

Estrutura populacional de *Pinus elliottii* em áreas de regeneração florestal em Juiz de Fora, MG

Talita Aperibense Menon¹, Fabrício Alvim Carvalho¹

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Botânica, Rua José Lourenço Kelmer, s/nº, Campus Universitário, CEP 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil

*Autor correspondente:
talitaaperibense@yahoo.com.br

Termos para indexação:

Floresta Atlântica
Invasão biológica
Plantas exóticas

Index terms:

Atlantic Forest
Biological invasion
Exotic plants

Histórico do artigo:

Recebido em 12/12/2011
Aprovado em 17/09/2012
Publicado em 28/12/2012

doi: 10.4336/2012.pfb.32.72.367

Resumo - Plantas do gênero *Pinus* são conhecidas pelo potencial de invasão biológica. O Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) foi arborizado na década de 1960 com o plantio massivo de *Pinus elliottii*, e hoje a espécie está alastrada. Neste estudo, realizado no Campus da UFJF, Juiz de Fora, MG foi analisada a estrutura populacional da espécie em dois ambientes de regeneração florestal: aberto (pastagem abandonada) e fechado (floresta secundária). Partiu-se da premissa que o ambiente aberto apresentaria uma população mais estruturada, pela preferência da espécie por áreas abertas. A amostragem foi por parcelas aleatórias (15 parcelas de 5 m x 5 m em cada ambiente), onde foram medidos todos os indivíduos da espécie (árvores: DAP \geq 5 cm; arvoretas: DAP $<$ 5 cm e H \geq 1 m; e mudas: H $<$ 1 m). Foram amostrados 93 indivíduos (2480 ind. ha⁻¹) no ambiente aberto e 122 (3253 ind. ha⁻¹) no fechado. Ao contrário do esperado, os ambientes não diferiram quanto aos parâmetros analisados, ambos com populações estruturadas e auto-regenerantes. A ausência de correlações significativas (rs, P > 0,05) com as variáveis ambientais indicou que a competição por recursos com a vegetação nativa não é um problema aparente para a permanência da espécie. .

Population structure of *Pinus elliottii* in areas of forest regeneration in Juiz de Fora, MG, Brazil

Abstract - Plants of the genus *Pinus* are known worldwide by biological invasion potential. In the 1960s there were massive plantations of *Pinus elliottii* in the Campus of Juiz de Fora University, and nowadays the species is widespread. This study analyzed the species population structure in two distinct forest regeneration environments: open area (abandoned pasture) and closed-canopy (secondary forest) on the campus of UFJF, Juiz de Fora, MG, Brazil. The hypothesis were that the open environment would present a better structured population, due to the preference of species for open areas. Random plots were allocated (15 plots of 5 m x 5 m in each environment), and all individuals of the species (trees: dbh \geq 5 cm, saplings, dbh $<$ 5 cm and H \geq 1 m and seedlings: H $<$ 1 m) were measured. We sampled 93 individuals (2,480 ind. ha⁻¹) in the open environment and 122 (3253 ind. ha⁻¹) in the closed-canopy environment. Unlike expected, the environments did not differ in the structural parameters, both presenting stable and self-regenerating populations. The absence of significant correlations (rs, P > 0.05) with environmental variables showed that competition for resources within the local vegetation is not an apparent problem for the permanence of species.

Introdução

O gênero *Pinus* (L.) possui muitas espécies arbóreas reconhecidas mundialmente como grandes invasoras biológicas (Higgins & Richardson, 1998), e os impactos das invasões por espécies desse gênero têm sido amplamente reconhecidos, representando sérias ameaças à biodiversidade e função dos ecossistemas em nível mundial (Higgins & Richardson, 1998; Funk & Vitousek, 2007; Richardson et al., 2008; Simberloff et al., 2010). Embora sejam invasoras típicas de ambientes abertos resultantes de ações antrópicas, as espécies de *Pinus* também são capazes de invadir com sucesso florestas nativas fechadas, como as florestas de eucalipto na Austrália, as florestas nativas da Nova Zelândia, as florestas da Patagônia Andina, as florestas temperadas no nordeste da Argentina (Simberloff et al., 2010; Emer & Fonseca, 2011), assim como florestas tropicais perturbadas (Denslow & DeWalt, 2008). No Brasil, os pinheiros americanos são reconhecidamente uma grande ameaça biológica, especialmente no domínio da Floresta Atlântica das regiões sul e sudeste (Simberloff et al., 2010).

