



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA



Dissertação de Mestrado

**Vegetação de sub-bosque em monocultura de
Eucalyptus saligna Sm. (Myrtaceae)**

Verônica Gisela Sydow

Porto Alegre, março de 2010

**Vegetação de sub-bosque em monocultura de
Eucalyptus saligna Sm. (Myrtaceae)**

Verônica Gisela Sydow

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia

Orientadora: Profa. Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Jean Carlos Budke (URI)

Prof. Dr. Ricardo Silva Pereira Mello (UFRGS)

Profa. Dra. Sandra Cristina Müller (UFRGS)

Porto Alegre, março de 2010

*Nature is a mutable cloud
Which is always and never the same.*
Ralph W. Emerson

Dedico esse trabalho aos meus pais, por tudo que eles já fizeram e ainda irão fazer por mim (pelo eterno cuidado parental).

AGRADECIMENTOS

À professora Maria Teresa Raya Rodriguez, pela orientação, incentivo e pelo apoio em todas as idéias de projeto até chegarmos nesse que é aqui apresentado. Agradeço por ter acreditado na minha capacidade de trabalhar com uma ferramenta de estudo que eu desconhecia; estudar comigo os caminhos possíveis e aceitar os riscos de todos esses desafios.

Ao professor Paulo Luiz de Oliveira, pela colaboração, apoio e incentivo, que me permitiram conhecer um pouco do maravilhoso mundo das plantas. Pelo tempo dedicado a esse trabalho, compartilhando seu conhecimento ecológico e suas fascinantes histórias de vida.

Ao Erik William Osvald, pelo amor e companhia de tantos anos e por compreender minha ausência durante as diversas saídas de campo. *“Always look on the bright sight of life (whistle)”*.

À toda minha família, por toda dedicação, apoio, vivência e pela eterna preocupação com meu bem estar. Agradeço por poder contar sempre com vocês, nos momentos de grandes comemorações e também naqueles mais difíceis.

À Luciana Regina Podgaiski, pela amizade, pela ajuda em todas as etapas desse trabalho e por estar sempre insistindo nas mil e uma qualidades da carreira de pesquisadora.

A todos os colegas de laboratório *latu sensu*, Adriano Cavaleri, Cecília Schuler Nin, Laura Valenti Ayestaran Menzel, Luciana Regina Podgaiski, Marcelo Flores e Márton de Castro Vasconcelos, que entre os cafezinhos, RU's e desenvolvimento de seus próprios projetos e artigos repartiram um pouco do seu precioso tempo para discutir minhas dúvidas e me apoiar em todas as etapas desse trabalho.

Aos vários ajudantes de campo: Cecília Schuler Nin, Eduardo Bayon Britz, Erik William Osvald, Jefferson Pietroski Mota, Karine Machado Costa, Luciana Regina Podgaiski e Renan Becker. Em especial, ao Marcelo da Silva Flores, que me ajudou em quase todas as saídas.

À Letícia Piccinini Dadalt e ao Rodrigo Scarton Bergamin, por dicas de identificação de algumas arbóreas e ao Adriano Cavaleri, pela ajuda com algumas ervas.

Aos diversos alunos e professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRGS, que auxiliaram na identificação do material coletado em campo:

ao Ângelo Alberto Schneider, pelas Asteraceae, Poaceae e herbáceas.

ao Cassiano Aimberê Dorneles Welker, à Ilsi Iob Boldrini e ao Rafael Trevisan, pelas *Poaceae*.

à Gabriela Hoff Silveira, pelas *Cyperaceae*.

à Greta Aline Dettke, ao Guilherme Dubal dos Santos Seger e à Jaqueline Durigon, pelas lianas. À Mara Rejane Ritter, pelas lianas do gênero *Mikania*.

à Maria Angelica Kieling Rubio, pelas pteridófitas.

ao Martin Grings e ao Paulo Luiz de Oliveira pelas arbóreas, arbustivas e herbáceas.

ao João André Jarenkow pelas ervas de difícil identificação.

À Clarissa Britz Hassdenteufel, Eduardo Luís Hettwer Giehl, Fabiana Schneck, Fernando Joner, Leandro da Silva Duarte, Letícia Piccinini Dadalt, Luciana Regina Podgaiski, Rodrigo Scarton Bergamin, Valério de Patta Pillar e, em especial, ao Márlon de Castro Vasconcelos, pelas dicas nas análises estatísticas.

Ao professor Heinrich Hasenack e sua equipe, pelo auxílio na elaboração dos mapas da área de estudo. Ao André Chein Alonso, pelo auxílio nas análises de geoprocessamento.

A todos os professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Ecologia da UFRGS, por todo ensinamento e convivência. Na pessoa de Silvana Barzotto e Omara Lange, agradeço a todos os funcionários da UFRGS pelo auxílio e conversas no caminho do curso.

À Aracruz Celulose, pela autorização para realizar a pesquisa no Horto Florestal Barba Negra (HFBN). Aos funcionários Maurem Kayna Lima Alves, Elias Frank de Araujo e Jocelito Reis Junqueira, pelo apoio e pelos dados cedidos. Aos guardas do HFBN Sr. Antenor, Sr. Miguel e Sr. Herbert, pela segurança.

Ao CENECO pelo uso das estufas e balanças de precisão e à Daniela Ribeiro pelo auxílio e companhia durante a utilização dos equipamentos.

Ao CENECO e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia pelo financiamento das saídas a campo. À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Às diversas pessoas com quem convivi durante a realização do meu projeto de mestrado, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A modificação da paisagem e a fragmentação de habitats são consideradas ameaças à biodiversidade mundial. Áreas cobertas por vegetação primária ainda preservadas e unidades de conservação são insuficientes para garantir a conservação de espécies. Cultivos de florestas homogêneas passaram a ser considerados como possíveis habitats alternativos para espécies florestais e podem contribuir para a conservação da biodiversidade. O Brasil é o país com maior área ocupada com plantio de eucalipto e essa vem crescendo nos últimos anos. Identificar quais fatores influenciam a diversidade da biota nos plantios é importante para a conservação de espécies. O objetivo do presente estudo foi conhecer a composição florística do sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* Sm. e avaliar se o tipo de solo e a idade do plantio influenciam a riqueza e a composição da vegetação que ocupa esse ambiente. Para isso foi realizado o levantamento das espécies vegetais que ocorrem nos cultivos localizados em solo argiloso e arenoso, nos quais os indivíduos de *E. saligna* tinham três e sete anos. Foram avaliados como fatores ambientais características do solo, produção de serapilheira pelas árvores do plantio, abertura do dossel, uso do solo no entorno do cultivo e tamanho do plantio. No total, foram encontradas 218 espécies vegetais. As análises estatísticas foram realizadas apenas com as espécies que estavam presentes em pelo menos duas unidades amostrais. Plantios em solo argiloso apresentaram maior riqueza que no solo arenoso e houve diferença significativa na composição de espécies entre os dois tipos de solo. Grande parte dos fatores ambientais mensurados também foram diferentes entre os solos. Não foi possível verificar diferenças na riqueza, na composição de espécies e nos fatores ambientais entre os plantios de diferentes idades. O tipo de solo pode ser um fator mais limitante do que a idade da floresta plantada para determinar a riqueza e composição das espécies que compõem o sub-bosque dos

plantios. Embora a riqueza de espécies no solo arenoso seja menor, esse também é importante para a conservação, porque abriga espécies adaptadas à menor disponibilidade de recursos, que não ocorrem em outros ambientes. O grande número de espécies encontrado no sub-bosque destes plantios indica que eles podem auxiliar na conservação de espécies nativas, mas esse potencial deve ser melhor investigado. São recomendados estudos de outros fatores, como a biologia de espécies importantes ecológica e economicamente, interações entre animais e plantas e diferentes estratégias de manejo, para investigar de que forma eles afetam a biodiversidade e como eles podem ajudar a avaliar e aumentar o potencial de conservação das florestas industriais.

Palavras-chave: silvicultura; habitat alternativo; tipo de solo; idade do plantio; conservação.

ABSTRACT

Landscape change and habitat fragmentation are recognized as threats to global biodiversity. Areas with remaining primary vegetation and protected areas are insufficient to ensure species conservation. Forest monocultures are potential alternative habitats for native species and may contribute to the conservation of biodiversity. Brazil is the country with the largest area occupied with eucalypt plantations, this area is also growing in the last years. Identifying which factors influence the biodiversity on plantations is important to species conservation. The objective of this study was to know the understory species composition in *Eucalyptus saligna* Sm. plantations and to evaluate the influence of soil type and stand age on species richness and species composition. Surveys of vegetation were performed in stands on clay and sandy soils where the eucalypt trees were three and seven years old. Other soil characteristics, litter production by stand trees, canopy open and land use surrounding stands were evaluated as environmental factors. 218 plant species were found in plantations understory. The stands on clay soil were richer than those on sandy soil. Most of the environmental factors evaluated were also different among stands on different soils type. It was not possible to verify differences on species richness and species composition nor environmental factors between stand ages. Soil type could be a more limiting factor than forest age to determine species richness and species composition on plantations understory. Sandy soils are poorer in species, but they are also important to conservation, since species that happen on sandy soils are adapted to low resources availability and do not occur at other locations. The large number of native species founded in eucalypts plantation understory indicates that these plantations may assist some native species conservation. Nevertheless, further research is needed to understand the conservation potential from eucalypt plantations. It is recommended

other studies to be done for a better comprehension and to increase the importance of plantation forests to conservation, mainly studies about biology of key species, interactions between animals and plants and the effect of different management options.

Key words: silviculture; alternative habitat; soil type; stand age; conservation.

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS	iii
INTRODUÇÃO GERAL	1
ARTIGO ¹.....	4
Vegetação de sub-bosque em monocultura de <i>Eucalyptus saligna</i> Sm. (Myrtaceae)	4
Abstract	5
1. Introdução	6
2. Material e métodos	10
2.1. Área de estudo	10
2.2. Delineamento amostral	13
2.3. Análises dos dados.....	17
2.3.2. Relações entre a vegetação e os tipos de solo e as idades do plantio	18
2.3.3. Relações da composição florística com os fatores ambientais	19
3. Resultados.....	20
3.1 Vegetação do sub-bosque dos plantios de <i>E. saligna</i>	20
3.2 Relações entre composição florística e fatores ambientais	25
4. Discussão.....	30
4.1. Tipo de solo e idade do plantio.....	31
4.2. Conservação de espécies nativas em plantios de <i>E. saligna</i>	33
4.3. Manejo dos plantios e conservação de espécies nativas.....	36
5. Conclusões	37
6. Referências	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	48
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE	53

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização do Horto Florestal Barba Negra (HFBN), no município de Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil, onde foi realizado o estudo da composição do sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna*.....13
- Figura 2. Localização do Horto Florestal Barba Negra, indicando os plantios de *Eucalyptus saligna* estudados e o uso do solo no entorno dos mesmos.....14
- Figura 3. Delineamento amostral do levantamento florístico do sub-bosque de cultivo de *Eucalyptus saligna* no HFBN.....16
- Figura 4. Espécies exclusivas e compartilhadas por tratamento no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN.21
- Figura 5. Riqueza de espécies presentes em plantios de *Eucalyptus saligna* de três e sete anos nos solos argiloso e arenoso no HFBN.21
- Figura 6. Número médio de espécies encontradas nas quatro famílias mais ricas em cada tratamento no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN.....22
- Figura 7. Comparação por tratamento da média e erro padrão do número de espécies por tipo de hábito encontradas no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN.23
- Figura 8. Diagrama de ordenação dos 16 plantios, obtido pela análise de coordenadas principais, utilizando o ajuste duplo da presença e ausência de espécies e distância euclidiana como medida de semelhança.....24
- Figura 9. Diagrama da análise de correspondência canônica (CCA) para mostrar a relação entre (A) os fatores ambientais e os 16 plantios e (B) as 19 espécies encontradas no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* no HFBN mais fortemente correlacionadas com os eixos.....29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Média do número de espécies encontrado nas quatro famílias mais ricas e resultado das ANOVAs comparando os fatores tipo de solo e idade do plantio quanto ao número de espécies encontrado.22
- Tabela 2. Média do número de espécies encontrado nos quatro hábitos e resultado das ANOVAs comparando o os fatores tipo de solo e idade do plantio quanto ao número de espécies encontrado.23
- Tabela 3. Características do solo, produção de serapilheira, abertura de dossel, área do entorno fonte de propágulos e tamanho do plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN...
.....27
- Tabela 4. Resultados das Análises de variância de dois fatores avaliando se existe diferença entre os dois tipos de solo e as duas idades de plantio quanto aos fatores ambientais avaliadas nos plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN.....28
- Tabela 5. Comparação da riqueza e composição das espécies encontradas no sub-bosque dos plantios de *Eucalyptus saligna* do HFBN com levantamentos florísticos realizados próximos à região do horto.28

INTRODUÇÃO GERAL

Estima-se que atualmente 4,26 milhões de hectares no Brasil sejam ocupados com cultivo de eucalipto (ABRAF, 2009). No mundo, é o país com maior área ocupada com esse tipo de plantio (FAO, 1981), embora fique atrás do Canadá, China, Indonésia e Índia em área ocupada com florestas plantadas destinadas a produção (FAO, 2006).

Segundo FRA (2000), florestas plantadas são plantios estabelecidos através do plantio de mudas e/ou sementeira de espécies arbóreas através do processo de florestamento ou reflorestamento. Elas podem ser de espécies introduzidas ou plantios de espécies nativas intensamente manejados que cumpram todos os seguintes critérios: uma ou duas espécies plantadas, classes de idade e espaçamento regular. Florestamento e reflorestamento se diferenciam no fato de que no primeiro ocorre mudança no uso do solo, pois a área não era florestal anteriormente e no segundo a área já tinha vocação florestal..

Em um levantamento de recursos florestais realizado em 2005, a Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO) apresenta dados da área total dos países ocupada com florestas, classificada em cinco categorias de uso: produção, proteção, conservação, fins sociais e funções múltiplas. Segundo a FAO (2006), no Brasil aéreas destinadas à proteção e à conservação somam 25,9% das florestas representam e à produção, 5,5%.

