

INVASÃO BIOLÓGICA DE *Pinus elliottii* VAR. *elliottii* NO PARQUE ESTADUAL DO RIO VERMELHO, FLORIANÓPOLIS, SC

Fernando Campanhã Bechara¹, Ademir Reis², Bruna Elisa Trentin³

¹Eng. Florestal, Dr., UTFPR, Dois Vizinhos, PR, Brasil - bechara@utfpr.edu.br

²Biólogo, Dr., Depto. de Botânica, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil - ademir.reis.ufsc@gmail.com

³Acadêmica de Eng. Florestal, UTFPR, Dois Vizinhos, PR, Brasil - brunaelisatrentin@gmail.com

Recebido para publicação: 21/05/2013 – Aceito para publicação: 14/10/2013

Resumo

A invasão biológica é conceituada como o processo de introdução e adaptação de espécies exóticas nos ecossistemas naturais, as quais se tornam invasoras, causando alterações ecológicas. Espécies com alta capacidade invasora, como *Pinus elliottii*, tendem a inibir a sucessão ecológica. Em 1962, foi criada a Estação Florestal do Rio Vermelho, no município de Florianópolis, SC, onde foram testadas 25 espécies de *Pinus* spp. em 500 ha de restinga. Após 40 anos de plantio, aproximadamente 250 ha de dunas e restingas adjacentes aos plantios foram contaminadas por *Pinus elliottii* var. *elliottii*. Para a avaliação da capacidade invasora, foram amostrados o banco e chuva de sementes em três ambientes: i) interior de talhão de *Pinus elliottii* var. *elliottii*; ii) bordadura do mesmo talhão de *Pinus elliottii* var. *elliottii*; e iii) restinga arbórea conservada. No banco de sementes não foi observada emergência de plântulas de *Pinus* spp., sugerindo que suas sementes não permaneçam viáveis no solo. Já a chuva de sementes durante o ano foi contínua, dispersando cerca de dois milhões de sementes viáveis.ha⁻¹.ano⁻¹. Se por um lado a inexistência de sementes de *Pinus* spp. no banco pode parecer uma vantagem, a chuva de sementes contínua representa uma ameaça constante para a reinfestação dessa espécie na área.

Palavras-chave: Banco de sementes; chuva de sementes; restauração ecológica.

Abstract

Biological invasion of Pinus elliottii var. *elliottii* in Rio Vermelho State Park, Florianópolis, SC. Biological invasion is defined as the process of introduction and adaptation of non-native species into natural ecosystems which become invasive and cause ecological changes. Species with high invasive capacity, such as *Pinus elliottii*, tend to inhibit ecological succession. In 1962 the Forestry Station of Rio Vermelho in Florianópolis-SC was created, and 25 species of pine tested in 500 ha of dunes. After 40 years, approximately 250 ha of dunes and restingas, adjacent to the plantations were invaded by *Pinus elliottii* var. *elliottii*. In order to evaluate its invasive capacity, the seed bank and seed rain were sampled in three habitat types: i) inner stand of *Pinus elliottii* var. *elliottii* ii) stand border; and iii) preserved mature restinga with tree covering. Seedling emergence of pines was not observed in the seed bank, suggesting that the seeds do not remain viable in the soil. The seed rain was continuous throughout the year, generating about two million viable seeds.ha⁻¹.year⁻¹. If the lack of a seed bank may seem an advantage, the continuous seed rain represents a constant threat to the re-infestation of the species in the park.

Keywords: Seed bank; seed rain; ecological restoration, invasive pines.

INTRODUÇÃO

A “invasão biológica” (*sin.* contaminação biológica) é conceituada como o processo de introdução e adaptação de espécies exóticas nos ecossistemas naturais, as quais se tornam invasoras e causadoras de alterações ecológicas, envolvendo impactos fisionômicos e funcionais, resultando em perda de biodiversidade (ZILLER, 2000; GISP, 2003). O conceito de exótico desconsidera fronteiras geopolíticas, podendo a invasão ocorrer em regiões geográficas muito próximas, mas biogeograficamente distintas. Tal processo tende a se multiplicar e disseminar, progressivamente, dificultando a resiliência ambiental (WESTBROOKS, 1998; DISLICH *et al.*, 2002). Espécies com alta capacidade invasora, como *Pinus* spp., tendem a inibir a sucessão ecológica, eliminando espécies de flora e fauna (STURGESS; ATKINSON,

1993). A segunda maior causa de extinção de espécies no mundo está relacionada à ação de espécies exóticas invasoras, superada apenas pela supressão de habitats (VITOUSEK *et al.*, 1996). Porém os fenômenos da extinção e ação de invasoras não estão dissociados, uma vez que os ambientes destruídos são os locais mais facilmente colonizados por espécies invasoras, evitando que a sucessão secundária possa recriar novas condições ecológicas propícias para a colonização das espécies ameaçadas pela fragmentação.

