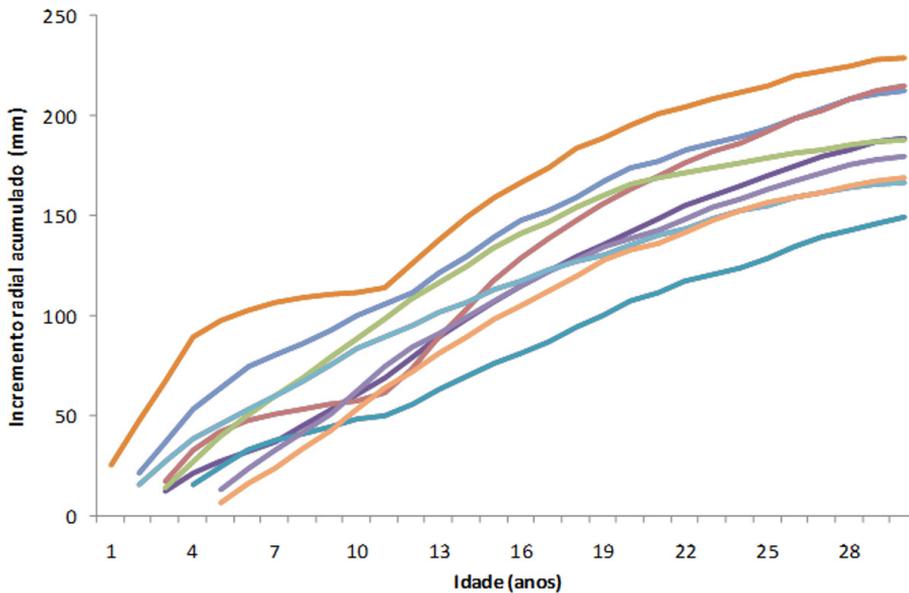


Figura 5. Incremento radial acumulado do tronco das árvores de *Pinus taeda* das plantações florestais, indicando as três fases de crescimento.

Figure 5. Cumulative radial increment of the trunk of *Pinus taeda* trees of forest plantations, indicating the 3 growth phases.

19 m; diâmetro da base do tronco de 23 cm propiciou, também, a caracterização da variação da largura dos anéis de crescimento anuais – descrita pelas 3 fases de crescimento nas amostra do lenho da base do tronco – no sentido longitudinal do seu tronco (Figura 3). Da mesma forma, Schneider et al. (2014), mensurando anéis de crescimento do tronco de árvores de *Pinus taeda* de 24 a 29 anos de plantações sem desbastes em áreas arenizadas e degradadas no Rio Grande do Sul, obtiveram valores próximos ao valor do incremento anual.

3.2. Caracterização da idade e frequência das árvores de *P. taeda* de áreas de regeneração natural

As árvores de *Pinus taeda* de regeneração natural amostradas nas 5 parcelas apresentaram significativa variação de idade, diâmetro e altura do tronco. As árvores de 8-17 anos (diâmetro do tronco: 23-49 cm)

(RN 5) localizavam-se a 986-1.011 m de distância das plantações; as árvores de 16-25 anos (diâmetro do tronco: 49-57 cm) (RN 3), a 223-297 m das plantações (Tabela 2). A mesma tendência em relação à frequência das árvores de regeneração natural, em função da idade, foi observada nas 5 áreas avaliadas (Figura 6). As árvores de *Pinus taeda* mais jovens (8-17 anos) das áreas de regeneração natural localizadas mais distantes das plantações florestais são, provavelmente, originárias das árvores adultas localizadas nas parcelas caracterizadas como do primeiro ciclo de regeneração natural (RN3).

Na avaliação das árvores de *Pinus taeda* de regeneração natural – caracterizadas como invasão biológica –, em área de altitude do Parque Nacional do Pico Paraná, PR, foi possível determinar, pelos anéis de crescimento, a idade das árvores mais velhas (36 anos). No entanto, não foi observado um padrão definido de distribuição espacial das árvores em classes de idade resultado da variação da intensidade e direção dos ventos dominantes

Tabela 2. Áreas amostradas, número, idade, diâmetro do tronco, incremento médio anual do tronco das árvores de *Pinus taeda* de regeneração natural e sua distância das áreas da plantação florestal.

Table 2. Sampled areas, number, age, trunk diameter, mean annual trunk increment of *Pinus taeda* trees of natural regeneration and its distance from the areas of forestry plantation.