O sucesso da invasão por espécies de plantas exóticas depende da interação entre as adaptações intrínsecas das espécies, dos atributos ecológicos da comunidade, da eficiência dos inimigos naturais, da disponibilidade de recursos adequados e das condições ambientais (Funk & Vitousek, 2007). As principais teorias sobre as invasões biológicas sugerem que elas sejam conduzidas por flutuações na disponibilidade de recursos, que causam variações temporais e/ou espaciais na disponibilidade do nicho, independentemente do mecanismo de liberação de recurso. Assim sendo, espécies invasoras podem invadir habitats com poucos recursos após um distúrbio que aumente a disponibilidade de recursos, tais como corte raso, incêndio ou perturbação e eutrofização do solo (Funk & Vitousek, 2007; Denslow & DeWalt, 2008). Com isso, alguns ambientes, especialmente aqueles com mais recursos, como solos mais ricos ou áreas com maior luminosidade, são mais susceptíveis à invasão, que por sua vez tendem a ter mais sucesso quando existe uma grande pressão de propágulos alóctones, estes capazes de retroalimentar as populações (McGlone et al., 2011).

Historicamente, a área de implantação do Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) era uma pastagem exótica, que na década de 1960 foi arborizada com o plantio massivo de *P. elliottii* Engelm bordejando as pistas de veículos e a região central do Campus.

Passados mais de 50 anos, atualmente é possível perceber a massiva expansão de *P. elliottii* no Campus da UFJF a partir dos locais iniciais de plantio, sendo observada sua presença até mesmo em áreas de regeneração de floresta natural. Este estudo tem o objetivo de analisar a estrutura populacional da espécie em ambiente aberto e fechado e explorar a relação com variáveis ambientais, visando contribuir com informações a respeito da invasão biológica por *Pinus elliottii* na Floresta Atlântica brasileira. Parte-se da premissa que o ambiente aberto apresentará uma população mais densa e estável que o ambiente fechado, tendo em vista a preferência de invasão da espécie em áreas abertas e perturbadas, conforme relatado na literatura.

Material e métodos

Área de estudo

A área de estudo está localizada no Campus da UFJFy (21°46'34.70"S 43°22'07.58"W, Datum SAD 69), em altitude em torno de 850 m, pertencente à Região Mantiqueira Setentrional, estado de Minas Gerais (Rocha et al., 2003).

O estudo foi desenvolvido em área de regeneração florestal localizada na parte central do Campus, entre os locais conhecidos como a Praça Cívica e o Lago dos Manacás. A expansão de *P. elliottii* na área ocorreu a partir de uma linha inicial de plantio, nas vias de circulação de veículos que circundam a área, sendo possível identificar a invasão biológica em dois ambientes florestais distintos e adjacentes, denominados: (1) ambiente aberto, correspondendo a área de pastagem abandonada há cerca de cinco anos, na qual há presença de gramíneas exóticas e de samambaia-açú nativa (*Pteridium* sp.) e com solo compactado e exposto, em estágio inicial de regeneração florestal natural; e (2) ambiente fechado, correspondente a área de floresta em estágio secundário de regeneração natural (cerca de 20 anos de regeneração natural), com ausência de gramíneas exóticas e dossel presente, fechado, com árvores atingido até 20 m de altura.