Hurlbert (1971) salienta que a importância ecológica de cada uma das espécies dentro das comunidades está associada com a sua capacidade de promover “probabilidades de interações interespecíficas”. A invasão biológica ocorre exatamente porque as espécies exóticas invasoras apresentam um mínimo de interações, uma vez que não coevoluíram com os organismos de seus novos ambientes. Segundo Williams e Martinez (2000), a perda da conectância (ligações entre distintos níveis das cadeias tróficas) é uma das principais razões da extinção secundária de espécies nos ecossistemas modificados pela ação antrópica. A invasão biológica é uma das grandes causas dessa perda de ligações entre níveis tróficos das cadeias alimentares. Numa comunidade em que houve um processo natural de colonização, Brown (1987) esclarece que não existem espécies inimigas umas das outras, pois os consumidores seriam os principais responsáveis pelo controle populacional das espécies. O conjunto de interações mutualísticas e antagonísticas é responsável pela manutenção dos padrões demográficos e da seleção pelo recrutamento dos indivíduos mais aptos dentro dos microambientes da comunidade. Quando uma espécie exótica invasora permite poucas probabilidades de encontros interespecíficos, evitando seu controle demográfico através da função dos consumidores, o equilíbrio entre produtores e consumidores é quebrado, formando uma comunidade dominada por poucas espécies. Nesse sentido, as espécies nativas pioneiras antrópicas, que são aquelas raras e não pioneiras nos ambientes primários, mas que se tornam pioneiras abundantes em áreas antropizadas (KAGEYAMA; GANDARA, 2000), e as plantas ruderais (SCHNEIDER, 2007) são frequentemente confundidas como espécies invasoras. Porém elas não devem ser consideradas espécies exóticas invasoras, pois, ao contrário daquelas que inibem o processo sucessional, são espécies que muitas vezes são cicatrizadoras de áreas degradadas ou assumem o papel de facilitadoras para as fases sucessionais subsequentes.

Segundo Mirov (1967), as espécies de *Pinus* spp. são originárias do hemisfério Norte, chegando algumas espécies a atravessar a faixa equatorial. Muitas delas promovem invasão biológica não só no hemisfério Norte (China, Estados Unidos, Filipinas, França, Índia, Israel e Nepal) como também no hemisfério Sul – África do Sul, Argentina, Nova Zelândia (RICHARDSON; HIGGINS, 1998), Austrália (CHILVERS; BURDON, 1983) e Brasil (ZILLER, 2000; BECHARA, 2003; BECHARA *et al.*, 2013). Tal fato confere ao táxon *Pinus* spp. o título de gênero exótico de maior amplitude invasora de ecossistemas naturais do globo (BECHARA *et al.*, 2013).

A capacidade invasora de *Pinus* spp. está associada à sua ampla rusticidade, grande produção de sementes, alta porcentagem de germinação, anemocoria, permitindo ampla dispersão em até 25 km da matriz (RICHARDSON; HIGGINS, 1998; LEDGARD; LANGER, 1999) e estoque de sementes sobre a árvore, com muitos estróbilos do ano anterior permanecendo na árvore com sementes viáveis. Após a colonização, forma-se densa camada de acículas (VIERA; SCHUMACHER, 2010), de até 15 cm, que exerce efeito mecânico, impedindo a regeneração de espécies nativas. Adicionalmente, a polinização anemofílica dispensa e não alimenta a fauna. As comunidades brasileiras suscetíveis à invasão por *Pinus* spp. são tipologias vegetacionais abertas (não florestais) limitadas por condições edáficas, tais como campos naturais, restingas, estepes, topos de morro, cerrados, ambientes litólicos e áreas antropizadas, além de florestas em estágio inicial de regeneração.

No Brasil, durante a década de 50, o gênero *Pinus* spp. foi primeiramente introduzido no estado de Santa Catarina e, depois, no Paraná, em plantações experimentais visando a produção de papel e celulose, conforme os trabalhos publicados, em 1963, nos anais do I Simpósio de Reflorestamento da Região da Araucária, promovido pela Federação das Indústrias do Paraná, em Curitiba (SPELTZ, 1963). Em 1966, com a Lei 5.106, de incentivos fiscais, foram implantados grandes reflorestamentos de *Pinus elliottii* Engelm., principalmente na região Sul do país.

As áreas próximas às plantações de *Pinus elliottii* e às árvores isoladas, plantadas como ornamentais ou como quebra-vento, recebem densa chuva de sementes dessas plantas e tornam-se suscetíveis ao processo de invasão (BECHARA, 2003; REIS *et al.*, 2003; BECHARA *et al.*, 2013; ZILLER; GALVÃO, 2002; ZANCHETTA; DINIZ, 2006; BECHARA; REIS, 2009; ALMEIDA *et al.*, 2010; BOURSCHIED; REIS, 2010; CUNHA *et al.*, 2011; FALLEIROS *et al.*, 2011; BECHARA *et al.*, 2013). O conhecimento de características básicas sobre o banco de sementes, a intensidade da chuva de

sementes ao longo do ano e o comportamento das espécies nativas no interior das plantações torna-se fundamental para um plano de restauração de áreas invadidas por *Pinus* spp.