As primeiras introduções de eucalipto no Brasil ocorreram em 1868, no Rio Grande do Sul, e se expandiram em 1903 junto com a Companhia Paulista de Estrada de Ferro (Lima, 1993). O cultivo de florestas homogêneas tinha como objetivo principal suprir a demanda por energia e, de certa forma, auxiliou na redução da exploração de espécies brasileiras, uma vez que 80% da madeira destinada à energia era retirado de

florestas nativas em 1988 (Lima, 1993) e esse percentual caiu para 54% até 2005 (IBGE, 2007).

Existem mais de 700 espécies incluídas no gênero *Eucalyptus* (Rockwood *et al.*, 2008), das quais apenas duas não são australianas (Eldridge *et al.*, 1997). O *Eucalyptus* é o gênero arbóreo mais propagado pelo homem em várias partes do mundo (Zacharin, 1978), devido ao seu crescimento rápido, aliado à capacidade de crescer em solos de baixa fertilidade e a crescente demanda mundial de madeira para energia e celulose (Florence, 1986; Turnbull, 1999; Rockwood *et al.*, 2008).

As espécies de eucalipto mais utilizadas atualmente são *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus globulus* Labill., que juntas somam cerca de 80% dos plantios desse gênero no mundo (Rockwood *et al.*, 2008). *E. grandis* foi cultivado em muitos locais antes de ser distinguido de *E. saligna*, o que fez com que vários plantios apresentassem misturas das duas espécies. Porém, como *E. grandis* cresce mais rápido e produz sementes antes de *Eucalyptus saligna* Sm., foi dominando o cultivo ao longo das rotações (Eldridge *et al.*, 1993).

No Brasil, as espécies mais cultivadas são *E. grandis*, *Eucalyptus citriodora* Hook., *E. saligna* e *E. tereticornis*. Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2009), o Rio Grande do Sul é o sexto estado em área ocupada com cultivo de eucalipto (277.316 ha), estando atrás de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Bahia. A maior parte (70%) desse material é destinada à indústria de celulose e papel.

Embora monoculturas arbóreas sejam mais homogêneas e, por isso, tendam a oferecer um menor número de habitats, estudos têm demonstrado que as florestas plantadas são importantes habitats alternativos para conservação da flora e fauna nativas

(Berndt *et al.*, 2008; Lantschner *et al.*, 2008; Pawson *et al.*, 2008; Barlow *et al.*, 2007; Brockerhoff *et al.*, 2008). Avaliar quais fatores ambientais são importantes para determinar a riqueza e a composição de espécies no sub-bosque desses plantios permite compreender quais espécies podem ser conservadas e se diferentes condições ambientais alteram o potencial de conservação de áreas utilizadas para silvicultura. Essas informações podem subsidiar tomadas de decisão quanto ao manejo dos plantios.

Diante da escassez de habitats naturais preservados, do aumento da área ocupada com silvicultura no país e no Rio Grande do Sul e da possibilidade de ter as florestas plantadas como uma alternativa para manutenção da biodiversidade, o objetivo do presente estudo foi conhecer a composição florística do sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* e avaliar se o tipo de solo e a idade do plantio influenciam a riqueza e a composição da vegetação que ocupa esse ambiente. Espera-se que solos formados por partículas de maior granulometria apresentem menor riqueza e que a vegetação seja composta por espécies generalistas ou adaptadas a ambientes secos. Para a idade do plantio, as hipóteses são que a riqueza aumente e a composição de espécies mude à medida que o plantio torna-se mais velho. Para testar essas previsões foram selecionados plantios localizados em solo argiloso (menor granulometria) e arenoso (maior granulometria) nos quais os indivíduos de *E. saligna* tinham três e sete anos.

ARTIGO 1

Vegetação de sub-bosque em monocultura de
Eucalyptus saligna Sm. (Myrtaceae)

Verônica G. Sydow, Paulo L. de Oliveira e Maria T. M. Raia-Rodriguez

1. Formatado para ser submetido à revista *Forest Ecology and Management*
As normas estão disponíveis em <http://ees.elsevier.com/foreco/>

Abstract

Studies demonstrate that forest monocultures are important alternative habitats to native fauna and flora and may contribute to biodiversity conservation. Brazil is the country with the largest area occupied with eucalypt plantations and this area is growing in the last years. Identifying which factors influence the biodiversity on plantations is important to species conservation. The objective of this study was to know the understory species composition in *Eucalyptus saligna* Sm. plantations and to evaluate the influence of soil type and stand on species richness and composition. Vegetation surveys were performed in stands on clay and sandy soils where the eucalypt trees were three and seven years old. Other soil characteristics, litter production by stand trees, canopy open and land use surrounding stands were evaluated as environmental factors. 218 plant species were found in plantations understory. The stands on clay soil were richer than those on sandy soil. Most of the environmental factors evaluated were also different among stands on different soils type. It was not possible to verify differences on species richness and composition nor environmental factors between stand ages. Soil type could be a more limiting factor than forest age to determine species richness and composition on plantations understory. Sandy soils are poorer in species, but they are also important to conservation, since species that happen on sandy soils are adapted to low resources availability and do not occur on other places. The large number of native species founded in eucalypts plantation understory indicates that these plantations may assist some native species conservation. Nevertheless, further research are needed to understand the conservation potential from eucalypt plantations. Studies correlating time required for reproduction of key native species and rotations time are necessary.

Key words: industrial forest; eucalypt; colonization; floristic composition; species richness; conservation.

1. Introdução

A modificação da paisagem e a fragmentação de habitats são consideradas ameaças à biodiversidade mundial (Brook et al., 2003, Foley et al., 2005, Myers et al., 2000, Sala et al., 2000). A destruição do habitat disponível para uma determinada espécie ocorre em decorrência do desenvolvimento urbano ou industrial ou das atividades voltadas à produção de alimento e outros recursos, como madeira (Begon et al., 2010). Além de reduzir a área total de habitat disponível, a fragmentação aumenta o isolamento entre populações e também os efeitos de borda, contribuindo para o aumento do risco de extinção (Brockerhoff et al., 2008).

A extinção de espécies e o rápido aumento das listas daquelas que estão em risco e ameaçadas de extinção, incentivaram a criação de leis de proteção e unidades de conservação. Embora essas ações sejam importantes, áreas cobertas por vegetação primária ainda preservadas e unidades de conservação são muito pequenas e insuficientes para garantir a conservação dessas espécies (Rodrigues et al., 2004).

Aproximadamente 0,3% da área ocupada com florestas nativas é desmatada anualmente (FAO, 2006) e a perda de vegetação nativa está diretamente relacionada com a perda de espécies nativas (Kerr & Deguise, 2004). Segundo a classificação feita pela FAO no levantamento de recursos florestais em 2005, da área total coberta com florestas no mundo, 11% são destinadas à conservação da biodiversidade, contra 34% utilizadas para produção de madeira e outros produtos. A área coberta com plantios florestais cresce cerca de 2% anualmente (FAO, 2006).

No Brasil a silvicultura também vem crescendo nos últimos anos, sendo que da área total ocupada com florestas, 5,5% são destinadas à produção e 25,9% à proteção e conservação (FAO, 2006). Os gêneros mais cultivados são o *Eucaliptus* e o *Pinus*. O Brasil é o país com maior área ocupada com plantios de eucalipto no mundo (FAO,

1981) e estima-se que 4,26 milhões de hectares da área total do país sejam ocupados com esse fim (ABRAF, 2009).

O pequeno número de áreas preservadas e conservadas e a ameaça às mesmas por desmatamento e isolamento fez o interesse pelo valor de conservação de paisagens antrópicas aumentar (Daily, 2001). Assim, cultivos de florestas homogêneas passaram a ser vistos como possíveis habitats alternativos para auxiliar na conservação da biodiversidade, pois retêm mais espécies florestais do que o uso agrícola ou outros usos intensivos do solo.

Em uma paisagem onde os fragmentos florestais estão isolados, cercados por usos da terra que a fauna e a flora não conseguem utilizar ou nos quais não conseguem transitar, os cultivos arbóreos podem contribuir com o aumento da qualidade da matriz (Fischer et al., 2006). Esses plantios podem contribuir para a conservação da biodiversidade ao fazerem a conexão entre fragmentos nativos, criando corredores por onde a biota consegue transitar; ao servirem como zona tampão nas bordas de florestas nativas, diminuindo contrastes de umidade, temperatura e vento entre o interior e a borda dos fragmentos; e ao suplementar ou complementar o habitat das espécies que ocorrem nos fragmentos (Brockhoff et al., 2008).

Pesquisas têm mostrado que plantios florestais abrigam um grande número de espécies vegetais nativas de sub-bosque (Geldenhuys, 1997, Ogden et al., 1997, Parrotta et al., 1997), aves (Bonham et al., 2002, Humphrey et al., 1999), e invertebrados (Berndt et al., 2008, Humphrey et al., 2005, Oxbrough et al., 2005).

Um estudo multi-taxa realizado na Amazônia mostrou que plantios de *Eucalyptus urograndis* (híbrido entre *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) podem manter parte das espécies florestais quando rodeados por floresta primária: o percentual de espécies nativas que ocorre nos cultivos

varia de acordo com o grupo taxonômico observado (Barlow et al., 2007). Também se demonstrou que a vegetação do sub-bosque influencia a abundância, riqueza e diversidade de borboletas em plantios de eucalipto (Barlow et al., 2008). Para plantios de *E. saligna*, há pesquisas sobre flora nativa regenerante no sub-bosque (Sartori et al., 2002) e ocupação desse espaço por mamíferos e aves (Stallings, 1991).

Alguns estudos indicam que a diversidade do sub-bosque é a melhor preditora da diversidade de animais em monoculturas (López e Moro, 1997, Humphrey et al., 1999). As plantas do sub-bosque são importantes porque influenciam o fluxo de energia, fornecem habitat para animais e controlam em parte o microclima da floresta (MacLean e Wein, 1977). Elas também podem conter uma fração significativa da biomassa total do ecossistema (Alaback, 1982) e desempenham importante papel na ciclagem de nutrientes (Gilliam e Turrill, 1993).

O solo, a disponibilidade de luz e fontes de propágulos podem ser importantes para determinar a composição da vegetação. A flora absorve nutrientes do solo para viabilizar seu crescimento (Guo e Sims, 1999). Solos constituídos majoritariamente por partículas finas, como argila e silte, possuem poros menores, alta capacidade de retenção de água, maior disponibilidade de nutrientes e estabilidade térmica. Já solos de partículas grandes como areia, possuem poros maiores e por isso drenam rapidamente, têm baixa taxa de retenção de nutrientes e sua temperatura varia mais rapidamente (Gurevitch et al., 2002). O retorno dos nutrientes absorvidos pela vegetação ocorre através da deposição da serapilheira. Esses nutrientes são liberados para o solo nos processos de decomposição e mineralização. Além disso, a serapilheira que acumula no chão da floresta fornece energia e ambiente adequado para a fauna de solo e microrganismos (Guo e Sims, 1999). A quantidade e espessura de material acumulado sobre o solo podem auxiliar na manutenção da umidade e estabilidade térmica, bem

como na aeração do solo. Porém, em excesso, a serapilheira pode ser um fator limitante para sementes fotoblásticas positivas.

A quantidade de luz interceptada pela cobertura arbórea condiciona a estrutura da sinúsia herbácea de uma floresta (Lee, 1989, Richards, 1996, Meira-Neto et al., 2005) e é um fator crítico para o recrutamento de espécies colonizadoras do sub-bosque (Deutschman *et al.*, 1999). Por isso, é uma variável importante para determinar a composição florística em florestas (Rankin e Tramer 2002). Nos plantios florestais, clareiras criadas por quedas de árvores e alterações na estrutura dos indivíduos arbóreos durante o desenvolvimento das árvores alteram a disponibilidade de luz no sub-bosque e aumentam a heterogeneidade ambiental, o que influencia a diversidade de espécies (Brockerhoff *et al.*, 2008, Runkle et al., 1995, Busing, 1995).

Ainda que o solo disponibilize água e nutrientes, a serapilheira facilite a formação de húmus e proporcione heterogeneidade ambiental e o crescimento das árvores cultivadas permita a entrada de luz até o chão da floresta, o sub-bosque dos plantios não será colonizado por espécies nativas se não houver nas proximidades áreas-fonte de propágulos. Por isso, o uso do solo em áreas adjacentes ao cultivo de espécies arbóreas também deve ser considerado como um fator ambiental que influencia a vegetação que ocorre nas florestas industriais.

Na ausência de manejo silvicultural intensivo para eliminar a regeneração do sub-bosque, plantações monoespecíficas podem se tornar florestas mistas. Elas passam a ser compostas pela espécie plantada e um número crescente de espécies pioneiras e tardias. Exemplos desse efeito catalizador são citados em Brockerhoff et al. (2008).

Dentro desse contexto, para que os cultivos arbóreos sejam destinados não só para energia e celulose, mas também para auxiliar na conservação de espécies nativas, é

necessário conhecer quais espécies ocupam os plantios e compreender quais fatores podem ser manejados para aumentar a diversidade da biota nativa.

O objetivo desse estudo foi conhecer a composição florística do sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* e avaliar se o tipo de solo e a idade do plantio influenciam a riqueza e a composição da vegetação que ocupa esse ambiente. Espera-se que solos formados por partículas de maior granulometria apresentem menor riqueza e que a vegetação seja composta por espécies generalistas ou adaptadas a ambientes secos. Para a idade do plantio, as hipóteses são que a riqueza aumente e a composição de espécies mude à medida que o plantio torna-se mais velho. Para testar essas previsões foram selecionados plantios de solo argiloso (menor granulometria) e arenoso (maior granulometria) e nestes dois tipos de solo foram selecionados plantios nos quais os indivíduos de *E. saligna* tinham três e sete anos.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

Este estudo foi realizado no sul do Brasil, no município de Barra do Ribeiro, a 60 Km de Porto Alegre. Os dados foram coletados em plantios do Horto Florestal Barba Negra (HFBN), situado entre os paralelos 30°27'55 e 30°26'32 S, e os meridianos 51°16'04 e 51°05'44 W (Datum Córrego Alegre). A área do Horto é uma península circundada ao norte e nordeste pelo Lago Guaíba, ao sul e sudoeste pela Laguna dos Patos e a oeste divisa com áreas de pastejo e de plantio de arroz (Fig. 1). Na região, além do arroz, também são cultivadas batata doce, fumo e outras espécies comerciais (Leite, 2002; Bergamin e Mondin, 2006).