A vegetação do local é enquadrada no tipo Floresta Estacional Semidecidual Montana (Velooso et al., 1991). O clima é do tipo Cwa (Koeppen), mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa no verão (Borges, 2006). A precipitação média anual é de 1.536 mm e a média térmica anual oscila em torno de 18,9 °C.

Os solos são classificados como latossolo vermelho amarelo hálico e distrófico (Rocha et al., 2003).

Amostragem

Em cada ambiente foram alocadas 15 parcelas de 5 m x 5 m, distribuídas aleatoriamente, de modo que todas tiveram a mesma chance de serem posicionadas em qualquer ponto do universo amostral. Em cada parcela foram mensurados todos os indivíduos de *Pinus elliottii*, de arbóreos a regenerantes, classificados segundo Felfili et al. (2005) da seguinte forma: “árvores”, indivíduos com $DAP \geq 5,0$ cm (DAP = diâmetro a altura do peito a 1,3 m do solo), medidos quanto à altura e DAP ; “arvoretas”, indivíduos com $H \geq 1$ m (H = altura) e $DAP < 5,0$ cm, medidos quanto à altura e DB (DB = diâmetro a altura da base a 30 cm do solo); e “mudas”, indivíduos com $H < 1$ m, medidos somente quanto à altura.

Também foram determinadas as seguintes variáveis ambientais nas parcelas: (1) cobertura de capim exótico e de samambaia nativa (*Pteridium* sp.) no solo, realizada de forma visual nas parcelas, com valores expressos em porcentagem e definidos em categorias de Braun-Blanquet ($C1 = 0\%$ de cobertura, $C2 = 1\%$, $C3 = 2\%$ a 5% , $C4 = 6\%$ a 25% , $C5 = 26\%$ a 50% , $C6 = 51\%$ a 75% , $C7 = > 76\%$; Kent & Coker, 1992), e densidade de árvores nativas ($DAP \geq 5,0$ cm), realizada através da mensuração de todas as árvores nativas com $DAP \geq 5,0$ cm presentes nas parcelas.

Análise dos dados

Os parâmetros densidade e dominância (área basal, expresso em m^2) foram calculados para os dois ambientes (aberto e fechado) e extrapolados para hectare, para comparação com outros trabalhos. A distribuição diamétrica das árvores foi expressa graficamente em intervalos de classe de cinco centímetros, como parâmetro da capacidade regenerativa da espécie (Harper, 1990). O teste t foi aplicado para comparar a densidade e a área basal dos indivíduos entre as duas áreas. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado para comparar a distribuição dos indivíduos pelas classes de diâmetro entre os dois ambientes. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi aplicado para analisar se a distribuição dos indivíduos ao longo das parcelas alocadas em cada ambiente ocorria de forma agregada ($P < 0,05$) ou estocástica ($P > 0,05$), e, de forma complementar a esta análises, correlações não-paramétricas de Spearman (rs) foram aplicadas para avaliar se as densidades dos indivíduos jovens (arvoretas e mudas) eram dependentes

da densidade de indivíduos adultos (árvores) nas parcelas (Carvalho et al., 2010). Para explorar possíveis relações ecológicas da espécie no meio, as variáveis foram relacionadas com os dados demográficos de *P. elliottii* (densidade de árvores, arvoretas e mudas) através de correlações não-paramétricas de Spearman (rs). Todas as análises foram realizadas no software PAST v. 2.10 (Hammer et al., 2001).

Resultados e discussão

Ao todo foram amostrados 215 indivíduos de *Pinus elliottii*, sendo 93 no ambiente aberto (25 árvores, 24 arvoretas e 44 mudas) e 122 no fechado (40 árvores, 60 arvoretas e 22 mudas) (Tabela 1). Considerando apenas o estrato arbóreo, foram encontradas densidades estimadas por hectare de 667 e 1.068 indivíduos, e áreas basais estimadas por hectare de 15,76 m^2 e 19,04 m^2 , para os ambientes aberto e fechado, respectivamente. Os resultados do teste t mostraram não haver diferenças significativas de densidade ($t = -0,49$; $P = 0,63$) e área basal ($t = -0,38$; $P = 0,71$) entre os ambientes aberto e fechado.