Local de estudo

Parque Estadual do Rio Vermelho, situado no Município de Florianópolis, SC, nordeste da Ilha de Santa Catarina (27°27'00" - 27°35'00" S e 48°18'00" - 48°30'00" W). O clima é do tipo subtropical úmido, com umidade relativa anual de 80-85%. A temperatura média anual é de 20 °C, com médias mensais oscilando entre 24 °C (janeiro) e 15 °C (julho), com temperatura mínima absoluta de -0,9 °C. A precipitação média anual é de 1.400 mm, com chuvas distribuídas uniformemente durante o ano, sem déficit hídrico (SANTA CATARINA, 1986).

Em 1962, o governo do estado de Santa Catarina criou a Estação Florestal do Rio Vermelho, perfazendo uma área de 1.465 ha, incluindo a Praia de Moçambique (12,5 km de extensão) e, a oeste, 8,5 km de margens da Lagoa da Conceição. Nessa época, foi testado o plantio de 25 espécies de *Pinus* spp. sobre a restinga. Inicialmente, a espécie com melhor desenvolvimento foi *Pinus elliottii* var. *elliottii* (natural da Flórida até a Carolina do Sul, Estados Unidos), levando os empreendedores do projeto a intensificarem o plantio dessa espécie (BERENHAUSER, 1973). Foram implantados 487 ha de talhões experimentais de *Pinus* spp. na Estação Florestal (CARUSO, 1983). Sob os talhões, atualmente, ocorre intensa regeneração do próprio *Pinus* spp. e outras situações em que algumas espécies nativas formam sub-bosques ralos. Após 40 anos de plantio, aproximadamente 250 ha de dunas e restingas adjacentes aos plantios já foram progressivamente invadidas por *Pinus elliottii* var. *elliottii*, totalizando, atualmente, cerca de 750 ha cobertos com *Pinus* spp. no Parque. A área, reconhecida pela UNESCO em 2002 como Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e transformada em Parque Estadual em 2007, conta ainda com a proteção de 400 ha de Floresta Ombrófila Densa e 250 ha de restingas conservadas em fragmentos. Essas últimas abrigam espécies ameaçadas de extinção, tais como *Scaevola plumieri* (L.) Vahl., a endêmica *Mimosa catharinensis* Burkart (FALKENBERG, 1999) e *Aristolochia robertii* Ahumada.

Banco de sementes

Foram coletadas amostras de solo (compostas por cinco unidades amostrais de 30 x 30 cm, com profundidade de 5 cm, excluindo a serapilheira) em três ambientes, constituindo três tratamentos (T₁₋₃): T₁ - interior de talhão de *Pinus elliottii* var. *elliottii* (40 anos de idade, 1.667 árvores.ha⁻¹, aproximadamente 20 m de altura); T₂ - bordadura do mesmo talhão de *Pinus elliottii* var. *elliottii*; T₃ - restinga arbórea conservada (aproximadamente 5 m de altura), distantes 30 m dos talhões. As amostras foram colocadas para germinar em viveiro e as plântulas emergentes foram mensalmente quantificadas e identificadas.

Chuva de sementes

Vinte e sete coletores permanentes de sementes de 1 m² foram distribuídos equitativamente em três diferentes ambientes, constituindo três tratamentos (T₁₋₃): T₁ - área nuclear de talhões de *Pinus elliottii* var. *elliottii* (40 anos de idade, 1.667 árvores.ha⁻¹, aproximadamente 20 m de altura); T₂ - bordadura dos mesmos talhões de *Pinus elliottii* var. *elliottii*; T₃ - áreas abertas de restinga (aproximadamente 3-5 m de altura), distantes 30 m dos talhões. Mensalmente, as sementes coletadas foram identificadas e quantificadas, sendo consideradas viáveis aquelas que germinaram em casa de vegetação. As síndromes de polinização foram classificadas segundo Faegri e Pijl (1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Banco de sementes

Foram detectadas 33 espécies nativas de 22 famílias botânicas no banco de sementes viáveis, além das exóticas *Urochloa* sp. e *Eucalyptus* sp. (Tabela 1). Não foi observada emergência de plântulas de *Pinus* spp. nas amostras de solo retiradas da área, sugerindo que as sementes não permanecem viáveis no solo, formando provavelmente um banco transitório, como visto por Bechara *et al.*, 2013.

Não houve diferenças marcantes no número de espécies e síndromes de polinização no banco dos diferentes ambientes. Porém, conforme exposto na Figura 1, foi detectada tendência de decréscimo gradativo no número de espécies zoocóricas e arbóreas, iniciando pela restinga conservada

(tratamento T₃), passando pela borda do talhão de *Pinus* spp. (tratamento T₂) e, finalmente, culminando no núcleo do talhão (tratamento T₁).