O clima na região do HFBN é do tipo Cfa e segundo a classificação de Köppen-Geiger (Pell, 2007), temperado sem estação seca. A precipitação média anual é de 1300 mm e as chuvas são distribuídas regularmente ao longo do ano. A temperatura do mês mais quente ultrapassa 22 °C e a do mês mais frio é inferior a 18 °C e superior a 3°C. As médias mensais estão compreendidas entre 10 e 22 °C e há ocorrência de geadas (Mota, 1951). Os ventos predominantes na região é na direção nordeste (Machado, 1950).

Geologicamente, a região é de formação sedimentar quaternária, pleistocênica e holocênica (Delaney, 1965). Compreende formações geológicas do embasamento Pré Cambriano (Cráton Dom Feliciano) e Cobertura Sedimentar Cenozóica (Leite, 2002). Os solos são de formação recente, tais como neossolo flúvico, argissolo vermelho-amarelo e planossolo háplico, no sentido costa-continente (Streck et al. 2008). Na planície litorânea, alternam-se solos arenosos bem drenados e solos arenosos, argilosos ou turfosos mal drenados (Waechter, 1985).

A vegetação da região onde o HFBN está inserido é uma transição entre formações pioneiras de restinga e a Floresta Estacional Semidecídua Moderada (Leite, 2002). A região leste do HFBN está localizada na área de Planície Costeira Interna, onde o solo é arenoso e bem drenado. A flora nessa região tem aspecto xerofítico e psamófito, de caráter savanóide. As árvores e arbustos ocorrem de forma esparsa, intercalados com espécies rasteiras, o que pode ser classificado como Restinga (Waechter, 1985) ou Savana Arbustiva (Oliveira Filho, 2009). Originalmente, também ocorriam no sul da Planície Costeira formações do tipo parque, nas quais o estrato arbóreo era constituído por butiá (*Butia capitata* (Mart.) Becc., Arecaceae) (Rambo, 1942; Saint-Hilaire, 1887). Porém essas formações encontram-se bastante reduzidas devido à expansão agrícola e pecuária (Waechter, 1985).

À medida que aumenta a distância da Planície Costeira, a vegetação apresenta aspecto mais florestal, sendo substituída por espécies provenientes tanto da Floresta Estacional Decidual quanto da Ombrófila Densa (Leite, 2002). Essa formação é chamada de Floresta Estacional Semidecídua Moderada (Leite, 2002) ou Nanofloresta Rigidifoliada, onde árvores, arbustos e subarbustos misturam-se a plantas suculentas como cactáceas para formar um dossel aberto e baixo (Oliveira Filho, 2009).

A área de 10,3 mil hectares do HFBN é utilizada para cultivo de eucalipto há mais de 40 anos, sendo *E. saligna* a espécie mais cultivada atualmente. O plantio no local é feito em mosaicos, de forma a evitar ocupação de grandes áreas com árvores de mesma idade. Áreas de vegetação de restinga e floresta de galerias são preservadas conforme a legislação ambiental presente no Código Florestal Brasileiro LEI N.º 4.771 (próximas a nascentes, córregos, à lagoa e à laguna) e contribuem para diversificação desse mosaico. Embora a rotação dos plantios atualmente seja de sete anos, permanecem na área plantios antigos (de até 40 anos) que nunca foram cortados de diversas espécies de eucalipto, onde o sub-bosque de nativas é bastante desenvolvido. Cerca de 73% do HFBN é ocupado com plantio de eucalipto, 22% com vegetação nativa, três por cento com estradas e construções e outros três por cento com banhado.

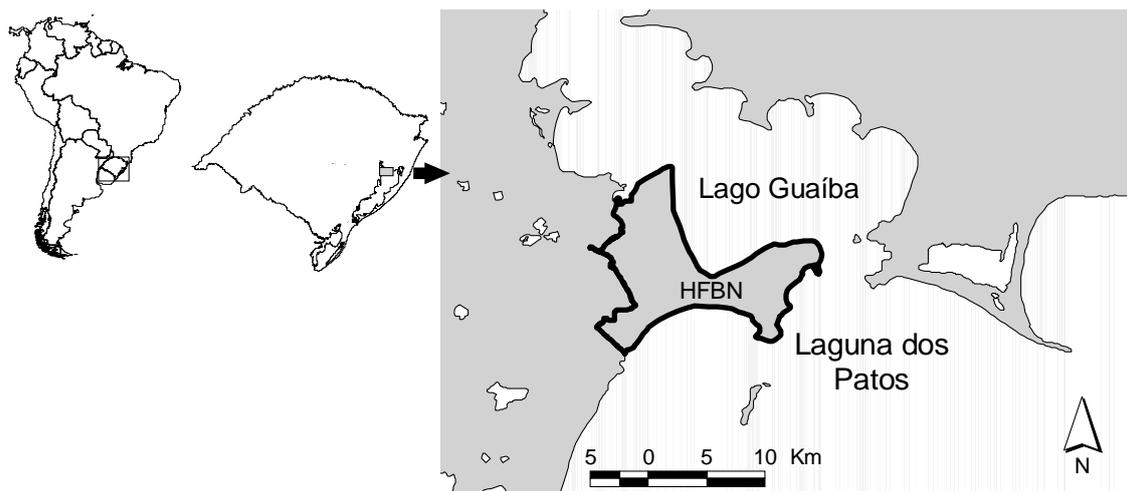


Figura 1. Localização do Horto Florestal Barba Negra (HFBN), no município de Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil, onde foi realizado o estudo da composição do sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna*.

2.2. Delineamento amostral

As atividades de campo foram realizadas entre novembro de 2008 e março de 2009, em plantios com 1111 indivíduos de *E. saligna* por hectare (aproximadamente uma árvore a cada 3m). Para que o manejo do plantio não interferisse nos resultados, foram selecionados apenas plantios nos quais os indivíduos de eucalipto fossem mudas novas plantadas e não rebrotes de árvores cortadas. Dois tipos de solo e duas idades de plantio foram avaliados. Para cada um desses tratamentos foram amostrados quatro plantios, totalizando 16 unidades amostrais (Fig. 2).

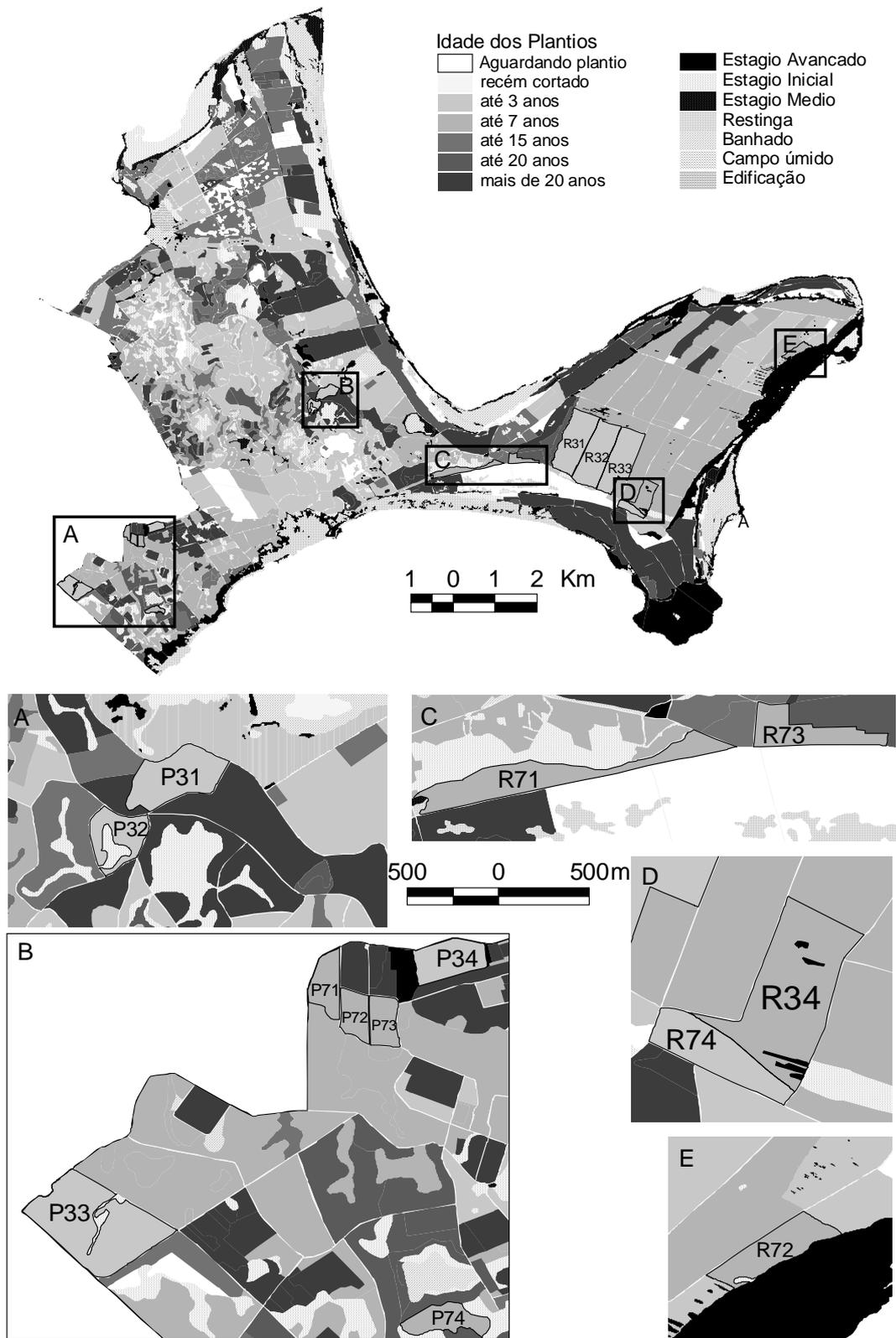


Figura 2. Localização do Horto Florestal Barba Negra, indicando os plantios de *Eucalyptus saligna* estudados e o uso do solo no entorno dos mesmos. (A, B) plantios em solo argiloso; (C, D, E) plantios em solo arenoso. Símbolos: P- solo argiloso, R - solo arenoso, a dezena do número indica a idade do plantio e a unidade, o número da réplica.

A influência da granulometria do solo foi avaliada em plantios localizados em Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico e Neossolo Quartzarênico típico, denominados respectivamente como solo argiloso e arenoso. O solo argiloso local é constituído em 15% de argila, 8% de silte e 77% de areia, enquanto o solo arenoso apresenta apenas 3% de argila, 1% de silte e 96% de areia.

Foram estudados plantios de três e sete anos. Três critérios foram utilizados para a escolha dessas duas idades: a necessidade de área disponível no solo para colonização do sub-bosque, luz para a germinação ou desenvolvimento das plantas, e a facilidade de locomoção entre as árvores para realização dos levantamentos florísticos. Os plantios de três anos representam a primeira possibilidade de colonização do sub-bosque, porque no primeiro ano é feita a aplicação de herbicida na área, para priorizar o crescimento das mudas de eucalipto, e no segundo ano os ramos das árvores de eucalipto ainda são baixos e chegam até o chão. No terceiro ano, os indivíduos de *E. saligna* perdem naturalmente os ramos mais basais, disponibilizando espaço e possibilitando a entrada de luz. O fim do período de colonização ocorre quando o plantio chega aos sete anos e é realizada roçada no local para facilitar a movimentação das máquinas que fazem o corte das árvores.

O levantamento florístico do sub-bosque foi realizado através de três parcelas quadradas de 25m², dispostas aleatoriamente, excluindo-se 25 m do limite externo do plantio para evitar efeitos de borda (Fig.3). Todas as entidades taxonômicas presentes nessas parcelas foram inventariadas, indiferente do tamanho ou do hábito. O material vegetal não identificado em campo foi coletado, para posterior identificação com auxílio de chaves dicotômicas, comparação com o material do Herbário do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN) e consulta a especialistas. A taxonomia das espécies baseou-se no APGIII.

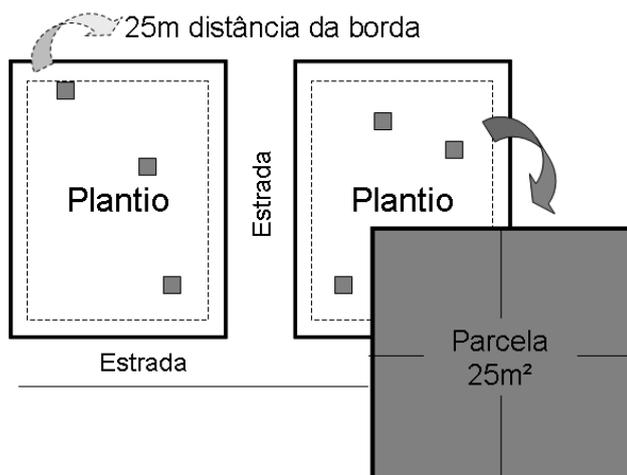


Figura 3. Delineamento amostral do levantamento florístico do sub-bosque de cultivo de *Eucalyptus saligna* no HFBN.

Outras características do solo que não a granulometria foram consideradas como fatores ambientais. Estas informações foram obtidas de dados secundários, analisados em amostras simples de 40 cm de profundidade e cerca de 200 g coletadas com trado a cada cinco hectares em todo HFBN. Nessas amostras foram avaliados os macronutrientes Al, K, Mg e P; pH e matéria orgânica (MO) para a camada de 0 à 20 cm. Para as análises estatísticas, as características do solo da unidade amostral (plantio) são dadas pela média das coletas feitas a cada cinco hectares contidas na área da mesma.

A produção de serapilheira pelos indivíduos de eucalipto foi medida em cada plantio através de quatro coletores de 1 m² de tela de polietileno com 1 mm² de abertura. Estes foram dispostos aleatoriamente excluindo-se 25 m do limite externo do plantio. Os coletores ficaram suspensos aproximadamente a 1 m do chão para diminuir umidade, evitar decomposição do material acumulado e perdas por ação de animais. Após três meses de exposição, o material acumulado no coletor foi coletado, seco em estufa a 60 °C por 72 horas e pesado em balança analítica separado em galhos, folhas e cascas.