RN	Árvores (número)	Idade (anos)	Diâmetro do tronco (cm)	IMA (cm)	DISTÂNCIA (m)	
					PL1	PL 2
1	6	10-18	18,8-47,7	3,0	427,2	303,3
2	8	11-17	31,5-60,5	3,4	662,0	295,5
3	5	16-25	48,7-57,0	3,0	223,6	297,1
4	3	11-16	45,5-71,9	4,2	1410,2	967,2
5	7	8-17	22,6-49,3	3,1	1011,7	986,2

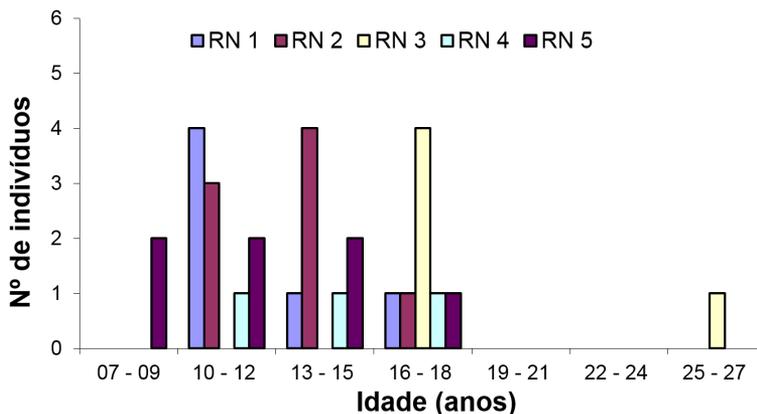


Figura 6. Frequência das árvores de *Pinus taeda* de regeneração natural, em diferentes idades, nas cinco áreas amostradas.

Figure 6. Frequency of *Pinus taeda* trees of natural regeneration, at different ages in 5 sampled areas.

na região (Falleiros et al., 2011), diferentemente do modelo de dispersão de sementes em franja proposto por Legard (2001) e Legard & Paul (2008).

Com a determinação da idade das árvores de *Pinus taeda* plantadas e de regeneração natural infere-se que a dispersão das sementes – processo de invasão biológica – iniciou-se quando as árvores plantadas atingiram cerca de 8 anos (ano referência 1983). Ainda, a distância da dispersão das sementes aladas das árvores de *Pinus taeda* por anemocoria foi de 300 m (árvores de 16-25 anos). Nesse sentido, Nathan et al. (2002) determinaram a distância de dispersão de sementes de 200 m a partir de uma plantação de *Pinus taeda*. Ainda, Brassiolo (1988), Zanchetta et al. (2007) e Richardson & Higgins (1998) indicam que 90% das sementes de pinus dispersam-se a até 75-100 m, podendo chegar a 5-8 km de distância em função da direção e velocidade do vento.

Além da dispersão de significativa quantidade de sementes das árvores de *Pinus sp.* a longa distância

deve ser considerada, também, a sua alta porcentagem de germinação, em muitos casos acima de 90% (Ziller & Galvão, 2002). Bourscheid & Reis (2010) indicam a dispersão de mais de 3 milhões de sementes/ha/ano, com taxa de 90% de emergência de plântulas a partir de plantações de pinus no Parque Florestal do Rio Vermelho, SC; ainda, Bechara et al. (2013) determinaram dispersão de 204 sementes de pinus viáveis/m²/ano com uma taxa de germinação de 90%.

A data do início da regeneração natural das árvores de *P. taeda* na área RN2 coincide com o período de desativação das instalações prediais que existiam no local. Dessa forma, as áreas de regeneração natural são caracterizadas pela intensa ação antrópica, tais como, construções de estradas e obras civis (Figura 7), apresentando, também, alta frequência de plântulas/m² em fase inicial de desenvolvimento, comprovando a alta porcentagem de germinação das sementes (Figura 7D). Nesse aspecto, Falleiros et al. (2011) indicam que as árvores do gênero *Pinus* são predominantemente