Tabela 1. Espécies presentes no banco de sementes do solo e os respectivos hábitos e síndromes de polinização e dispersão. Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.

Table 1. Species present in the seed bank and their habits, dispersal and pollination syndromes. Rio Vermelho State Park, Florianópolis, SC.

Família	Nome científico	Hábito	Polinização	Dispersão
AMARANTHACEAE	Indeterminado	herbáceo	anemofilia	anemocoria
URTICACEAE	<i>Cecropia glaziovii</i> Sneh.	arbóreo	anemofilia	zoocoria
CHENOPODIACEAE	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	herbáceo	anemofilia	anemocoria
COMMELINACEAE	<i>Commelina</i> sp.	herbáceo	zoofilia	autocoria
ASTERACEAE	<i>Baccharis</i> sp.1	herbáceo	zoofilia	anemocoria
	<i>Baccharis</i> sp.2	herbáceo	zoofilia	anemocoria
	Asteraceae sp.1	herbáceo	zoofilia	anemocoria
	Asteraceae sp.2	herbáceo	zoofilia	anemocoria
	<i>Eupatorium casarettoi</i> (Rob.) Steyerm	arbustivo	zoofilia	anemocoria
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i> sp.1	herbáceo	anemofilia	anemocoria
	<i>Cyperus</i> sp.2	herbáceo	anemofilia	anemocoria
EUPHORBIACEAE	<i>Phyllanthus</i> sp.	herbáceo	anemofilia	anemocoria
POACEAE	<i>Urochloa</i> sp.	herbáceo	anemofilia	anemocoria
	<i>Digitaria adscendens</i> (H. B. K.) Henrard	herbáceo	anemofilia	anemocoria
	Indeterminado	herbáceo	anemofilia	anemocoria
	<i>Paspalum</i> sp.	herbáceo	anemofilia	anemocoria
MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	arbóreo	zoofilia	zoocoria
	<i>Tibouchina urvilleana</i> (DC.) Cogn.	arbustivo	zoofilia	anemocoria
MORACEAE	<i>Ficus</i> sp.	arbóreo	zoofilia	zoocoria
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus</i> sp.	arbóreo	anemofilia	anemocoria
	Indeterminado	arbóreo	zoofilia	zoocoria
LAMIACEAE	Indeterminado	herbáceo	zoofilia	anemocoria
LAURACEAE	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	arbóreo	zoofilia	zoocoria
FABACEAE	<i>Desmodium</i> sp.	herbáceo	zoofilia	epizoocoria
	<i>Vigna</i> sp.	liano	zoofilia	autocoria
LILIACEAE	Indeterminado	herbáceo	zoofilia	autocoria
PHYTOLACACEAE	<i>Phytolacca thyrsoflora</i> Fenzl.Ex Schmidt	herbáceo	zoofilia	zoocoria
PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp.	arbustivo	anemofilia	zoocoria
PTERIDÓFITA	Indeterminado	herbáceo	anemofilia	anemocoria
RUBIACEAE	<i>Coccocypselum</i> sp.1	herbáceo	zoofilia	zoocoria
	<i>Coccocypselum</i> sp.2	herbáceo	zoofilia	zoocoria
	<i>Diodia</i> sp.	herbáceo	zoofilia	zoocoria
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	arbustivo	zoofilia	anemocoria
SOLANACEAE	<i>Solanum americanum</i> Mill.	herbáceo	zoofilia	zoocoria
XYRIDACEAE	<i>Xyris</i> sp.	herbáceo	zoofilia	anemocoria

Sturgess e Atkinson (1993) registraram, na Inglaterra, um banco de sementes deficiente sob plantações adultas de *Pinus* spp. sobre dunas, comparativamente às áreas naturais. Sendo o banco de sementes básico para a recolonização da vegetação natural em áreas degradadas (GARWOOD, 1989) e devido à deficiência de espécies zoocóricas e arbóreas registradas no banco de sementes no interior das plantações de *Pinus* spp. do presente estudo, é recomendado que se introduzam sementes de espécies nativas zoocóricas no banco, atrativas e mantenedoras de fauna, através de diversas técnicas de restauração ecológica (RODRIGUES *et al.*, 2009; REIS *et al.*, 2010).