A abertura do dossel, que nos plantios estudados é formado exclusivamente por indivíduos de eucalipto, foi avaliada através de foto hemisférica tirada no centro de cada

parcela de levantamento florístico a cerca de 1,7 m de altura. Para tanto foi utilizada lente angular de 8 mm (Fisheye Converter FC-E8 0.21x) montada em uma máquina digital Nikon Cool Pix 995. As imagens foram tratadas para retirar reflexos e analisadas através do programa Gap Light Analyzer (Frazer et al., 1999), que calcula um índice de abertura de dossel.

A disponibilidade de áreas-fonte de propágulos para a colonização do sub-bosque dos plantios foi avaliada através do programa Arcview 3.2. Levando em consideração a dimensão da área total do HFBN, o tamanho dos plantios selecionados para o estudo e as diferentes formas de dispersão das espécies encontradas no levantamento florístico, foi estabelecido um raio (buffer) de 200 m no entorno de cada plantio e calculado o percentual dessa área que era ocupada com possíveis fontes. Foram consideradas áreas-fonte de propágulos aquelas ocupadas com vegetação nativa protegida, áreas em estado avançado ou médio de regeneração, plantios com mais de 15 anos e as áreas abertas de campo e pastagem vizinhas ao HFBN.

Foram medidos também com o programa Arcview 3.2 o tamanho dos plantios selecionados e a menor distância euclidiana entre as unidades amostrais, para retirar o efeito do tamanho e da distância do efeito do solo e da idade do plantio na composição de espécies vegetais do sub-bosque.

2.3. Análises dos dados

Foi gerada uma matriz de presença ou ausência de espécies. Como as parcelas de levantamento florístico eram subamostras, as espécies das parcelas de um mesmo plantio foram somadas para assim caracterizar a unidade amostral. A fim de reduzir o ruído das espécies raras, espécies que ocorreram em apenas um plantio foram retiradas

das análises dos dados para aumentar a interpretabilidade dos resultados (McCune e Grace, 2002).

2.3.2. Relações entre a vegetação e os tipos de solo e as idades do plantio

Para investigar se existe diferença na riqueza de espécies vegetais do sub-bosque entre os fatores avaliados (tipo de solo e idade do plantio), foi realizada análise de variância de dois fatores via testes de aleatorização com 10000 permutações (Pillar e Orlóci, 1996). A medida de semelhança adotada foi distância euclidiana, considerando $p=0,05$ como nível de significância. Da mesma forma foi avaliado se existia diferença entre os fatores para cada um dos hábitos das espécies encontradas e no número de espécies encontradas para as quatro famílias mais ricas.

Para trabalhar com a matriz de composição (dados de presença ou ausência de espécies nos diferentes tratamentos), foi realizada uma padronização pelos valores esperados via totais marginais - ajuste duplo (Legendre & Legendre, 1998), devido ao grande número de ausência de espécies. A similaridade entre os tratamentos foi medida através da distância euclidiana entre unidades amostrais. Como análise exploratória para evidenciar diferenças entre os tratamentos, foi realizada uma análise de coordenadas principais (PCoA) dos plantios segundo as espécies vegetais encontradas.

Diferenças na composição de espécies entre os tipos de solo e idade foram avaliadas através de análise de variância multivariada, via testes de aleatorização com 10000 permutações (Pillar e Orlóci, 1996). A medida de semelhança adotada foi distância euclidiana, considerando $p=0,05$ como nível de significância.

Visando retirar a interferência do efeito do tamanho do plantio do efeito do solo e da idade do plantio na composição, foi realizado um teste de Mantel parcial. Outro teste de Mantel parcial foi realizado para retirar o efeito da distância entre unidades amostrais do efeito dos fatores analisados. Para isso foram utilizadas três matrizes: (1) a

matriz de similaridade de Jaccard das espécies encontradas nos plantios; (2) a similaridade de Gower para os tratamentos de tipo de solo e idade do plantio; e (3) a matriz de similaridade de distâncias entre plantios. Para obter esta, as medidas de menor distância euclidiana entre plantios calculadas no programa Arcview foram padronizadas pela maior distância e esse valor foi subtraído de um. Todas as análises foram realizadas no programa MULTIV versão 2.6.3 (Pillar, 2006).

2.3.3. Relações da composição florística com os fatores ambientais

Diferenças dos fatores ambientais entre os tratamentos foram testadas no programa MULTIV através de análise de variância de dois fatores independentes via testes de aleatorização com 10000 permutações, utilizando distância euclidiana como medida de semelhança e $p=0,05$ como nível de significância.

Os fatores ambientais de solo, produção de serapilheira, abertura de dossel, área-fonte de propágulos e tamanho do plantio foram submetidas à análise de correlação com a matriz de espécies através da função `bioenv` do pacote `Vegan` versão 1.17 (Oksanen et al., 2009) no programa R versão 2.10.1 (R Development Core Team, 2009). Aquelas variáveis ambientais mais fortemente correlacionadas foram utilizadas para a Análise de Correspondência Canônica (CCA) no mesmo programa R.

3. Resultados

3.1 Vegetação do sub-bosque dos plantios de *E. saligna*

O levantamento florístico realizado nas 48 parcelas (1200 m²) revelou a presença de 218 entidades taxonômicas no sub-bosque do plantio de *E. saligna*. Desse total, 188 (86%) foram identificadas em nível específico. A grande maioria são espécies nativas, sendo que apenas cinco espécies (2,7% do total identificado) são exóticas. Das 30 morfoespécies restantes, dez (5%) foram identificadas até o gênero, treze (6%) até família e sete (3%) foram enquadradas na categoria de morfotipo (Apêndice A).

Das 218 entidades taxonômicas encontradas, 110 foram encontradas apenas em uma unidade amostral. Das 108 espécies que estavam presentes em mais de um plantio, cerca de 24% foram exclusivas de um tratamento nove por cento foram comuns a todos os tratamentos (Fig. 4). O solo argiloso apresentou maior percentual de espécies compartilhadas (23,1%) em relação ao solo arenoso (7,4%) e o percentual de espécies comuns para os plantios de mesma idade foi em torno de cinco por cento. Quando comparados em relação ao número de espécies, o solo argiloso apresentou maior riqueza que o solo arenoso ($p=0,0004$). Não houve diferença de riqueza entre as idades ($p=0,6586$) e na interação dos fatores ($p=0,8693$) (Fig.5).

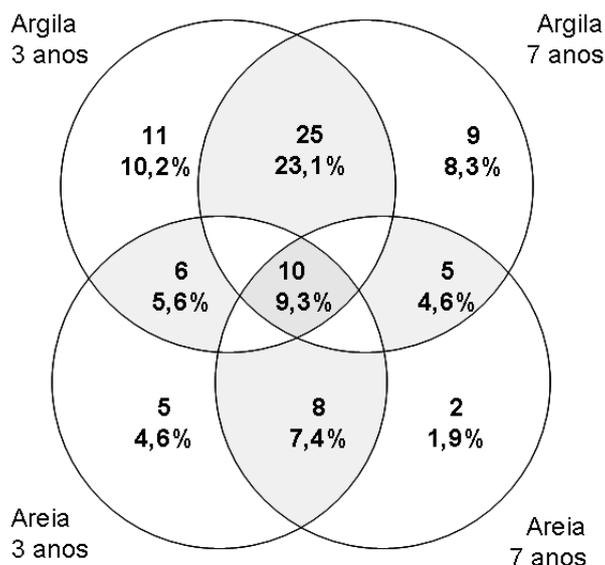


Figura 4. Espécies exclusivas e compartilhadas por tratamento no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN. As 28 espécies (13%) restantes que ocupariam as intersecções entre três círculos não foram incluídas no diagrama para facilitar a visualização dos resultados.

Riqueza de espécies em cada tratamento

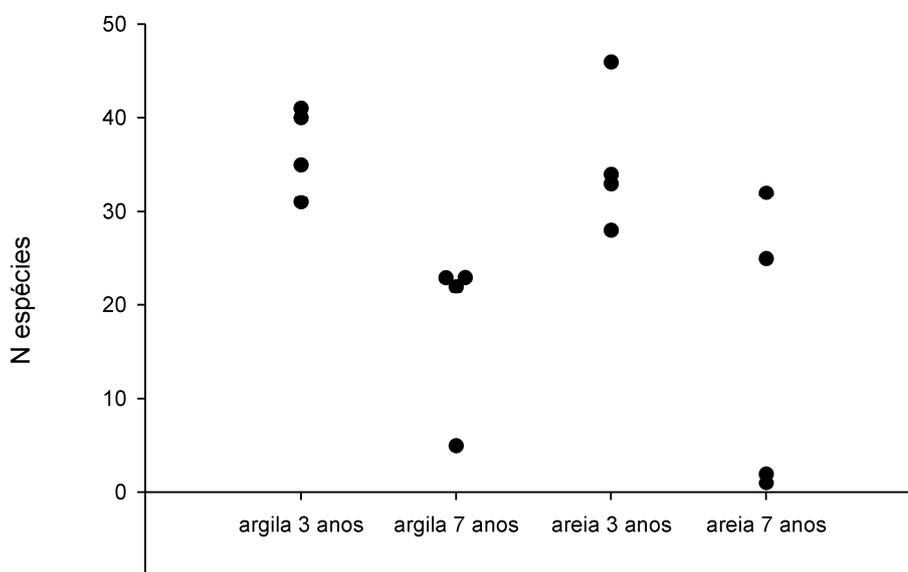


Figura 5. Riqueza de espécies presentes em plantios de *Eucalyptus saligna* de três e sete anos nos solos argiloso e arenoso no HFBN. O solo argiloso é mais rico que o arenoso ($p=0,0004$) e não existe diferença entre as idades ($p=0,6586$). Os pontos representam as unidades amostrais.

As 108 espécies encontradas em mais de um plantio estavam divididas em 41 famílias. Poaceae (15% das espécies), Asteraceae (12%), Solanaceae (6%) e Myrtaceae (5%) foram as mais ricas em espécies.

As famílias Asteraceae, Poaceae e Solanaceae apresentaram maior número de espécies nos plantios de solo argiloso (Fig.6). Foram encontradas 11 vezes mais espécies de Asteraceae ($p=0,0006$), o dobro de espécies de Poaceae ($p=0,0242$) e o triplo de espécies de Solanaceae ($p=0,0297$) nos plantios de solo argiloso. As diferenças no número de espécies dessas famílias e a interação entre os fatores solo e idade não foram significativas. O número de espécies de Myrtaceae não se alterou significativamente entre os tipos de solo e as idades do plantio (Tab.1).

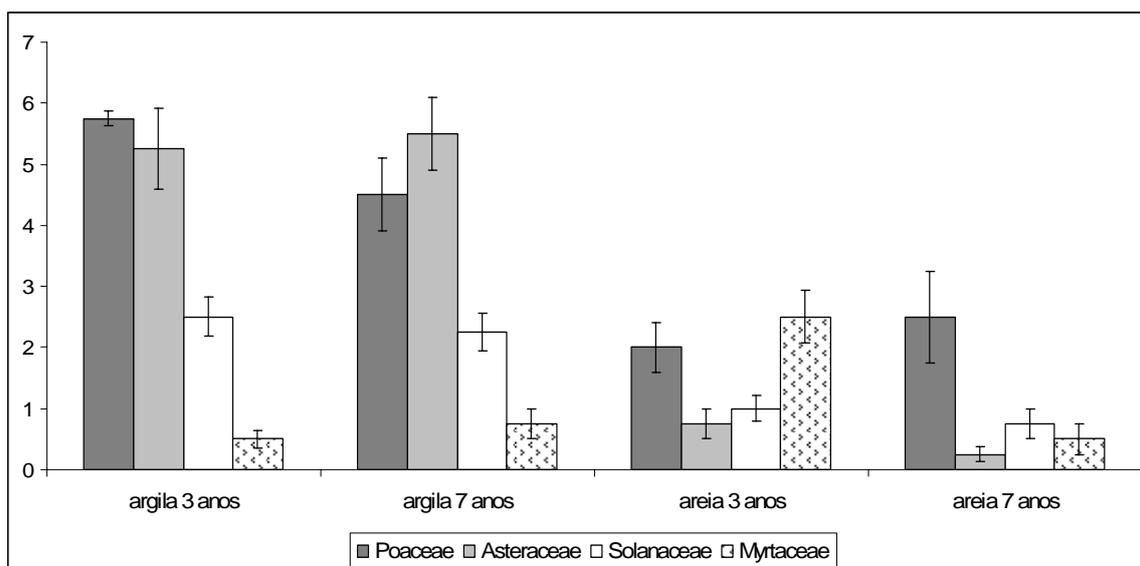


Figura 6. Número médio de espécies encontradas nas quatro famílias mais ricas em cada tratamento no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN. As barras representam o erro padrão.