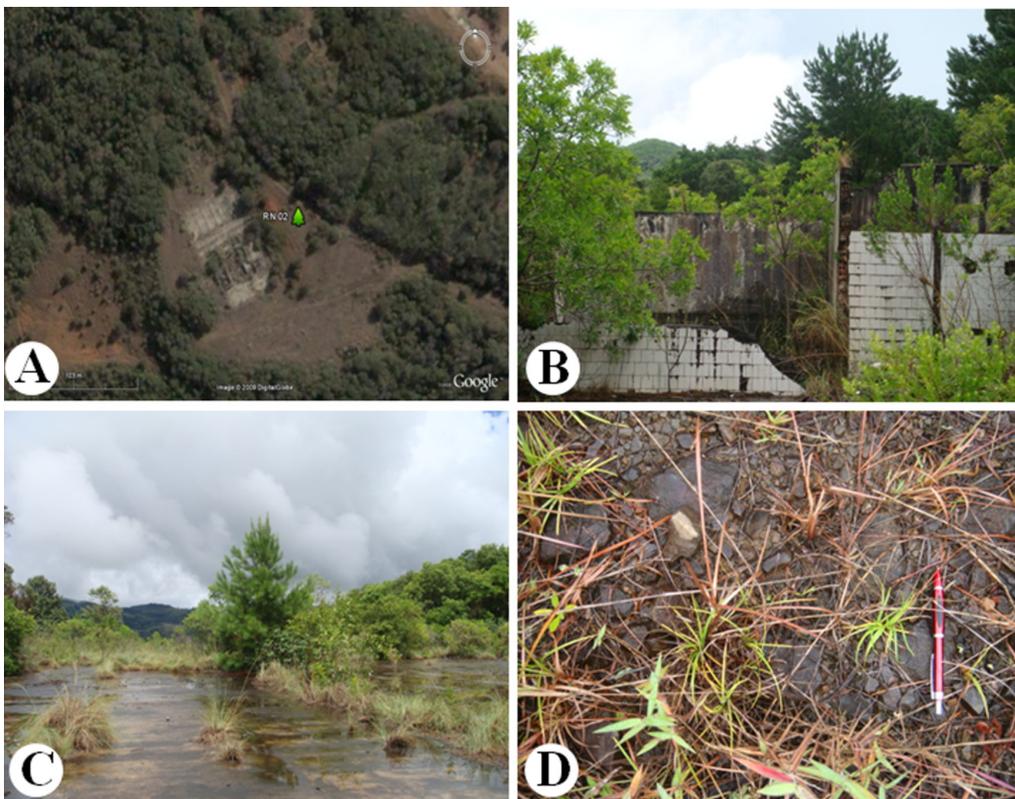


Figura 7. (A) Vista aérea das árvores de *Pinus taeda* de regeneração natural (área 2); (B, C) Significativa ação antrópica; (D) Elevada frequência de plântulas em fase inicial de desenvolvimento em substrato de solo e de rochas.
Figure 7. (A) Aerial view of *Pinus taeda* trees of natural regeneration (area 02); (B, C) significant anthropic action; (D) high frequency of seedlings in early stages of development in substrate of soils and rocks.

heliófilas e reconhecidamente invadem ecossistemas abertos, clareiras e áreas desmatadas. Richardson et al. (1994), Grotkopp et al. (2002) e Ramos (2015) reiteram em estudo com espécies de pinus a sua característica como invasora em habitats perturbados e limitados em nutrientes. Ainda, Ziller (2000, 2001) informa que ambientes naturais alterados e a abertura de clareiras em áreas de florestas permitem maior incidência de luz, tornando esses ambientes suscetíveis às espécies invasoras de pinus. As mudanças climáticas globais estão, também, reduzindo o período de florescimento-polinização-maturação dos cones de pinus e aumentando a produção de cones (Mente & Brack-Hanes, 2005).

Nas áreas de regeneração natural de pinus verificou-se o efeito da cobertura vegetal de árvores e arbustos de espécies florestais nativas (ex.: *Psidium* sp) e exóticas (ex.: *Hovenia dulcis*) atuando, também, como espécies invasoras e exercendo competição na regeneração das plantas de pinus.

Nesse aspecto, na avaliação da invasão biológica, segundo Burke & Grime (1996) e Cuddington & Hastings (2004), faz-se necessário o conhecimento

das características da comunidade-alvo, das espécies invasoras e das modificações do habitat, visando entender a dinâmica e o impacto causado pelas plantas das espécies invasoras.