Tabela 1. Parâmetros estruturais da população de *Pinus elliottii* nos dois ambientes (aberto e fechado) de floresta em regeneração em Juiz de Fora, MG.

	Ambiente aberto		Ambiente fechado	
	DA	AB	DA	AB
Árvores	25 (667)	0,590 (15,765)	40 (1.068)	0,713 (19,044)
Arvoretas	24 (641)	0,004 (0,114)	60 (1.602)	0,004 (0,107)
Mudas	44 (1.175)	-	22 (587)	-

DA = densidade absoluta; AB = Área basal (m^2). Os números entre parênteses correspondem aos valores em hectare.

O gráfico da distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreos nos dois ambientes (Figura 1) apresentou formato de curva invertida (J-invertido), com ajustes matemáticos das curvas de tendência logarítmicas significativas para os dois ambientes (fechado: $r^2 = 0,96$, $P < 0,01$; aberto: $r^2 = 0,94$, $P < 0,01$), sugerindo boa capacidade de regeneração em longo prazo. Complementarmente, o resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov ($KS = 0,18$; $P = 0,21$) mostrou não haver diferença significativa na distribuição diamétrica dos indivíduos entre os ambientes aberto e fechado.

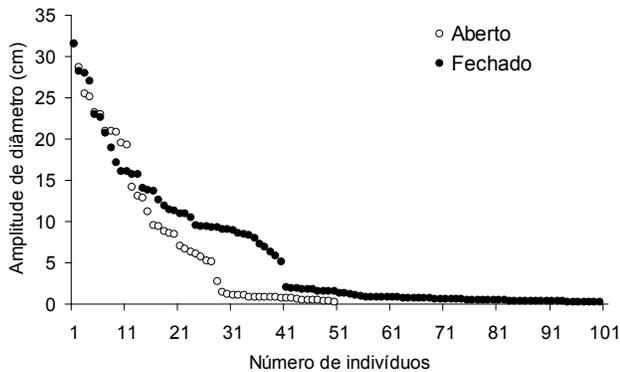


Figura 1. Distribuição diamétrica comparativa dos indivíduos da população de *Pinus elliottii* nos dois ambientes (aberto e fechado) de floresta em regeneração em Juiz de Fora, MG.

Os resultados do teste de Shapiro-Wilk mostraram padrões contrastantes de distribuição dos indivíduos arbóreos entre os ambientes aberto e fechado (Tabela 2). No ambiente aberto, as árvores apresentaram distribuição aleatória ($P > 0,05$), enquanto no ambiente fechado o padrão foi agrupado ($P = 0,02$). Para os demais estratos (arvoretas e mudas), a distribuição foi tipicamente agrupada, especialmente para as mudas ($P < 0,01$). Complementarmente, as análises de correlação de Spearman mostraram que na área aberta não há relação entre indivíduos adultos (árvores) e jovens (arvoretas e mudas) ($r_s < 49$; $P > 0,05$), ao passo que na área fechada esta relação foi fortemente significativa ($r_s > 0,59$; $P < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 2. Testes de normalidade (Shapiro-Wilk) para a população de *Pinus elliottii* nos dois ambientes (aberto e fechado) de floresta em regeneração em Juiz de Fora, MG.

	Ambiente aberto		Ambiente fechado	
	Teste	<i>P</i>	Teste	<i>P</i>
Árvores	0,93	0,27	0,84*	0,02
Arvoretas	0,86*	0,02	0,59**	<0,01
Mudas	0,38**	<0,01	0,68**	<0,01

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$

Tabela 3. Correlações de Spearman (r_s) para a população de *Pinus elliottii* nos dois ambientes (aberto e fechado) de floresta em regeneração em Juiz de Fora, MG.