Tabela 1. Média do número de espécies encontrado nas quatro famílias mais ricas e resultado das ANOVAs comparando os fatores tipo de solo e idade do plantio quanto ao número de espécies encontrado.

	média argila	média areia	p solo	média 3 anos	média 7 anos	p idade	p interação
Poaceae	5,1	2,3	0,024*	3,5	3,9	0,817	0,417
Asteraceae	5,4	0,5	0,001*	3,0	2,9	1,000	0,713
Solanaceae	2,4	0,9	0,030*	1,8	1,5	0,810	1,000
Myrtaceae	0,6	1,5	0,258	1,5	0,6	0,264	0,080

As ervas são a forma de vida dominante (61%), seguidas de árvores (19%), trepadeiras (13%) e arbustos (6%). O número de espécies herbáceas foi significativamente maior nos plantios de solo argiloso ($p=0,0004$) (Fig.7). Nenhum hábito variou significativamente com a idade do plantio (Tab.2). O número de espécies arbustivas foi pequeno e variou significativamente entre todos os tratamentos ($p=0,0025$)

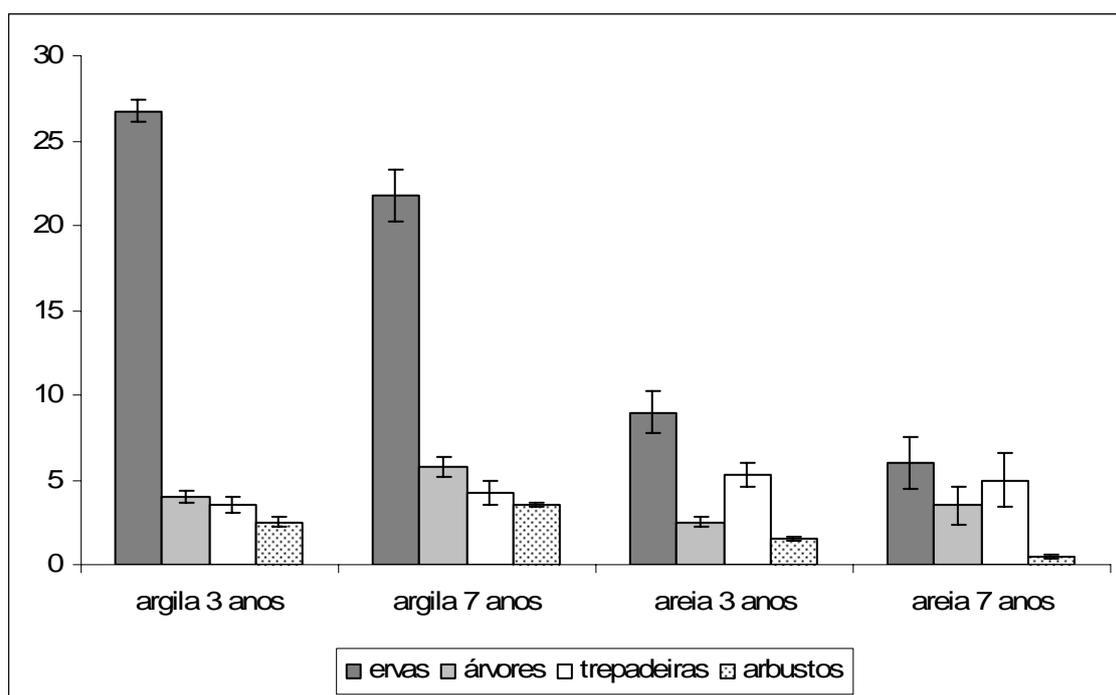


Figura 7. Comparação por tratamento da média e erro padrão do número de espécies por tipo de hábito encontradas no sub-bosque de plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN.

Tabela 2. Média do número de espécies encontrado nos quatro hábitos e resultado das ANOVAs comparando o os fatores tipo de solo e idade do plantio quanto ao número de espécies encontrado.

	média argila	média areia	p solo	média 3 anos	média 7 anos	p idade	p interação
ervas	24,3	7,5	0.0004*	17,9	13,9	0,1517	0,7109
árvores	4,9	3,0	0.2001	3,3	4,6	0,3573	0,7862
trepadeiras	3,9	5,1	0.5838	4,6	4,4	0,9526	0,9359
arbustos	3,0	1,0	0.0053	2,0	2,0	0,0452	0,0025*

A ordenação das unidades amostrais de acordo com a composição das espécies presentes em mais de um plantio separou, através do eixo 1 (explicação de 18%), os plantios sobre solo argiloso daqueles sobre solo arenoso (Fig.8). O eixo 2 (11%) tende a

separar as unidades pelo ano do plantio. As espécies correlacionadas negativamente com o primeiro eixo estavam presentes preferencialmente em plantios de solo de menor granulometria, enquanto que aquelas correlacionadas positivamente com o mesmo eixo, ocorreram mais em solo de maior granulometria. Apenas duas espécies foram correlacionadas com o eixo 2. *Polypodium lepidopteris* (Langsd. & Fisch.) Kunze ocorreu em todos os tratamentos, preferencialmente em solo arenoso e *Chamaecrista flexuosa* (L.) Greene ocorreu apenas em plantios de solo arenoso.

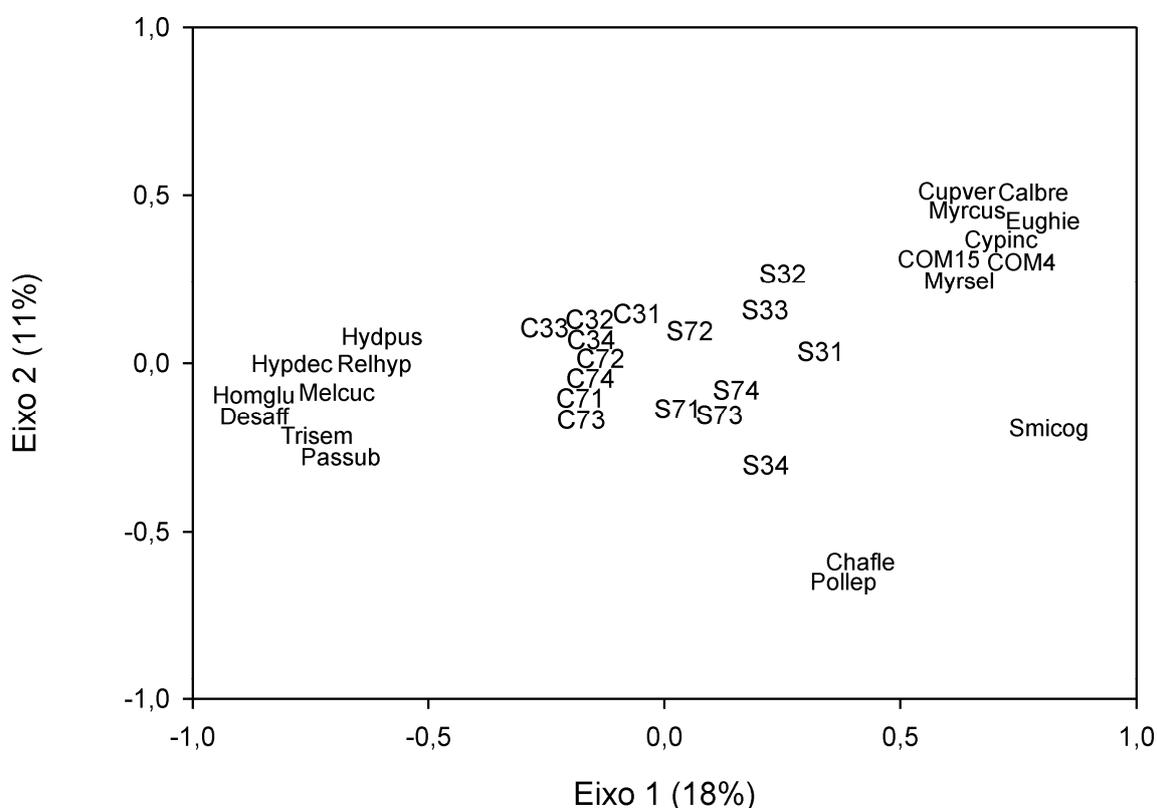


Figura 8. Diagrama de ordenação dos 16 plantios, obtido pela análise de coordenadas principais, utilizando o ajuste duplo da presença e ausência de espécies e distância euclidiana como medida de semelhança. São ilustradas no diagrama as espécies com correlação com os eixos $\rho \geq 0,6$. Símbolos: C (Clay) - solo argiloso, S (Sandy) - solo arenoso, a dezena do número indica a idade do plantio e a unidade, o número da réplica. Para siglas das espécies veja Apendice 1.

A análise de variância multivariada dos dados confirma as tendências apresentadas na PCoA e demonstra que existe diferença na composição de espécies do

sub-bosque, tanto para solo ($p=0,0002$) como para idades ($p=0,0229$). A interação entre fatores não foi significativa ($p=0,1449$).

Tanto o tamanho do plantio como a distância entre os plantios foram correlacionados com a matriz de composição (respectivamente $\rho=-0,30$; $p=0,0288$; $\rho=0,32$, $p=0,0006$). Quando o efeito dessas duas variáveis foi retirado do efeito do tipo de solo e da idade do plantio via Mantel parcial, apenas solo continua apresentando correlação significativa com a composição de espécies (sem o efeito do tamanho $\rho=0,61$; $p=0,0002$; sem o efeito da distância $\rho=0,56$, $p=0,0002$).

3.2 Relações entre composição florística e fatores ambientais

Os valores encontrados para cada variável ambiental avaliada podem ser observados na Tabela 3 e diferenças entre os tratamentos são evidenciados na Tabela 4. O pH do solo dos plantios variou entre 4,5 e 5,7, o que pode ser considerado uma acidez elevada à média. Houve diferença significativa na MO encontrada nos dois tipos de solo, porém ambos os percentuais de matéria orgânica podem ser considerados baixos. De uma forma geral, todos os plantios apresentaram baixa a média disponibilidade de nutrientes. A disponibilidade de magnésio e o percentual de matéria orgânica foram maiores em plantios sobre solo argiloso. Já a disponibilidade de fósforo foi maior nos plantios sobre solo arenoso.

A produção total de serapilheira durante o verão apresentou diferenças entre os talhões, sendo em média de 151g. As folhas constituíram a maior parte desse material em todos os tratamentos. A produção de folhas foi maior em solo argiloso e cascas e galhos foram os únicos fatores ambientais que se diferenciaram entre os tratamentos de idade, sendo produzidos em maior quantidade em plantios de sete anos (Tab. 4).

A abertura do dossel variou entre 10 e 22%, o que representa um dossel fechado. Diferenças não puderam ser observadas para o tipo de solo e para a idade do plantio (Tab.4). O mesmo ocorreu para o percentual de área-fonte de propágulos no raio de 200 m do talhão, que teve grande variação, de 2% a 70%. O tamanho do plantio foi a única variável ambiental cuja interação entre fatores foi significativa

O subconjunto de fatores ambientais selecionado pelo bioenv foram Magnésio, pH, produção de folhas e de galhos, abertura do dossel e tamanho do plantio (correlação conjunta de 0,76). Os resultados da CCA mostraram que as variáveis ambientais mais importante para separar os plantios sobre solo argiloso e arenoso (eixo 1) foram Mg e produção de galhos e para o eixo 2, pH e produção de folhas. Essa ordenação indica que as espécies de solo argiloso estão num ambiente que tende a disponibilizar mais nutrientes, pois estão associados a valores mais altos de Mg e de produção de serrapilheira.

Indivíduos de *Polypodium lepidopteris* (Langsd. & Fisch.) Kunze e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs (Euphorbiaceae), espécies que ficaram correlacionadas negativamente com o eixo 2, ocorreram em todos os tratamentos, porém preferencialmente em solo arenoso. As espécies correlacionadas com o solo argiloso são em sua maioria ervas e trepadeiras. A gramínea *Homolepsis glutinosa* (Sw.) Zuloaga & Soderstr., mais comum em locais sombreados, está na direção oposta da variável abertura de dossel na CCA. Ela foi encontrada em todos os plantios sobre solo argiloso e no S72 (plantio em solo arenoso de sete anos), que foi a unidade amostral de solo arenoso que ficou mais próxima daquelas de solo argiloso.

Tabela 3. Características do solo, produção de serapilheira, abertura de dossel, área do entorno fonte de propágulos e tamanho dos plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN. Abreviaturas dos plantios: Símbolos: C (Clay) - solo argiloso, S (Sandy) - solo arenoso, a dezena representa a idade do plantio e a unidade, o número da réplica

	plantio	C31	C32	C33	C34	C71	C72	C73	C74	S31	S32	S33	S34	S71	S72	S73	S74
Granulometria	Argila (%)	12	14	16	20	17	14	18	15	4	4	2	6	6	0	2	6
	Silte (%)	11	15,69	7,51	6,9	6,6	8	2,1	6,3	0	0	0,24	0	0	2,72	3,25	0
	Areia fina (%)	13	11,75	12,94	22,1	21,8	13	14,7	17,4	2,46	3,9	3,5	3,66	7,37	8,77	2,96	2,38
	Areia grossa (%)	64	58,56	63,55	56,8	56,2	65	68,3	64	95,5	93	94,27	93,6	89,3	88,51	91,79	94,56
Físico - Químicos	Al (cmolc/dm ³)	0,8	1,06	0,7	0,18	0,14	1,01	0,57	0,08	0,71	0,66	1,28	0,04	0,03	0,31	0,42	0,42
	Ca (cmolc/dm ³)	0,9	1,09	1,09	0,98	1,49	0,86	0,97	1,55	0,29	0,48	0,51	0,96	2,03	0,43	0,65	0,45
	K (mg/dm ³)	16	27,61	42,8	31	31	21	36	30	29,1	15,2	12,1	17,9	13,7	28,22	13,1	44,8
	Mg (cmolc/dm ³)	0,4	0,4	0,43	0,25	0,41	0,13	0,29	0,33	0,13	0,16	0,16	0,21	0,22	0,14	0,1	0,16
	P (mg/dm ³)	1,3	2,8	6,2	4,61	3,72	4,25	12,12	5,5	8,9	9,5	6,7	18,1	10,3	8,4	8,8	9,5
	MO (%)	1,2	1,27	1,03	1,09	1,23	1,36	2,19	1,22	0,81	0,94	1	1,26	1,47	0,78	0,74	0,82
	pH	4,9	4,7	4,96	5	5,09	4,76	4,51	5,3	4,62	4,68	5,08	5,67	5,57	4,89	5,15	4,97
Serapilheira	casca (g)	22,55	7,4	10,76	16,4	28,3	32,1	59,84	47,5	7,69	5,62	2,58	4,14	20,3	47,14	0	26,31
	folhas (g)	214,8	87,5	143,5	185,8	89,67	112	224,9	120	163	80,5	38,02	4,14	31,1	108,48	0	88
	galhos (g)	16,23	19,53	31,33	21,63	48,47	30,9	55,93	30,4	11,7	10,2	14,78	2,28	16,7	25,83	0	47,82
abertura do dossel (%)		16,4	10,43	14,33	14,19	14,28	14,4	11,85	11	13,3	13,6	14,42	17	21,9	12,77	17,12	13,96
Área-fonte de propágulos (%)		36,09	34,7	50,14	70,14	51,16	39,3	9,98	14,9	44,8	16,2	8,48	21,8	50,44	42,02	71,63	1,88
Tamanho do plantio (ha)		6,266	5,411	21,371	10,503	3,334	4,851	4,186	3,581	80,641	9,503	74,871	81,864	23,443	8,035	9,628	15,815

Tabela 4. Resultados das Análises de variância de dois fatores avaliando se existe diferença entre os dois tipos de solo e as duas idades de plantio quanto aos fatores ambientais avaliadas nos plantios de *Eucalyptus saligna* no HFBN.