3.3. Análise comparativa do crescimento em diâmetro e altura das árvores de *P. taeda* de plantação e de população natural

A comparação das árvores de *Pinus taeda* de plantação (31 anos) e de regeneração natural (19 anos) evidenciou diferenças na sua morfologia externa. As árvores de pinus das áreas de plantação apresentaram a forma florestal característica (pequena dimensão da copa, tronco cilíndrico com menor diâmetro e maior altura etc.) em resposta à competição pelos fatores de crescimento; as árvores de pinus de regeneração natural apresentaram ramificação mais desenvolvida, tronco côncavo com maior diâmetro e menor altura, resultado da maior disponibilidade de nutrientes, água e luz. Essas diferenças da morfologia externa das árvores tornam-se, da mesma forma, claramente expressas pela largura e disposição dos anéis de crescimento no sentido radial-longitudinal do seu tronco (Figura 8).

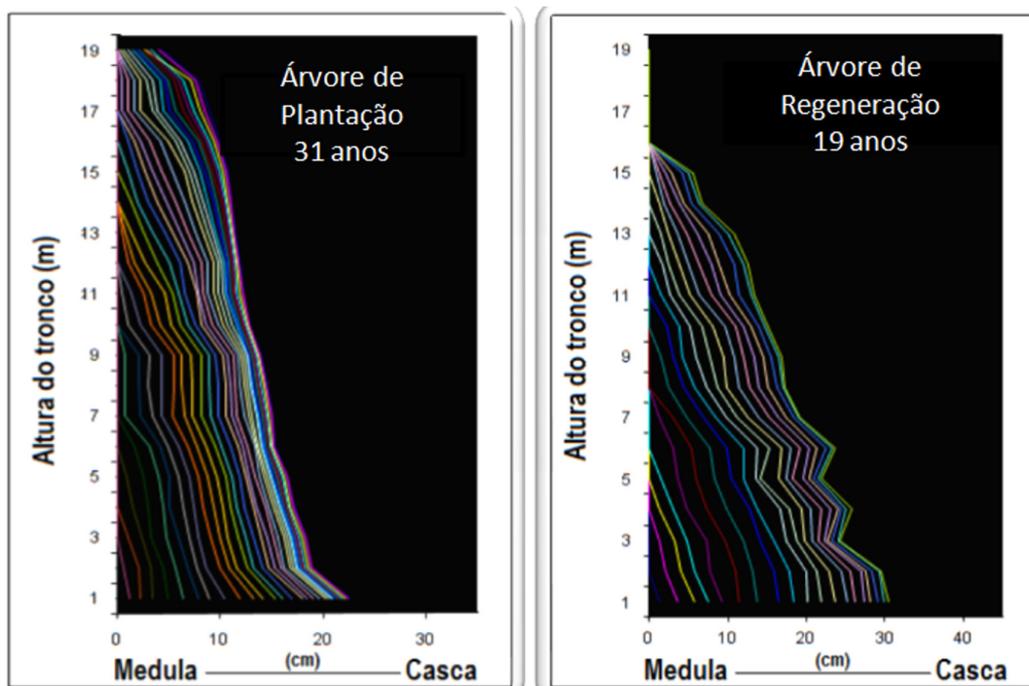


Figura 8. Análise comparativa do tronco das árvores de *Pinus taeda* de plantação (31 anos) e de regeneração natural (19 anos).

Figure 8. Comparative analysis of trunk of *Pinus taeda* trees of plantation (31 years) and natural regeneration (19 years).

4. CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que: (i) a análise dos anéis de crescimento indicou a idade de 31 e 33 anos das árvores de *Pinus taeda* das plantações; (ii) as árvores de *P. taeda* das plantações apresentaram anéis de crescimento anuais mais largos na fase inicial de crescimento do tronco (7º-9º ano) e na intermediária (10º-15º ano), e mais estreitos na fase final de crescimento (16º-31º a 33º ano); (iii) as árvores de *P. taeda* de regeneração natural apresentaram idade de 8 a 25 anos; as árvores de *P. taeda* mais jovens (8-17 anos) ocorreram à distância de 986-1.011 m das plantações, enquanto as mais velhas (16-25) anos, a 223-297 m das plantações; (iv) a dispersão das sementes iniciou-se a partir de 1983, quando as árvores de *P. taeda* da plantação atingiram 8 anos; (v) as áreas de regeneração natural de *P. taeda* são caracterizadas por intensa ação antrópica; (vi) as árvores de *P. taeda* da plantação (31 anos) mostraram diferenças significativas na forma florestal e no crescimento em relação às de regeneração natural (19 anos).