Ambiente aberto	Árvore	Arvoreta	Muda
Árvore	-	0,620	0,218
Arvoreta	0,14	-	0,080
Muda	-0,35	0,49	-
Ambiente fechado	Árvore	Arvoreta	Muda
Árvore	-	0,001	0,001
Arvoreta	0,77**	-	0,026
Muda	0,84**	0,59*	-

Valores em negrito referem-se ao valor de significância (*P*). * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Nenhuma das correlações não-paramétricas (Spearman) realizadas para as duas áreas apresentou resultados significativos ($r_s \leq 0,36$, $P > 0,24$). Estes resultados mostram que a competição por recursos com os capins exóticos, samambaia e árvores nativas aparentemente não é um problema para a permanência da espécie nos dois ambientes estudados.

Os resultados encontrados demonstram uma notória invasão por *Pinus elliottii* na área estudada. A densidade de árvores por hectare nos ambientes aberto e fechado são compatíveis com os resultados encontrados por Langdon et al. (2010) e por Almeida et al. (2010), que encontraram densidade de até 1.289 indivíduos ha^{-1} em estudo sobre a invasão de *Pinus contorta* na Patagônia chilena, e densidade de 1.704 indivíduos ha^{-1} de *Pinus elliottii* em um campo sujo úmido na Estação Ecológica de Itapeva, São Paulo, respectivamente. Os dados de área basal também são próximos aos registrados por Tonini et al. (2001), que encontraram valores médios de área basal entre 21,50 $m^2 ha^{-1}$ e 40,80 $m^2 ha^{-1}$ no estudo do crescimento em altura de *Pinus elliottii* em povoamentos implantados em quatro municípios, nas unidades de relevo Serra do Sudeste e Planície Gaúcha, no estado do Rio Grande do Sul. Isso expressa uma capacidade produtiva similar à encontrada em plantios comerciais e a alta influência da espécie na comunidade estudada.

A análise da distribuição dos indivíduos por diâmetro revelou que nos dois ambientes as populações mostraram-se auto-regenerantes, devido à maior concentração dos

indivíduos nos menores diâmetros. Segundo Harper (1990), populações que apresentam um maior estoque de jovens capazes de substituir os indivíduos senis ou em decrepitude demonstram capacidade de manutenção local, sendo este um indicativo de ausência de problemas de regeneração da população em longo prazo. Tendo em vista o caráter invasor desta espécie, este é um quadro preocupante na área estudada.

A distribuição espacial dos indivíduos de *Pinus elliottii* no ambiente aberto ocorreu de forma aleatória, e como a espécie tem dispersão anemocórica, é provável que isto seja um reflexo da ausência de barreiras físicas (vegetação), proporcionando maior área atingida pelas diferentes direções e intensidades de vento. No ambiente fechado, devido à presença do dossel mais fechado como barreira física, este alcance da anemocoria fica mais limitado (Zanchetta & Diniz, 2006). Isso tende a proporcionar uma susceptibilidade desses ambientes abertos, o que também contribui para a alta capacidade invasiva da espécie (Ziller & Galvão, 2002), além do fato de o gênero *Pinus* ser constituído essencialmente por espécies pioneiras que se desenvolvem muito bem em áreas abertas (Zanchetta & Diniz, 2006). A distribuição agrupada de *P. elliottii* no ambiente fechado, com os indivíduos mais juvenis se desenvolvendo ao redor das adultas (árvores-mães), demonstra que a espécie tende a utilizar estratégias de agrupamento como exploração de “sítios seguros” em áreas mais adequadas, aspecto similar ao atribuído a espécies pioneiras em dinâmica de florestas secundárias (Chazdon, 2008). Como o gênero *Pinus* se caracteriza como invasor ineficiente de ambientes florestais fechados (Ziller & Galvão, 2002), o agrupamento observado ocorreu provavelmente devido à dificuldade no estabelecimento das plântulas em locais mais sombreados, tendo em vista que nesses ambientes o dossel é fechado e com presença de espécies nativas. Padrão similar foi encontrado por Emer & Fonseca (2011) em seu estudo sobre a resistência da Floresta com Araucária (*Araucaria angustifolia*) frente à invasão por árvores exóticas.