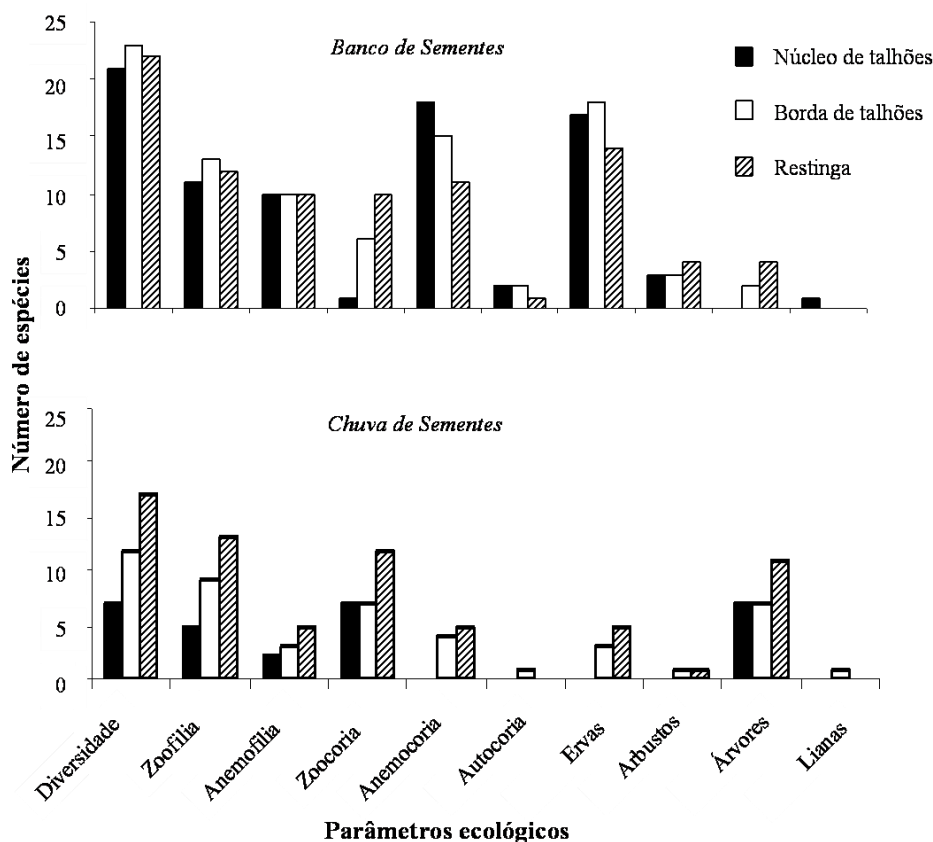


Figura 1. Parâmetros ecológicos das espécies encontradas no banco e chuva de sementes (durante um ano), em três diferentes ambientes (núcleo de talhão de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*, borda de talhão de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e restinga arbórea conservada) no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.

Figure 1. Ecological parameters of the species found in the seed bank and seed rain (during one year), in three different habitat types (inner stand of *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*, edge of *Pinus elliottii* var. *elliottii* stand and preserved mature resting) in Rio Vermelho State Park, Florianópolis, SC.

Chuva de sementes

A chuva de sementes de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* durante o ano foi contínua, dispersando cerca de dois milhões de sementes viáveis.ha⁻¹.ano⁻¹, com pico explosivo em abril (1.011.481.ha⁻¹.mês⁻¹). Também ocorreu chuva contínua de sementes da comunidade de espécies nativas (Figura 2).

Estima-se que uma única árvore de *Pinus elliottii* var. *elliottii* (30-40 anos de idade, num talhão sob espaçamento 3 x 4 m) dispersa 2.500 sementes viáveis.ha⁻¹.ano⁻¹, podendo um indivíduo reprodutivo se tornar um foco de invasão (BECHARA *et al.*, 2013).

Foram registradas 45 espécies nativas na chuva de sementes de 23 famílias botânicas, além das exóticas *Eucalyptus* spp. e *Pinus elliottii* var. *elliottii* (Tabela 2). Foi detectada tendência de decréscimo gradativo na diversidade, primeiramente na restinga conservada (tratamento T₃), passando pela borda dos talhões de *Pinus* spp. (tratamento T₂) e culminando no núcleo dos talhões (tratamento T₁), que tenderam a números reduzidos de espécies zoofílicas, zoocóricas e arbóreas (Figura 1).

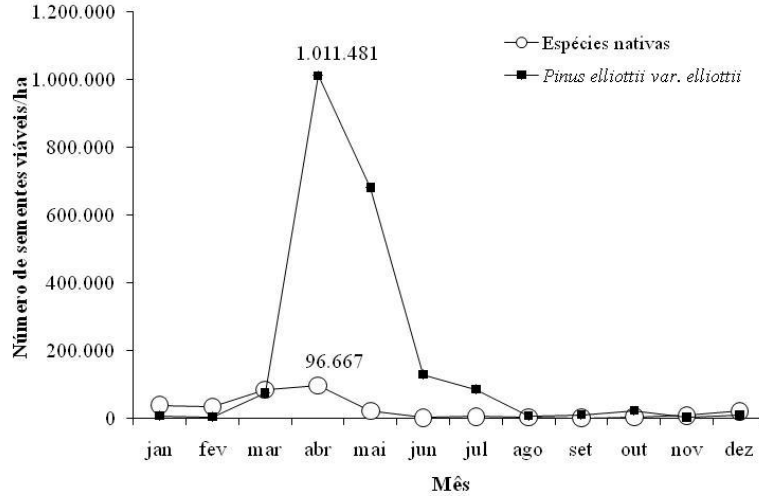


Figura 2. Padrão sazonal de dispersão de sementes viáveis de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* e de espécies nativas, no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC. Valores estimados com base em 27 coletores permanentes de sementes, durante um ano (Adaptado de Bechara *et al.*, 2013).