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 28 abr., 2013

Aceito: 8 abr., 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Mario Tomazello Filho

Departamento de Ciências Florestais – LCF,
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
– ESALQ, Universidade de São Paulo – USP,
Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, Piracicaba,
SP, Brasil
e-mail: mtomazel@usp.br

REFERÊNCIAS

Abreu GA. *Os impactos ambientais da expansão das monoculturas de árvores exóticas e a sustentabilidade de comunidades rurais do Rio Grande do Sul, Brasil* [online]. Porto Alegre. 2015. 37 p. [citado em 1 jul. 2015]. Disponível em: <http://www.defesabiogaucha.org/textos/texto17.pdf>

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF. *Anuário Estatístico 2013 - ano base 2012*. Brasília; 2013. 148 p.

Barefoot AC, Hafley WL. *National Climatic Data Center. World Data Center for Paleoclimatology Tree-Ring Data Search* [online]. Asheville. 2015. [citado em 1 jul. 2015]. Disponível em: http://hurricane.ncdc.noaa.gov/pls/paleo/fm_createpages.treering

Bechara FC, Reis A, Bourcheid K, Vieira NK, Trentin BE. Reproductive biology and early establishment of *Pinus elliottii* var. *elliottii* in Brazilian sandy coastal plain vegetation: implications for biological invasion. *Scientia Agricola* 2013; 70(2): 88-92.

Bechara FC. *Restauração ecológica de restingas contaminadas por Pinus no Parque Florestal do Rio Vermelho, SC*. [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.

Bourscheid K, Reis A. Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm. em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. *Biotemas* 2010; 23(2): 23-30.

Brassiolo M. *Avaliação da regeneração natural de povoamento de Pinus elliottii na Floresta Nacional de Capão Bonito, SP* [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1988.

Bucur V, Herbe C, Nosei G. Annual ring characteristics of *Pinus taeda* measured by ultrasonic and x-ray techniques. *IAWA Bulletin* 1994; 15(2): 121-132. <http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90001351>.

Burke MJW, Grime JP. An experimental study of plant community invasibility. *Ecology* 1996; 77(3): 776-790.

Cuddington K, Hastings A. Invasive engineers. *Ecological Modelling* 2004; 178(3-4): 335-347.

Falleiros RM, Zenni RD, Ziller SR. Invasão e manejo de *Pinus taeda* em campos de altitude do Parque Estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Floresta* 2011; 41(1): 123-134.

Foelkel E, Foelkel C. O conceito de espécies invasivas ou invasoras em relação aos *Pinus*. *PinusLetter* [online]. 2008. [citado em 2016 mar. 6]; 4. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/Pinus_04.html

Grotkopp E, Rejmánek M, Rost TL. Toward a causal explanation of plant invasiveness: seedling growth and live-history strategies of 29 Pine (*Pinus*) species. *American Naturalist* 2002; 159(4): 396-419. PMID:18707424. <http://dx.doi.org/10.1086/338995>.

Harley GL, Grissino-Mayer HD, Horn SP. The dendrochronology of *Pinus elliottii* in the lower Florida keys: chronology development and climate response. *Tree Ring Research* 2011; 67(1): 39-50. <http://dx.doi.org/10.3959/2010-3.1>.

Instituto Hórus. *Espécies exóticas invasoras: fichas técnicas: Pinus* [online]. São João de Meriti: Instituto Hórus; 2016. [citado em 2016 mar. 6]. Disponível em: http://www.institutohorus.org.br/index.php?modulo=inf_ficha_pinus_sp