De maneira geral, as análises contrariaram a premissa levantada, mostrando não haver diferenças no desempenho da espécie entre os ambientes aberto e fechado. Especificamente para o ambiente fechado, o sucesso da espécie aparenta estar relacionado ao histórico de perturbação antrópica no solo, tendo em vista que durante as coletas de campo foram observadas tubulações de esgoto danificadas, com vazamentos que

provavelmente vem proporcionando uma gradativa eutrofização do solo, o que aumenta os recursos disponíveis para o crescimento da população de *P. elliottii* neste ambiente. Estes resultados embasam a idéia que espécies invasoras podem invadir eficientemente habitats após distúrbios antropogênicos que aumentem a disponibilidade de recursos, mesmo que isto implique em maior competição com as nativas já presentes (Davis et al., 2000).

Considerando que o presente estudo trata de uma espécie altamente agressiva, sem barreiras aparentes quanto à competição com a vegetação nativa e exótica local, e que a invasão tende a aumentar gradativamente e se agravar com o passar do tempo na ausência de medidas de controle (Ziller & Galvão, 2002), futuras análises, envolvendo variáveis ambientais mais refinadas em escala espacial (ex. parâmetros físicos e químicos dos solos) e numa escala temporal (dinâmica da vegetação) serão necessárias para um melhor entendimento dos mecanismos ecológicos de invasão da espécie, para subsidiar uma proposta de manejo da população de *Pinus elliottii* que impeça a progressão da invasão e sua erradicação local.

Conclusões

Os parâmetros estruturais relativos à densidade e área basal evidenciaram a invasão por *Pinus elliottii* nos dois ambientes estudados, e revelaram não haver diferenças no desempenho da espécie entre os ambientes aberto e fechado, o que contrariou a premissa inicialmente levantada, de que a população seria mais densa e estável no ambiente aberto.

A distribuição espacial da espécie, de forma aleatória no ambiente aberto e agrupada no fechado, demonstra a alta plasticidade em termos de capacidade de estabelecimento em áreas sob diferentes condições de perturbação e em diferentes estágios de regeneração.

Os resultados não significativos encontrados nas correlações com as variáveis ambientais mostram que *Pinus elliottii* é uma espécie altamente agressiva, que não tem encontrado barreiras competitivas com os capins exóticos, samambaias e árvores nativas.

A invasão por *Pinus elliottii* tende a se agravar com o passar do tempo na ausência de medidas de controle, o que levanta a necessidade de futuras análises em escalas espaciais e temporais para um melhor entendimento dos mecanismos ecológicos de invasão.

Agradecimentos

Agradecemos aos colegas do herbário CESJ pelo auxílio na identificação botânica; aos colegas do Laboratório de Ecologia Vegetal (Depto de Botânica/UFJF), Sabrina Fonseca, Daniel Santiago, Kátia Rotmeister, Wagner Messias, Raphaela Paiva, Cassiano Fonseca e Pablo Brito, pela ajuda nos trabalhos de campo; ao Prof. Ivanzir Vieira, pela ajuda com o histórico da área estudada; ao Prof. José Carlos de Oliveira, pela contribuição na idéia inicial do projeto; às Profas. Ana Paula Gelli de Faria e Ana Crsitina Atala Alves, pela revisão do trabalho; aos três revisores anônimos, pelas críticas construtivas e sugestões para melhoria do trabalho; ao Programa de Pós-graduação em Ecologia (PGECOL/UFJF) pelo apoio logístico; à PROGRAD-UFJF, pela bolsa de monitoria da primeira autora.