Variável Ambiental	SS solo	P solo	SS idade	P idade	SS interação	P interação
Al	0,028	0,670	0,375	0,124	0,020	0,723
Ca	0,612	0,097	0,284	0,264	0,016	0,821
K	234,780	0,161	42,608	0,528	38,844	0,564
Mg	0,116	0,003**	0,008	0,268	0,005	0,390
P	98,506	0,009**	1,254	0,712	17,808	0,290
MO	0,480	0,036*	0,092	0,405	0,162	0,227
pH	0,124	0,308	0,025	0,625	0,012	0,754
Folhas	27627,000	0,011*	1280,700	0,536	43,001	0,918
Cascas	771,170	0,039*	2123,400	0,002**	85,193	0,479
Galhos	978,440	0,021*	1030,100	0,021*	40,960	0,630
Abertura do dossel	18,555	0,130	0,761	0,760	7,798	0,320
Área-fontes de propágulos	0,124	0,308	0,025	0,625	0,012	0,754
Tamanho do plantio	3730,100	0,0089**	958,200	0,0217*	1647,500	0,043*

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$. SS= Soma de Quadrados

Tabela 5. Comparação da riqueza e composição das espécies encontradas no sub-bosque dos plantios de *Eucalyptus saligna* do HFBN com levantamentos florísticos realizados próximos à região do horto. Nas colunas são indicados: referência, município do estudo, hábito das espécies inventariadas, método utilizado, área total levantada, riqueza de espécies, discriminando o número de espécies identificadas (S) e não identificadas (NI); número de espécies do mesmo hábito em comum com o presente estudo (N comum) e percentual de espécies em comum (% comum).

Referência	Município	Hábito	Método	Área levantada	S (+NI)	N comum	% comum
Carneiro e Irgang, 2005	General Camara	Ruderais (ervas, arbustos e trepadeiras)	levantamento	-	293 (8)	46/149	31
Schneider e Irgang, 2005	Não me toque	Ruderais (ervas, arbustos e trepadeiras)	levantamento	10 Km x 5m	235 (9)	32/149	21
Ferreira e Setubal, 2009	Sto Antonio da Patrulha	Campestre (ervas, arbustos e trepadeiras)	caminhamento	-	118 (5)	29/149	19
Boldrini et al. 2008	Osório	arbóreas (ervas, árvores, arbustos e trepadeiras)	caminhamento	10 ha	176 (7)	41/166	25
Buss et al., 2009	Viamão	árvores	parcelas circulares de 3m de raio DAP \geq 10 cm	12091 m ²	70 (0)	17/39	44
Bergamin e Mondin, 2006	Barra do Ribeiro	árvores	caminhamento, DAP \geq 5cm	-	60 (0)	19/39	49
Balbuena e Oliveira, 2000	S. Jerônimo e Arroio dos Ratos	árvores	parcelas 10 m x20 m, DAP \geq 10 cm	-	47 (0)	12/39	31
Este trabalho	Barra do Ribeiro	ervas árvores arbustos trepadeiras NI	parcelas quadradas de 5m ²	1200 m ²	117 (16) 39 (2) 10 (0) 22 (8) 4	-	-

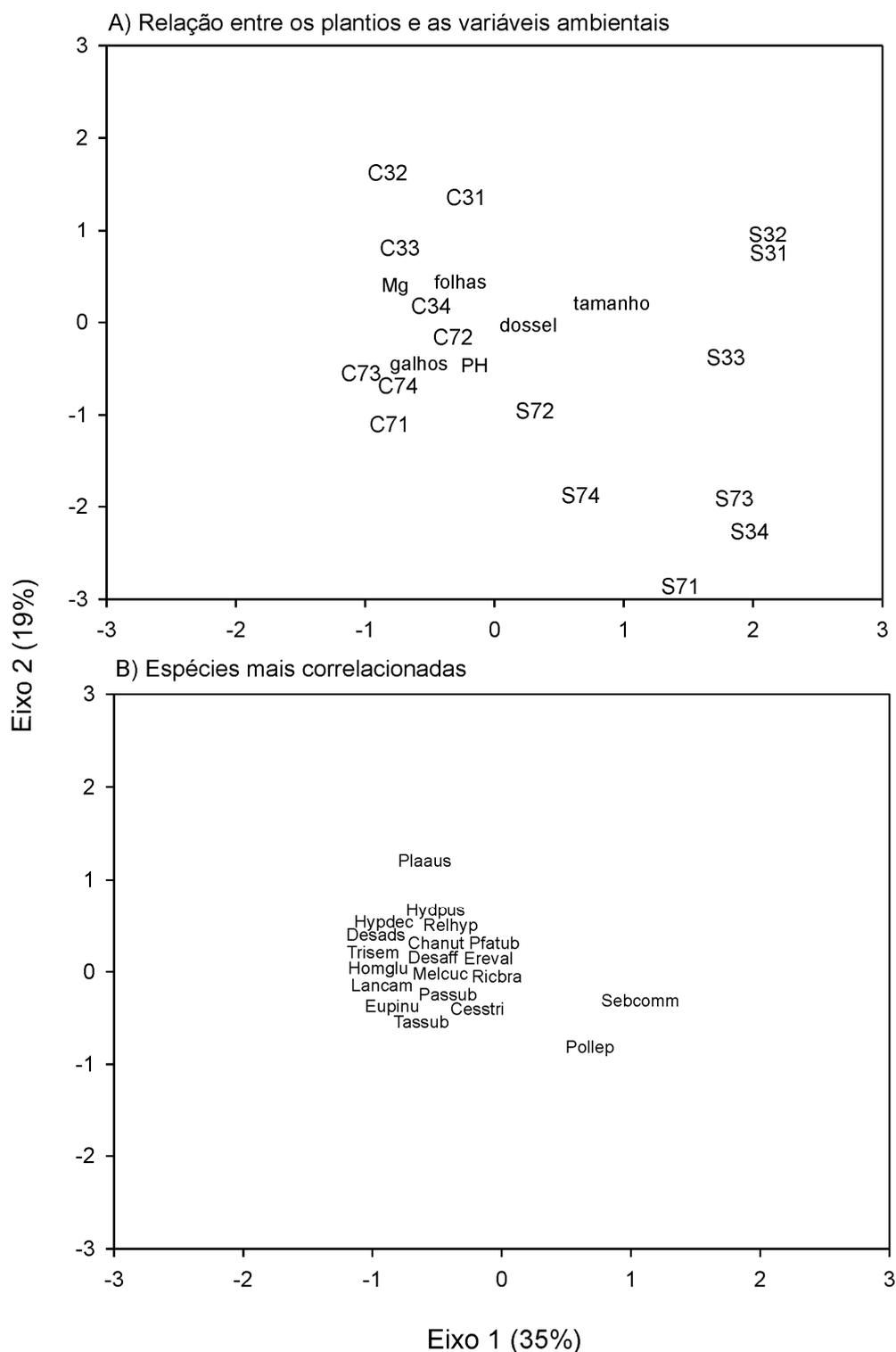


Figura 9. Diagrama da análise de correspondência canônica (CCA) para mostrar a relação entre (A) os fatores ambientais e os 16 plantios e (B) as 19 espécies encontradas no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* no HFBN mais fortemente correlacionadas com os eixos ($p \geq 0,6$). Símbolos: C (Clay)- solo argiloso, S (Sandy) - solo arenoso, a dezena do número indica a idade do plantio e a unidade, o número da réplica. Para siglas das espécies veja Apendice 1.

4. Discussão

Existem diversos fatores espaciais e temporais que podem explicar padrões de riqueza de espécies. Townsend et al. (2006) discutem esses padrões através da partição de recursos entre espécies em um esquema simplificado de ocupação de nichos. O maior número de espécies é explicado em quatro modelos: a riqueza pode ser alta devido a uma maior variação na quantidade de recursos, maior especialização das espécies, maior sobreposição de nichos ou devido à exploração total dos recursos (maior saturação da comunidade).

Em locais perturbados, a sequência típica da sucessão da vegetação em locais de vocação florestal é ocupação do local por ervas anuais, seguidas de perenes herbáceas, arbustos, árvores sucessionais iniciais e por último, as árvores sucessionais tardias (Townsend et al., 2010). A sobrevivência das plantas do início da sucessão depende da dispersão das mesmas para outros locais perturbados, pois elas não conseguem subsistir em competição com as tardias, devido à competição por recursos tais como espaço e luz.

O número de espécies que ocupou o sub-bosque dos plantios de eucalipto no HFBN foi surpreendente e está bastante próximo da riqueza encontrada em estudos realizados na região (Tab. 5). As herbáceas somam o maior número de espécies encontradas, mas o número de árvores também é relativamente grande.

A composição de espécies encontrada no HFBN possui baixo percentual de semelhança com os levantamentos de municípios próximos (Tab.5). Essa diferença pode ser atribuída à metodologia utilizada nas diferentes pesquisas, bem como a influencias locais (como banco de sementes), do entorno dos plantios (chuva de sementes) e ao próprio habitat fornecido pela floresta industrial de árvores de eucalipto.

4.1. Tipo de solo e idade do plantio

O tipo de solo foi importante para determinar tanto a riqueza como a composição de espécies. Três plantios do solo arenoso (S34, S71 e S73) apresentaram um número bastante baixo de espécies em relação às demais unidades amostrais. Isso contribuiu para evidenciar a diferença de riqueza entre os dois tipos de solo. Estes plantios apresentaram baixa disponibilidade de nutrientes e as menores somas de produção de serapilheira, o que pode estar indicando um ambiente desfavorável não apenas para as espécies do sub-bosque, mas também para as árvores cultivadas.

A maioria das unidades amostrais de solo argiloso está próxima da área de pastagem que faz divisa com o HFBN. Esses plantios apresentaram maior número de ervas do que aqueles localizados em solo arenoso, principalmente das famílias Poaceae e Asteraceae. A área de pastagem pode ter sido a principal fonte desses propágulos. Essas herbáceas foram importantes para diferenciar os dois tipos de solo tanto na riqueza como na composição, evidenciando a importância de áreas-fonte de propágulos para a colonização do sub-bosque dos plantios com espécies nativas.

Embora o número de espécies encontrado em solos arenosos seja menor do que em solos argilosos, tratam-se de espécies adaptadas a um ambiente desfavorável, que são pouco abundantes ou inexistentes em locais onde a disponibilidade de recursos é maior. Por exemplo, *Handroanthus pulcherrimus* (Sandwith) S. O. Grose, Bignoniaceae, conhecida como ipê-de-praia, é seletiva xerófila, heliófila e comum em solo arenoso da restinga litorânea (Sandwith e Hunt, 1974). Essa espécie ocorreu apenas em plantios sob solo arenoso e nos levantamentos de comunidades florestais feitos na região, é registrada na Planície Costeira e sua ocorrência diminui em direção ao interior

do continente. Por isso, a composição é mais importante que a riqueza de espécies para avaliar a contribuição de uma determinada área para a conservação.

Pode-se observar que as espécies que ocorreram em um maior número de plantios de solo arenoso também ocorrem, em menor frequência, nos plantios de solo argiloso. Isso indica que as espécies de solo arenoso são menos seletivas. Um exemplo é a *Sebastiania commersoniana*. Essa espécie é descrita como indiferente ao tipo de solo. Ela ocorre em todas as formações florestais do Rio Grande do Sul, o que demonstra a grande plasticidade dessas espécies e provável facilidade de adaptação a ambientes menos favoráveis. Provavelmente no solo arenoso elas ocupam um habitat disponível, no qual outras espécies, como as que só foram registradas no solo argiloso, têm dificuldade de se estabelecer. Já no solo argiloso, que tem maior disponibilidade de recursos, elas ocorrem com menor frequência, porque a competição deve ser maior.

Há diversos mecanismos de competição: de consumo, de ocupação, de crescimento, químico, territorial e de encontro (Schoener, 1983). A ocorrência desses mecanismos depende das capacidades dos organismos envolvidos e dos habitats nos quais eles ocorrem. O solo arenoso pode representar um ambiente que seleciona espécies adaptadas para sobreviver com baixa oferta de recursos. Já o solo argiloso, possui maior capacidade de suporte e aquelas espécies adaptadas ao solo arenoso teriam facilidade em colonizar um solo rico em recursos, mas a competição por esses recursos por um grande número de espécies faz com que elas se tornem menos frequentes nesse tipo de solo. Assim, a competição acaba sendo um importante mecanismo para determinar a composição de espécies

Segundo Brockerhoff et al. (2008) plantios mais velhos possuem maior heterogeneidade espacial e vertical, camada orgânica do solo mais desenvolvida, maior quantidade de matéria orgânica no chão da floresta, condições de luz mais favoráveis e

maior ocorrência de facilitação interespecífica. Por isso, eles fornecem um habitat mais favorável para espécies nativas do que plantios mais jovens. No presente estudo elementos estruturais dos indivíduos da cultura, como altura da árvore, diâmetro do tronco e proporção da copa em relação à altura não foram avaliados, mas é possível observar que esses fatores variam entre os plantios de três e sete anos. Possivelmente as mudanças que ocorrem nesses quatro anos não sejam suficientes para alterar a riqueza e composição de espécies vegetais do sub-bosque e o tipo de solo seja um fator que selecione mais as espécies do sub-bosque do que as variações na estrutura da floresta plantada.

No HFBN, não foi possível detectar diferenças na riqueza e composição de espécies no sub-bosque de plantios de três e sete anos. A proximidade entre os plantios mais jovens e na idade de corte deve ter permitido a troca de propágulos, o que impediu que o efeito da idade fosse avaliado de forma isolada da distância. Entretanto, do ponto de vista da conservação, a similaridade na riqueza e composição de plantios de idades diferentes mostra que as parte das espécies está transitando pelo cultivo independentemente da idade da floresta industrial. Por isso, não apenas áreas de floresta nativa ou plantios muito antigos são áreas-fonte de propágulo, mas também os plantios mais jovens.