- Kronka FJN, Bertolani F, Herrera Ponce R. *A cultura do Pinus no Brasil*. São Paulo: SBS; 2005. 160 p.
- Legard NJ, Paul TSH. Vegetation successions over 30 years of high country grassland invasion by *Pinus contorta*. *New Zealand Plant Protection* 2008; 61: 98-104.
- Legard NJ. The spread of lodgepole pine (*Pinus contorta*, Dougl.) in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 2001; 141(1-2): 43-57.
- Mahmoud AGE, Virillo CB, Ribeiro DB, Alcântara SF. *Invasão de Pinus elliottii em um fragmento de cerrado em Itirapina-SP* [online]. Campinas: Unicamp; 2015 [citado em 2015 jul. 1]. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/relatorios/bt791r2a2003.pdf>
- Mente RF, Brack-Hanes SD. Phenology, developmental patterns and growth cycles for multiple seed crops in *Pinus elliottii* and *P. clausa* (Engelm.). *International Journal of Environmental Studies* 2005; 62(6): 701-708. <http://dx.doi.org/10.1080/00207230500037167>.
- Miashike RL. *Invasão por Pinus spp. em fisionomias campestres do Cerrado, no estado de São Paulo* [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2015.
- Mocochinski AY. *Campos de altitude na Serra do Mar paranaense: aspectos florísticos e estruturais* [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2006.
- Nathan R, Katul GG, Horn HS, Thomas SM, Oren R, Avissar R et al. Mechanisms of long-distance dispersal of seeds by wind. *Nature* 2002; 418(6896): 409-413. PMID:12140556. <http://dx.doi.org/10.1038/nature00844>.
- Panshin AJ, Zeeuw C. *Textbook of wood technology*. New York: McGraw Hill Book Company; 1970. 706 p., vol 1.
- Pederson N, Jones RH, Sharitz RR. Age structure of old-growth loblolly pine stands in a floodplain forest. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 1997; 124(2): 111-123. <http://dx.doi.org/10.2307/2996579>.
- Pivello VR. Invasões biológicas no cerrado brasileiro: efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. *Ecologia.info* [online]. 2015 [citado em 2015 jul. 2]; 33. Disponível em: <http://www.ecologia.info/cerrado.htm>
- Ramos M. *Disseminação e presença de Pinus elliottii Engelm. nas áreas ripárias da Floresta Nacional de Capão Bonito - SP, Brasil* [dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2015.
- Richardson DM, Higgins SI. Pines as invaders in the Southern hemisphere. In: Richardson DM, ed. *Ecology and biogeography of pines: first paper back edition 2000*. Cambridge: Cambridge University Press; 1998. chap. 22, p. 450-473.
- Richardson DM, Pysek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta D, West CJ. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 2000; 6(2): 93-107.
- Richardson DM, Williams PA, Hobbs RJ. Pine invasions in the Southern hemisphere: determinants of spread and invasibility. *Journal of Biogeography* 1994; 21(5): 511-527. <http://dx.doi.org/10.2307/2845655>.
- Richardson DM. *Pinus* a model group for unlocking the secrets of alien plant invasions? *Preslia* 2006; 78(4): 375-388.
- Schneider PR, Elesbão LE, Schneider PSP, Longhi RV. Crescimento em volume de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em áreas arenizadas e degradadas no oeste do Rio Grande do Sul. *Scientia Forestal* 2014; 42(102): 181-189.
- Shimizu JY. *Pinus* na silvicultura brasileira. *Revista da Madeira* 2006; 16(99): 4-14.
- Tomazello M Fo, Botosso PC, Lisi CS. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais. In: Maia NB, Martos HL, Barrella W. *Indicadores ambientais*. São Paulo: EDUC; 1999. p. 117-144.
- Vashchenko Y, Favaretto N, Biondi D. Fragilidade ambiental nos picos Camapuã, Camapuã e Tucum, Campina Grande do Sul, PR. *Revista Floresta* 2007; 37(2): 201-215.
- Zanchetta D, Tannus JLS, Pinheiro LS. Análise biofísica dos processos envolvidos na invasão biológica de sementes de *Pinus elliottii* na Estação Ecológica de Itirapina – SP e alternativas de manejo. *Climatologia e Estudos da Paisagem* 2007; 2(1): 72-90.
- Zegarra BEV. *Caracterização da estrutura anatômica e da densidade do lenho de árvores de Pinus taeda e efeito nas propriedades tecnológicas dos painéis OSB* [dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2011.
- Zenni RD, Simberloff D. Number of source populations as a potential driver of pine invasions in Brazil. *Biological Invasions* 2013; 15(7): 1623-1639.
- Zenni RD, Ziller SR. An overview of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 2011; 34(3): 431-446.
- Ziller SR, Galvão F. A degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. *Revista Floresta* 2002; 32(1): 41-47.
- Ziller SR. *A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação ambiental* [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2000.
- Ziller SR. Os processos de degradação ambiental originados por plantas invasoras. *Revista Ciência Hoje* 2001; 178: 77-79.