Referências

- ALMEIDA, R. S.; CIELO-FILHO, R.; SOUZA, S. C. P. M.; AGUIAR, O. T.; PASTORE, J. A.; BAITELLO, J. B.; KANASHIRO, M. M.; MATTOS, I. F. A.; FRANCO, G. A. D. C.; LIMA, C. R. Campo sujo úmido: fisionomia de Cerrado ameaçada pela contaminação de *Pinus elliottii* Engelm. na Estação Ecológica de Itapeva, Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 71-91, 2010.
- BORGES, V. V. **Laboratório de climatologia e análise ambiental**. Juiz de Fora: Departamento de Geociências/UFJF, 2006. 87 p.
- CARVALHO, F. A.; FAGG, C. W.; FELFILI, J. M. Dinâmica populacional de *Acacia tenuifolia* (L.) Willd. em uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 3, p. 297-306, 2010.
- CHAZDON, R. L. Chance and determinism in tropical forest succession. In: CARSON, W. P.; SCHNITZER, S. A. (Ed.). **Tropical forest community ecology**. Chichester: Blackwell Publishing, 2008. p. 384-408.
- DAVIS, M. A.; GRIME, J. P.; THOMPSON, K. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. **Journal of Ecology**, London, v. 88, p. 528-534, 2000.
- DENSLAW, J. S.; DeWALT, S. J. Exotic plant invasions in tropical forests: patterns and hypotheses. In: CARSON, W. P.; SCHNITZER, S. A. (Ed.). **Tropical forest community ecology**. Chichester: Blackwell Publishing, 2008. p. 409-426.
- EMER, C.; FONSECA, C. R. *Araucaria* Forest conservation: mechanisms providing resistance to invasion by exotic timber trees. **Biological Invasions**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 189-202, 2011.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2005. 56 p.
- FUNK, J. L.; VITOUSEK, P. M. Resource-use efficiency and plant invasion in low-resource systems. **Nature**, London, v. 446, p. 1079-1081, 2007.
- HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: paleontological statistical software package for education and data analysis. **Palaentologia Electronica**, v. 4, p. 1-9, 2001.
- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1990. 892 p.
- HIGGINS, S. I.; RICHARDSON, D. M. Pine invasions in the southern hemisphere: modeling interactions between organism, environment and disturbance. **Plant Ecology**, Amsterdam, v. 135, n. 1, p. 79-93, 1998.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1992. 365 p.
- LANGDON, B.; PAUCHARD, A.; AGUAYO, M. *Pinus contorta* invasion in the Chilean Patagonia: local patterns in a global context. **Biological Invasions**, Amsterdam, v. 12, p. 3961-3971, 2010.
- McGLONE, C. M.; SIEG, C. H.; KOLB, T. E. Invasion resistance and persistence: established plants win, even with disturbance and high propagule pressure. **Biological Invasions**, Amsterdam, v. 13, p. 291-304, 2011.
- RICHARDSON, D. M.; WILGEN, B. W.; NUNEZ, M. A. Alien conifer invasions in South America: short fuse burning? **Biological Invasions**, Amsterdam, v. 10, p. 573-577, 2008.
- ROCHA, G. C.; LATUF, M. O.; CARMO, L. F. Z. Mapeamento de riscos ambientais à escorregamentos na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 1, p. 509-516, 2003.
- SIMBERLOF, D.; NUÑEZ, M. A.; LEDGARD, N. J.; PAUCHARD, A.; RICHARDSON, D. M.; SARASOLA, M.; VAN WILGEN, B. W.; ZALBA, S. M.; ZENNI, R. D.; BUSTAMANTE, R.; PEÑA, E.; ZILLER, S. R. Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions. **Austral Ecology**, Adelaide, v. 35, p. 489-504, 2010.
- TONINI, H.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Crescimento em altura de *Pinus elliottii* Engelm., na região de Piratini no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 33, n. 1, p. 85-90, 2001.
- VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.
- ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. V. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina (SP, Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 1-14, 2006.
- ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A. degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 41-47, 2002.