4.2. Conservação de espécies nativas em plantios de E. saligna

Florestas industriais são consideradas menos importantes que florestas nativas para a conservação da biodiversidade, devido ao seu intensivo manejo silvicultural e estrutura e composição simplificada (Hartley, 2002). No entanto, elas podem oferecer um habitat alternativo mesmo para algumas espécies ameaçadas ou em perigo de extinção (exemplos em Brockerhoff et al., 2008).

No levantamento da vegetação do sub-bosque dos plantios de *E. saligna* do HFBN foram amostrados em todos os tratamentos, indivíduos de butiá (*Butia capitata*, Arecaceae), desde plântulas até indivíduos de 2,7m. Essa espécie está incluída na categoria em perigo na lista da Flora Nativa Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul (Decreto 42.099 de 31 de dezembro de 2002). A semente do butiá pode levar até 24 meses para germinar (Carpenter, 1988, Broschat, 1998) e a produção de frutos pode começar no terceiro ou quarto ano de vida da planta, mas algumas levam até 10 anos para frutificarem (Buttow *et al.*, 2009). Ainda que os indivíduos sofram danos ou sejam suprimidos durante o corte do plantio, aquelas palmeiras que se estabelecerem no sub-bosque do plantio podem ter tempo suficiente para frutificar. Dessa forma, os cultivos não impediriam a propagação do butiá.

A trepadeira *Passiflora elegans* (Passifloraceae), que está incluída como vulnerável na lista citada acima, foi constatada nos dois tipos de solo. Essa espécie ocorre em bordas de matas e áreas relativamente antropizadas (Mäder *et al.*, 2009), mas foi incluída como vulnerável devido a sua distribuição geográfica reduzida.

O fato de o butiá, bem como outras espécies frutíferas e zoocóricas, estarem presentes no sub-bosque dos plantios, indica que a fauna está utilizando o local, ainda que seja apenas para trânsito. A fauna é essencial para a dispersão de propágulos entre remanescentes próximos, contribuindo para a regeneração florestal em áreas degradadas (Parrotta *et al.*, 1997, Wunderle Jr., 1997). A atração da fauna através de espécies como o butiá, aumenta não só a diversidade de plantas nos plantios, como também a de animais, pois a mudança na composição florística pode propiciar recursos necessários para espécies especialistas que antes não conseguiam ocupar os cultivos de eucalipto.

Distúrbios são muito mais frequentes e intensos em florestas plantadas, devido ao processo de preparo da terra para o plantio, uso de herbicidas, podas em algumas

culturas e preparo para colheita, além da própria colheita que é um distúrbio grande em extensão, podendo ocorrer na escala de paisagem (Pawson *et al.*, 2008). Esses distúrbios são conhecidos por facilitarem o estabelecimento de espécies invasoras (Hobbs e Huenneke 1992, Lozon e MacIsaac, 1997).

Ostertag *et al.* (2008) realizaram um estudo da colonização de plantios de *E. saligna* no Hawaii e constataram que ocorria dominância de espécies exóticas no sub-bosque. Por isso, concluíram que os plantios não contribuíam para a regeneração de espécies nativas.

No presente trabalho a grande maioria das espécies presentes no sub-bosque do cultivo de *E. saligna* é nativa, apenas cinco espécies (2,7% do total identificado) são exóticas. Embora Meffe e Carroll (1994) apontem a invasão de espécies exóticas como a segunda maior causa de extinção de espécies, Gurevitch e Padilla (2004) discutem que os trabalhos que abordam esse assunto na realidade não dão provas dessa relação de causa e efeito. O que se sabe é que as exóticas causam mudanças drásticas em muitos ecossistemas e alteram as comunidades, mas a alterações do habitat, o declínio ou extinção de plantas nativas e a proliferação de plantas exóticas ocorrem simultaneamente e mais pesquisas são necessárias para entender se as espécies exóticas podem contribuir para a extinção das nativas.

Espécies generalistas e ativamente dispersas se beneficiam mais de plantios florestais em comparação com espécies raras e especialistas (Ewers e Didham, 2006). Porém, quando se trata de conservação de espécies, a possibilidade de contar com um habitat alternativo é importante também para aquelas espécies nativas que não estão ameaçadas. Ainda que grande parte dos indivíduos que ocorre no sub-bosque dos plantios de eucalipto seja perdida durante o processo de manejo para corte e novo plantio, a continuidade das espécies dentro do cultivo pode se dar tanto por rebrote

como por banco de sementes. E o fato de algumas espécies conseguirem crescer e reproduzir dentro do plantio auxilia na conservação de espécies, mesmo fora do seu ambiente nativo, porque é uma forma de manter fontes de propágulos para áreas nativas ou em regeneração no entorno das áreas utilizadas para florestas industriais.

É importante ressaltar que a presença de plantios arbóreos é mais efetivo do que áreas agrícolas para aumentar a conectividade e a biodiversidade entre fragmentos de florestas nativas (Hampson e Peterken 1998, Norton, 1998). Entretanto, pode causar grande perda de biodiversidade onde o potencial da área não é florestal, mas de vegetação aberta como campos, vegetação arbustiva ou banhados (Brockerhoff et al., 2008).

4.3. Manejo dos plantios e conservação de espécies nativas

O grande número de espécies nativas encontrado no presente trabalho ocupando o sub-bosque dos plantios de eucalipto provavelmente só é possível devido ao manejo adotado na área de estudo, onde (i) as mudas são plantadas distantes 3 m entre si; (ii) não é feito roçada ou queima do sub-bosque durante o período de seis anos de crescimento das árvores após aplicação do herbicida; (iii) resíduos resultantes do corte das árvores, como galhos, cascas e folhas, são deixados na área quando as árvores dos plantios são cortadas; (iv) os plantios são feitos em mosaicos, para diminuir a homogeneidade espacial e evitar mudanças drásticas na paisagem quando é feito o corte das árvores; e (v) áreas de vegetação nativa são mantidas e se intercalam com as áreas plantadas. Como discutido por Brockerhoff et al. (2008), quais espécies são conservadas nos plantios depende totalmente do manejo, especialmente em plantios de curta duração. Resultados semelhantes aos encontrados não podem ser esperados para áreas onde o manejo do cultivo for diferente.

Evitar o fogo e não retirar os resíduos do corte da área de cultivo pode ser essencial para a manutenção das propriedades do solo e para aumentar a capacidade de suporte de espécies nativas, uma vez que é através dessa serrapilheira que parte dos nutrientes absorvidos pelas árvores de eucalipto retornam ao solo. Evolutivamente, o gênero *Eucalyptus* se adaptou à baixa fertilidade do solo e se tornou eficiente na absorção e ciclagem de nutrientes em solos pobres (Florence, 1986). Poggiani et al. (1983) estudaram a produção de biomassa em indivíduos de *E. saligna*. A análise de 50 indivíduos de tamanhos variados retirados de um plantio de oito anos determinou que a copa representava 15% da biomassa total. Os autores verificaram que o estoque de nutrientes nas folhas era elevado, mesmo em um solo arenoso, pobre em nutrientes. Portanto, deixar e manter os resíduos do eucalipto na área significa reduzir a retirada de nutrientes do local. As folhas são importantes para fornecer nutrientes e podem facilitar a colonização do sub-bosque por espécies nativas. Os demais componentes da serrapilheira podem criar heterogeneidade ambiental (aumentar o número de microhabitats a serem colonizados) e assim aumentar a biodiversidade.

5. Conclusões

Um grande número de ervas e árvores nativas ocupa os plantios de *E. saligna*. O sub-bosque de cultivos em solos argilosos tende a apresentar maior riqueza de espécies vegetais do que em solos arenosos, porém a composição de espécies que cada tipo de solo apresenta é diferente e ambas são importantes para a conservação da biodiversidade. Não foi verificado efeito da idade do plantio na riqueza e composição da vegetação do sub-bosque. Apenas parte das espécies nativas será conservada no sub-bosque de cultivos arbóreos, pois espécies raras ou especialistas dependem de recursos

disponíveis apenas nos fragmentos nativos e apresentam dificuldades para utilizar os plantios como corredores (Ewers e Didham, 2006). Porém o grande número de espécies encontradas no cultivo de *E. saligna* reforça a compreensão de que plantios de florestas monoespecíficas podem ser utilizados pela flora e fauna nativas como habitat alternativo.

Estudos voltados para a história de vida de algumas espécies nativas importantes ecológica e econômica são necessários. Eles permitirão avaliar se o tempo de rotação dos plantios é suficiente para permitir a reprodução dos indivíduos, se ocorre a propagação dos propágulos para outras áreas, bem como se essas espécies são conservadas nos plantios a longo prazo.

6. Referências

- ABRAF, 2009. *Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2008*. ABRAF, Brasília.
- Alaback, P.B., 1982. Dynamics of understory biomass in sitka spruce—western hemlock forests of southeast Alaska. *Ecol.* 63,1932-1948.
- Balbuena, R.A., Oliveira, P.L., 2000. Estrutura e composição florística de dois fragmentos florestais na região do Baixo Jacuí, RS, Brasil. *Biotemas* 13, 23-46.
- Barlow, J, Araujo, I.S., Overal, W.L., Gardner, T.A., Da Silva Mendes, F., Lake, I., Peres, C.A., 2008. Diversity and composition of fruit-feeding butterflies in tropical *Eucalyptus* plantations. *Biodivers. Conserv.* 17, 1089-1104
- Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M., Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcolm, J.R., Martins, M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A.L., Overal, W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., da Silva Motta, C., Peres, C.A., 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *P. Natl. Acad. Sci.-Biol.* 104, 18555-18560.
- Bergamin, R.S., Mondin, C.A., 2006. Composição florística e relações fitogeográficas do componente arbóreo de um fragmento florestal no município de Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesq. Ser. Bot.* 57, 217-230.
- Berndt, L., Brockerhoff, E.G., Jactel, H., 2008. Relevance of exotic pine plantation as surrogate habitat for ground beetles where native forest is rare. *Biodivers Conserv.* 17, 1171-1185.
- Boldrini, I.I., Trevisan, R., Schneider, A.A., 2008. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. *R. bras. Bioci.* 6, 355-367.

- Bonham, K.J., Mesibov, R., Bashford, R., 2002. Diversity and abundance of ground-dwelling invertebrates in plantation vs. native forests in Tasmania, Australia. *For. Ecol. Manage.* 158, 237-247.
- Brockerhoff, E.G., Jactel, H., Parrotta, J.A.P., Quine, C.P., Sayer, J., 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiv. Conserv.* 17, 925-951.
- Brook, B.W., Sodhi, N.S., Ng, P.K.L., 2003. Catastrophic extinctions follow deforestation in Singapore. *Nature* 424, 420-423.
- Broschat, T.K., 1998. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Pindo Palm) seed germination. *HortTechnology* 8, 586-587.
- Busing, R.T., 1995. Disturbance and the population dynamics of *Liriodendron tulipifera*: simulations with a spatial model of forest succession. *J. Ecol.* 83, 45-53.
- Buss, G., Leite, L.C., Romanowski, H. P., 2009. Formações florestais do Parque Estadual de Itapuã, Rio Grande do Sul: caracterização do habitat do Bugio-ruivo (*Alouatta clamitans* CABRERA, 1940). *R. bras. Bioci.* 7, 291-304.
- Buttow, M.V., Barbieri, R.L., Neitzke, R.S., Heiden, G., 2009. Conhecimento tradicional associado ao uso de butiás (*Butia* spp., Arecaceae) no sul do Brasil. *Rev. Bras. Frutic.* 31, 1069-1075.
- Carneiro, A.M., Irgang, B., 2005. Origem e distribuição geográfica das espécies ruderais da Vila de Santo Amaro, General Câmara, Rio Grande do Sul. *Iheringia, Ser. Bot.* 60, 175-188.
- Carpenter, W.J., 1988. Seed after ripening and temperature influence in *Butia capitata* germination. *HortScience* 23, 702-703.
- Daily, G.C. 2001. Ecological forecasts. *Nature* 411, 245-245.
- Delaney, P.J.V. 1965. Fisiografia e geologia de superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação especial da Escola de Geologia UFRGS* 6, 1-105.

- Deutschman, D.H., Levin, S.A., Pacala, S.W., 1999. Error propagation in a forest succession model: the role of fine-scale heterogeneity in light. *Ecology*, 80, 1927-1943.
- Ewers, R.M., Didham, R.K., 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biol. Rev.* 81, 117-142.
- FAO, 1981. *El Eucalipto en la Repoblación Forestal*. Colección FAO Montes 11. FAO, Rome.
- FAO, 2006. Global Forest Resources Assessment 2005—Progress towards sustainable forest management. FAO, Rome.
- Ferreira, P.M.A., Setubal, R.B., 2009. Florística e fitossociologia de um campo natural no município de Santo Antonio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. *R. bras. Bioci.*, 7, 195-204.
- Fischer, J., Lindenmayer, D.B., Manning, A.D., 2006. Biodiversity, ecosystem function, and resilience: ten guiding principles for commodity production landscapes. *Front Ecol Environ* 4, 80-86.
- Florence, R.G., 1986. Cultural Problems of Eucalyptus as Exotics. *Commonw. Forest. Ver.* 65, 141-163.
- Foley, J.A., De Fries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570-574.
- FRA, 2000. *Assessing State and Change in Global Forest Cover: 2000 and Beyond*. Forest Resources Assessment Programme. Working Paper 31:10-11. FAO, Rome.
- Frazer, G.W., Canham, C.D., Lertzman, K.P., 1999. *Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices*

- from truecolour fisheye photographs, users manual and program documentation.*
Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- Geldenhuys, C.J., 1997. Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province, South Africa. *For. Ecol. Manage.* 99, 101-115.
- Gilliam, F.S., Turrill, N.L., 1993. Herbaceous layer cover and biomass in a young versus mature stand of central Appalachian hardwood forest. *B. Torrey Bot. Club* 120, 445-450.
- Guo, L.B., Sims, R.E., 1999. Litter production and nutrient return in New Zealand eucalypt short-rotation forests: implications for land management. *Agr. Ecosyst. Environ.* 73, 93-100.
- Gurevitch, J., Padilla, D.K., 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Evolution* 19, 470-474.
- Gurevitch, J., Scheiner, S.M., Fox, G.A., 2002. *The Ecology of Plants*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Hampson, A.M., Peterken G.F., 1998. Enhancing the biodiversity of Scotland's forest resource through the development of a network of forest habitats. *Biodivers. Conserv.* 7, 179-192.
- Hartley, M.J., 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *For. Ecol. Manage.* 155, 81-95.
- Hobbs, R.J., Huenneke, L.F., 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conserv Biol* 6, 324-337.
- Humphrey, J.W., 2005. Benefits to biodiversity from developing old-growth conditions in British upland spruce plantations: a review and recommendations. *Forestry* 78, 33-53.