Figure 2. Seasonal pattern of dispersal of viable seeds of *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* and native species in the Rio Vermelho State Park, Florianópolis, SC. (Adapted from Bechara *et al.*, 2013).

Tabela 2. Espécies presentes na chuva de sementes e os respectivos hábitos e síndromes de polinização e dispersão. Método de identificação através de sementes (S) usando lupa e via emergência de plântulas (P) em casa de vegetação. Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.

Table 2. Species in the seed rain and their habits, dispersal and pollination syndromes. Methods of identification by seeds (S) using a magnifying glass and post-emergence of seedlings (P) in a greenhouse. Rio Vermelho State Park, Florianópolis, SC.

Família	Nome científico	Hábito	Polinização	Dispersão	Método
ANACARDIACEAE	<i>Schinus terebinthifolius</i> Rad.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
APOCYNACEAE	<i>Temnadenia stellaris</i> (Lindl.) Miers	lianescente	zoofilia	anemocoria	P
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex theezans</i> Mart.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
URTICACEAE	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	arbóreo	anemofilia	zoocoria	P
CLUSIACEAE	<i>Clusia criuva</i> Cambess.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
ASTERACEAE	<i>Asteraceae</i> sp.1	herbáceo	zoofilia	anemocoria	P
	<i>Asteraceae</i> sp.2 (Tribo Inuli)	herbáceo	zoofilia	anemocoria	P
	<i>Eupatorium casarettoi</i> (Rob.) Steyererm	arbustivo	zoofilia	anemocoria	P
	<i>Eupatorium</i> sp.	arbustivo	zoofilia	anemocoria	P
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	herbáceo	zoofilia	anemocoria	P
	<i>Vernonia scorpioides</i> (Less.) Pers.	herbáceo	zoofilia	anemocoria	S
CYPERACEAE	<i>Cyperus</i> sp.1	herbáceo	anemofilia	anemocoria	P
	<i>Scleria</i> sp.	herbáceo	anemofilia	anemocoria	P
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) M. Arg. var. <i>janeirensis</i> (Casar.) M. Arg.	arbóreo	anemofilia	zoocoria	P
	Indeterminado	arbustivo	zoofilia	-	P
GESNERIACEAE	Indeterminado	herbáceo	zoofilia	anemocoria	P
POACEAE	<i>Cortaderia selloana</i> (Schult.) Asch. & Graebn.	herbáceo	anemofilia	anemocoria	P
	Indeterminado	herbáceo	anemofilia	anemocoria	P
	<i>Panicum</i> sp.	herbáceo	anemofilia	anemocoria	P
INDETERMINADA	Indeterminado	-	-	-	S

LAURACEAE	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
FABACEAE	<i>Desmodium</i> sp.	herbáceo	zoofilia	epizoocoria	P
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	arbóreo	zoofilia	anemocoria	P
	<i>Mucuna urens</i> (L.) DC.	lianescente	zoofilia	autocoria	P
MELASTOMATACEAE	<i>Leandra</i> sp.	arbustivo	zoofilia	zoocoria	P
	Indeterminado	-	zoofilia	-	P
	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
MORACEAE	<i>Ficus organensis</i> Miq.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
PRIMULACEAE	<i>Myrsine</i> cf. <i>venosa</i>	arbóreo	anemofilia	zoocoria	P
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem & Schlecht	arbóreo	anemofilia	zoocoria	P
MYRTACEAE	<i>Campomanesia littoralis</i> Legr.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
	<i>Eucalyptus</i> sp.	arbóreo	zoofilia	anemocoria	P
	<i>Eugenia umbelliflora</i> Berg.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
	<i>Gomidesia palustris</i> (DC.) Kausel	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
	Indeterminado	arbóreo	zoofilia	zoocoria	S
	<i>Psidium cattleianum</i> Sab.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	S
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
PINACEAE	<i>Pinus elliottii</i> var. <i>elliottii</i>	arbóreo	anemofilia	anemocoria	P
PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp.	arbustivo	anemofilia	zoocoria	S
RUBIACEAE	Indeterminado	herbácea	zoofilia	-	S
	<i>Rudgea</i> sp.	arbóreo	zoofilia	-	P
	<i>Coccocypselum</i> sp1	herbáceo	zoofilia	zoocoria	P
SAPINDACEAE	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	arbustivo	zoofilia	anemocoria	S
SOLANACEAE	<i>Solanum mauritanum</i> Scop.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	P
	<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	herbáceo	zoofilia	zoocoria	P
VERBENACEAE	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Mold.	arbóreo	zoofilia	zoocoria	S
XYRIDACEAE	<i>Xyris</i> sp.	herbáceo	zoofilia	anemocoria	P

Sturgess e Atkinson (1993) verificaram que o sombreamento por *Pinus* spp. em plantações sobre dunas reduziu a dispersão de sementes de muitas espécies. A restinga é, originalmente, um ecossistema aberto composto por uma vegetação de baixo porte e heliófila. Após a intensa deposição de serapilheira (VIERA; SCHUMACHER, 2010) e o denso sombreamento da restinga causados pelas plantações de *Pinus* spp., mesmo que a chuva de sementes nativas fosse mantida, sua manifestação seria, provavelmente, dificultada principalmente devido à deficiência de luz na área. As espécies do ecossistema aberto e iluminado de restinga, quando sombreadas por *Pinus* spp., provavelmente têm as fases de recrutamento, floração e frutificação inibidas, havendo menores níveis de frutificação (WHEELWRIGHT, 1986). Há espécies que conseguem apenas um desenvolvimento vegetativo e outras que atingem a fase de maturidade, devido à adaptação aos filtros naturais, como proposto por Lambers *et al.* (1998). Com a baixa oferta de alimentos, tende a haver baixa presença de fauna nos talhões de *Pinus* spp., diminuindo a chuva de sementes e comprometendo o fluxo gênico das espécies.

A chuva de sementes é básica na recomposição de áreas, alimentando o banco de sementes e introduzindo novas espécies, que podem germinar prontamente quando efêmeras no banco (CUBINA; AIDE, 2001). No entanto, a chuva de sementes de espécies nativas no interior dos talhões de *Pinus* spp. do presente estudo mostrou-se diminuída em relação ao ambiente de borda e de restinga, necessitando mais uma vez de atividades de restauração ecológica.

CONCLUSÕES

- A substituição de povoamentos artificiais de *Pinus* spp. em áreas suscetíveis à invasão biológica devem considerar aspectos de sua biologia reprodutiva, tais como capacidade germinativa e formação de banco e chuva de sementes da espécie exótica invasora.
- Se, por um lado, a inexistência de sementes de *Pinus* spp. no banco pode parecer uma grande vantagem, a chuva de sementes contínua e intensa representa uma ameaça constante para a

reflorestação dessa espécie na área, sendo favorecida por um clima úmido capaz de propiciar a germinação durante todo o ano no local de estudo.

- Enquanto houver fonte de propágulos locais de *Pinus* spp., haverá necessidade de um contínuo monitoramento e retirada das plântulas invasoras. Nota-se que as plântulas de *Pinus* spp. com até aproximadamente 50 cm de altura, quando cortadas, rebrotam, devendo então as plântulas ser arrancadas com raiz, ou cortadas a partir dessa altura, evitando o rebrotamento.
- Talhões comerciais de *Pinus* spp. devem ser implantados distantes de áreas naturais protegidas com potencial de conservação da natureza e ecoturismo, principalmente quando em áreas de alta suscetibilidade à invasão. No sul do país, deveriam ser delimitadas, em zoneamentos ecológicos estaduais, as regiões com vocação para a produção de *Pinus* spp. Os proprietários das fontes de sementes “poluidoras” devem ser responsabilizados pela remoção das populações invasoras que se expandem além dos limites das plantações comerciais e que contaminam unidades de conservação e outras áreas protegidas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Silvia Ziller, aos professores Paulo Kageyama (ESALQ-USP), Maurício Reis (UFSC), Sônia Piedade (ESALQ-USP), Etelvino Bechara (USP), à administração do Parque Florestal do Rio Vermelho (Alcides Tiscoski/CIDASC) e aos agrônomos Erasmo Tiepo e Daniel Heberle. À CAPES, pela bolsa de mestrado, WWF-Ford Foundation e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. S.; CIELO-FILHO, R., SOUZA, S. C. P. M.; AGUIAR, O. T.; BAITELLO, J. B.; PASTORE, J. A.; 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.
- BECHARA, F. C.; REIS, A.; BOURSCHEID, K.; VIEIRA, N. K.; TRENTIN, B. E. Reproductive biology and early establishment of *Pinus elliottii* var. *elliottii* in Brazilian sandy coastal plain vegetation: implications for biological invasion. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 2, p. 88 - 92, 2013.
- BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. 125 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- BECHARA, F. C.; REIS, A. Unidade demonstrativa de restauração ecológica de restinga arbórea contaminada por pinus no Parque Florestal do Rio Vermelho. In: TRES, D. R.; REIS, A. (Eds.). **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental: do pontual ao contexto**. Itajaí, 2009. p. 153 - 164.
- BERENHAUSER, H. Afforestation of coastal swamps and dunes at Rio Vermelho. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 13 - 17, 1973.
- 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**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 23 - 30, 2010.
- BROWN, JR. K. O papel dos consumidores na conservação e no manejo in situ. **IPEF**, Piracicaba, v. 7, n. 35, p. 61 - 69, 1987.
- CARUSO, M. M. L. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1983. 158 p.

- CHILVERS, G. A.; BURDON, J. J. Further studies on a native Australian eucalypt forest invaded by exotic pines. **Oecologia**, Berlin, v. 59, n. 2-3, p. 239 - 245, 1983.
- CUBINA, A.; AIDE, T. M. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica**, Malden, v. 33, n. 2, p. 260 - 267, 2001.
- CUNHA, M. C. L.; MONGUILHOTT, M.; SALDANHA, D. L.; GUASSELLI, L. A.; OLIVEIRA, G. Quantificação da dinâmica dos remanescentes florestais no município de Jaquirana, RS, em imagens de satélite. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 867 - 873, 2011.
- DISLICH, R.; KISSER, N.; PIVELLO, V. R. A invasão de um fragmento florestal em São Paulo (SP) pela palmeira australiana *Archontophoenix cunninghamiana* H. Wendl. & Drude. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 55 - 64, 2002.
- FAEGRI, K.; van der PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244 p.
- FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, v. 28, p. 1 - 31, 1999.
- FALLEIROS, R. M.; ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. Invasão e manejo de *Pinus taeda* em campos de altitude do Parque Estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 123 - 134, 2011.
- GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, T.V.; SIMPSON, R. L. (Eds.). **Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press, 1989. p. 149 - 209.
- GISP. 2003. **The Global Invasive Species Programme**. Disponível em: <<http://www.gisp.org>>. Acesso em: 15/09/2009.
- HURLBERT, S. The nonconcept of species diversity: a critic and alternative parameters. **Ecology**, Tempe, v. 52, n. 4, p. 577 - 586, 1971.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer-Verlag, 1998. 540 p.
- LEDGARD, N. J.; LANGER, E. R. **Wilding prevention**: guidelines for minimising the risk of unwanted wilding spread from new plantings of introduced conifers. Christchurch: New Zealand Forest Research/Ministry for the Environment, 1999. 20 p.
- MIROV, N. T. **The genus Pinus**. New York: The Ronald Press Company, 1967. 602 p.
- REIS, A.; ANJOS, A.; LEISSA, A. P.; BECHARA, F. C. Critérios para a seleção de espécies na arborização urbana ecológica. **Sellowia**, Itajaí, v. 53 - 55, p. 51 - 67, 2003.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n. 2, p. 244 - 250, 2010.
- RICHARDSON, D. M.; HIGGINS, S. I. Pines as invaders in the southern hemisphere. In: RICHARDSON, D. M. (Ed.). **Ecology and biogeography of Pinus**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 450 - 473.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, London, v. 142, n. 6, p. 1242 - 1251, 2009.
- SANTA CATARINA. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Governo do Estado de Santa Catarina, 1986. 173 p.
- SCHNEIDER, A. A. The naturalized flora of Rio Grande do Sul State, Brazil: subsontaneous herbaceous plants. **Biociências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 257 - 268, 2007.

SPELTZ, G. E. Informações preliminares quanto ao desenvolvimento da *Araucaria angustifolia*, *P. taeda*, *P. caribaea* e *P. elliottii* na Fazenda Monte Alegre. In: SIMPÓSIO DE REFLORESTAMENTO DA REGIÃO DA ARAUCÁRIA, 1., 1963, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Federação das Indústrias do Paraná, 1963. p. 45 - 48.

STURGESS, P.; ATKINSON, D. The clear-felling of sand-dune plantations: soil and vegetational processes in habitat restoration. **Biological Conservation**, London, v. 66, n. 3, p. 171 - 183, 1993.

VITOUSEK, P. M.; D'ANTONIO, C. M.; LOOPE, L. L.; WESTBROOKS, R. Biological invasions as global environmental change. **American Scientist**, Durham, v. 84, n. 5, p. 468 - 478, 1996.

WESTBROOKS, R. **Invasive plants**: changing the landscape of America: fact book. Washington D.C.: Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotics Weeds, 1998. 107 p.

WHEELWRIGHT, N. T. A seven-year study of individual variation in fruit production in tropical bird-dispersed tree species in the family Lauraceae. In: STRADA, A.; FLEMING, T. H. (Eds.). **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht/Boston/Lancaster: DR. W. Junk Publishers, 1986. p. 21 - 37.

WILLIAMS, R.; MARTINEZ, N. Simple rules yield complex food webs. **Nature**, London, v. 404, p. 180 - 183, 2000.

ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. V. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na Estação Ecológica de Itirapina (SP, Brasil). **Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, n. único, p. 1 - 14, 2006.

ZILLER, S. R. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná**: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. 268 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A. degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 1 - 47, 2002.