- Humphrey, J.W., Hawes, C., Pearce, A.J., Ferris-Kaan, R., Jukes, M.R., 1999. Relationship between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. *For. Ecol. Manage.* 113, 11-21.
- Kerr, J.T., Deguise, I., 2004. Habitat loss and the limits to endangered species recovery. *Ecol. Lett.*, 7, 1163-1169.
- Lantschner, M.V., Rusch, V., Peyrou, C., 2008. Bird assemblages in pine plantations replacing native ecosystems of N.W. Patagonia, Argentina. *Biodiver. Conserv.* 17, 969-989.
- Lee, D.W., 1989. Canopy dynamics and light climates in a tropical moist decidual forest in India. *J. Trop. Ecol.* 5, 65-79.
- Legendre, P., Legendre, L., 1998. Numerical Ecology. Elsevier, New York.
- Leite, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. *Ciênc. Amb.* 24, 51-73.
- Lerner, R.H., Evebari, M., 1961. The nature of germination inhibition present in leaves of *E. rostrata*. *Physiol. Plantarum* 14, 221-229.
- López, G., Moro, M.J., 1997. Birds of Aleppo pine plantations in southeast Spain in relation to vegetation composition and structure. *J. Appl. Ecol.* 34, 1257-1272.
- Lozon, J.D., MacIsaac, H.J., 1997. Biological invasions: are they dependent on disturbance? *Environ. Ver.* 5, 131-144.
- Machado, F.P. 1950. *Contribuições ao estudo do clima do Rio Grande do Sul*. IBGE, Rio de Janeiro.
- MacLean, D.A., Wein, R.W., 1977. Changes in understory vegetation with increasing stand age in New Brunswick forests: species composition, cover, biomass and nutrients. *Can. J. Botany* 55, 2818-2831.

- Mäder, G., Lorenz-Lemke, A.P., Cervi, A.C., Brandão, L., 2009. Novas ocorrências e distribuição do gênero *Passiflora* L. no Rio Grande do Sul, Brasil. *R. bras. Bioci.* 7, 364-367.
- McCune, B., Grace, J.B., 2002. Analysis of Ecological Communities. MjM Software Design, Oregon.
- Meffe, G.K., Carroll, C.R., 2006. Principles of Conservation Biology, 3^aed., Sunderland, Sinauer Associates.
- Meira-Neto, J.A.A., Martins, F.R., Souza, A.L. 2005. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecídua em Viçosa, MG, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19, 473-486.
- Mota, F.S. 1951. Estudos do clima do Estado do Rio Grande do Sul, segundo o sistema de W. Köppen. *Rev. Bras. Geografia* 13, 275-284.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., DA Fonseca, G.A.B., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.
- Norton, D.A., 1998. Indigenous biodiversity conservation and plantation forestry: options for the future. *N. Z. For.* 43, 4-39.
- Ogden, J., Braggins, J., Stretton, K. Anderson, S., 1997. Plant species richness under *Pinus radiata* stands on the central North Island volcanic plateau, New Zealand. *N. Z. J. Ecol.* 21, 17-29.
- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Wagner, H., 2009. *Vegan R Package*. Version 1.15-3.
- Oliveira-Filho, A. T., 2009. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema - prático e flexível - ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60, 237-258.

- Ostertag, R., Giardina, C.P., Cordell S., 2008. Understory Colonization of Eucalyptus Plantations in Hawaii in Relation to Light and Nutrient Levels. *Restor. Eco.* 16, 475-485.
- Oxbrough, A.G., Gittings, T., O'Halloran, J., Giller, P.S., Smith, G.F.. 2005. Structural indicators of spider communities across the forest plantation cycle. *For. Ecol. Manage.* 212, 171-183.
- Parrotta, J.A., Turnbull, J., Jones, N., 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *For. Ecol. Manage.* 99, 1-8.
- Pawson, S., Brockerhoff, E.G. , Meenken, E., Didham, R., 2008. Non-native plantation forests as alternative habitat for native forest beetles in a heavily modified landscape. *Biodivers. Conserv.* 17, 1127-1148.
- Pell, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth. Syst. Sc.* 11, 1633-1644.
- Pillar, V.D., 2006. *MULTIV - User's Guide v.2.4*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Pillar, V.D. e L. Orlóci, L., 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *J. Veg. Sci.*, 7, 585 - 592.
- Poggiani, F., Do Couto, H.T.Z., Corradini, L., Fazzio, E.C.M., 1983. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. IPEF 25, 37-39.
- R Development Core Team, 2009. *R, a Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rambo, B., 1994. *Fisionomia do Rio Grande do sul: ensaio de monografia natural*. 3ed. UNISINOS, São Leopoldo.

- Rankin, W.T., Tramer, E.J., 2002. Understory succession and the gap regeneration cycle in a *Tsuga Canadensis* forest. *Can. J. Forest. Res.* 32, 16-23.
- Rao, N.S., Reddy, P.C., 1984. Studies on the inhibitory effects of Eucalyptus hybrid leaf extract on the germination of certain food crops. *Indian Forester* 110, 35-39.
- Richards, P.W., 1996. *The tropical rain forest: an ecological study*. 2a. ed. University Press, Cambridge.
- Ricklefs, E.R., 1996. *A economia da natureza*, third ed.. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Cowling, R.M., Fishpool, D.C., Fonseca, G.A.B., Gaston, K.J., Hoffmann, M., Long, J.S., Marquet, P.A., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller, R.W., Watts, M.E.J., Yan, X., 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428, 640-643.
- Rotherham, I., 1983. Suppression of growth of surrounding regeneration by veteran trees of Karri (*Eucalyptus diversicolor*). *Austral. For.* 46, 8-13.
- Runkle, J.R., Stewart, G.H., Veblen, T.T., 1995. Sapling diameter growth in gaps for two *Nothofagus* species in New Zealand. *Ecology* 76, 2107-2117.
- Saint-Hilaire, A. de. 1999. *Viagem ao Rio Grande do Sul: (1820-1821)*. Itatiaia, Belo Horizonte.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287, 1770-1774.

- Sandwith, N.Y., Hunt, D.R., 1974. *Flora ilustrada Catarinense: Bignoniaceas*. Itajaí.
- Sartori, M.S., Poggiani, F., Engel, V.L., 2002. Regeneração da vegetação arbórea nativa do sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. Localizado no Estado de São Paulo. *Sci. For.* 62, 86-103.
- Schneider, A.A, Irgang, B., 2005. Florística e fitossociologia da vegetação viária no Município de Não-Me-Toque, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Ser. Botânica* 60,49-62.
- Shoener, T.W., 1983. Field experiments on interspecific competition. *Am. Nat.*, 122: 240-285.
- Stallings, J.R., 1991. The importance of understorey on wildlife in a Brazilian, Eucalypt Plantation. *Rev. Bras.Zool.* 7, 267-276.
- Streck, E.V., Kämpf, N., Dalmolin, R.S.D., Klamt, E., Nascimento, P.C., Schneider, P., 2008. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre.
- The Angiosperm Phylogeny Group, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161, 105-121.
- Townsend, C.R., Begon, M., Harper, J.L., 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*, fourth ed. Blackwell, Oxford.
- Townsend, C.R., Begon, M., Harper, J.L., 2010. *Fundamentos em Ecologia*. Artmed, Porto Alegre.
- Waechter, J.L., 1985. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Com. Mus. Ciênc. PUCRS, Ser. Bot.* 33, 49-68.
- Wunderle Jr, J.M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *For. Ecol. Manage.* 99, p. 233-235.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O estudo das espécies vegetais que ocorrem nos plantios de *E. saligna* em solos argiloso e arenoso revelou um total de 218 entidades taxonômicas no sub-bosque, a grande maioria delas, nativas. Essa riqueza de espécies é surpreendente e semelhante a levantamentos realizados na região da Planície Costeira e proximidades.

As diferenças na riqueza e composição de espécies do sub-bosque entre os tipos de solo mostram que esses ambientes têm potenciais diferenciados e irão variar na sua importância para a conservação de espécies nativas. A riqueza não deve ser a única variável a ser considerada, uma vez que a análise da composição de espécies pode demonstrar que numa riqueza mais baixa estão incluídas espécies exclusivas de um determinado ambiente.

Um estudo com *E. grandis*, uma espécie próxima de *E. saligna*, encontrou alta similaridade entre a composição do sub-bosque de plantios e a floresta nativa, embora diferenças na estrutura tenham sido detectadas (Alem e Woldemarian, 2009). Isso reforça a idéia de que plantios de eucalipto podem servir de habitat alternativo para espécies nativas. No entanto, faz-se necessário conhecer o tempo que espécies de maior interesse para a conservação levam para frutificar nas condições do plantio, para que o potencial de conservação possa ser melhor discutido e assim contribuir com recomendações de manejo das áreas de silvicultura.

Considerando que é documentada a ocorrência de formações do tipo parque compostas por *Butia capitata* na região do HFBN, seria muito interessante um estudo detalhado da biologia dessa e de outras espécies de interesse de conservação no sub-bosque dos plantios de eucalipto. Seria interessante investigar:

(1) relações entre a síndrome de dispersão das espécies encontradas e os diferentes usos do solo no entorno do plantio, correlacionando assim a composição encontrado em cada unidade amostral com o tipo de propágulo que cada área do entorno potencialmente disponibilizam.

(2) se o tempo de rotação dos plantios é suficiente para permitir a reprodução dos indivíduos;

(3) se os frutos das espécies nativas presentes nos plantios são propagados para outras áreas, principalmente áreas de conservação (aumentando a variabilidade genética e a chance de sobrevivência das populações);

(4) quão importantes as espécies frutíferas são para atrair a fauna e aumentar a biodiversidade dentro dos plantios;

(5) como manejos diferenciados, tais como fogo, inclusão ou exclusão de herbívoros, poda das árvores, podem facilitar ou dificultar o aumento da biodiversidade nos plantios;

(6) acompanhar a sucessão de espécies dentro dos plantios por um período mais longo para compreender como esse processo ocorre e se a longo prazo as espécies nativas são conservadas nos plantios

Uma vez demonstrado que várias espécies nativas conseguem colonizar o sub-bosque de plantios de eucalipto, outras funções para essa árvore podem ser sugeridas. Neginhal (1980) e Evans (1982) relatam benefícios de reflorestar áreas degradadas com *Eucalyptus tereticornis* Sm. O plantio manejado em mosaicos de áreas reflorestadas e áreas abertas, fez com que muitas espécies da fauna local reaparecessem, até mesmo algumas consideradas extintas.

Segundo Van Goor (1985) o pior efeito do eucalipto não é o fato de ele ser exótico, mas o mau manejo do seu plantio, porque em termos de necessidade de

recursos ele é muito semelhante a outras espécies nativas. O eucalipto pode ser plantado em áreas desmatadas para facilitar a sucessão de espécies nativas no local. Ele serve de poleiro e aumenta a chuva de sementes, altera as condições locais do solo, serapilheira e microclima e uma vez que a flora nativa tenha se estabelecido, as árvores exóticas podem ser retiradas.

REFERÊNCIAS

- ABRAF, 2009. *Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2008*. Brasília. 120p.
- Alem, S. e Woldemarian, T. 2009. A comparative assessment on regeneration status of indigenous woody plants in *Eucalyptus grandis* plantation and adjacent natural forest. *Journal of Forestry Research*, 20(1):3136.
- Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Ávila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.I.M., Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcolm, J.R., Martins, M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A.L., Overal, W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., da Silva Motta, C., Peres, C.A., 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Science* 104, 18555-18560.
- Berndt, L., Bockerho V. E., Jactel H. 2008. Can exotic plantation forests provide surrogate habitat for carabid beetles where native forest is rare? *Biodiversity and Conservation*, v.17, n.5, p.1171-1185.
- Brockhoff, E. G., Jactel, H., Parrotta ,J. A. P. QUINE C. P., SAYER J. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation*, v.17, n.5, p. 925-951.
- Eldrige, K., Davidson, J., Harwood, C. e van Wyk, G., 1997. *Eucalypt domestication and Breeding*. New York: Oxford University. 288p.
- Evans, J. 1982. *Plantation Forestry in the Tropics*. Oxford, Clarendo Press. 472p. *Apud*
- Lima, W. P. 1993. *Impacto ambiental do Eucalipto*. 2ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 302p.
- FAO, 1981. *El Eucalipto en la Repoblación Forestal*. Colección FAO Montes 11. 723 p.

- FAO, 2006. Global Forest Resources Assessment 2005—Progress towards sustainable forest management.
- Florence 1986. Cultural Problems of Eucalyptus as Exotics. *Commonwealth Forestry Review*, 65,141-163.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2007. *Produção da extração vegetal e da silvicultura 2007*. v. 22. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 47p.
- Lantschner, M.V., Rusch, V., Peyrou, C. 2008. Bird assemblages in pine plantations replacing native ecosystems of N.W. Patagonia, Argentina. *Biodiversity and Conservation*, v.17, n.5, p. 969-989.
- Lima, W. P., 1993. *Impacto ambiental do eucalipto*. 2ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 302p.
- Neginhal, S.G. 1980. Ecological Impacto f Afforestation at the Ranibennur Blackbuck Sanctuary. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 75:1254-1248.
- Pawson, S., Brockerho, V.E., Meenken E., Didham R. 2008. Non-native plantation forests as alternative habitat for native forest beetles in a heavily modified landscape. *Biodiversity and Conservation*, v.17, n.5, p.1127-1148
- Rockwood, D.L., Rudie, A.W., Ralph, S.A., Zhu, J.I., Winandy, J.E., 2008. Energy Product Options for *Eucalyptus* Species Grown as Short Rotation Woody Crops. *Int. J. Mol. Sci.* 2008, 9, 1361-1378.
- Turnbull, J.W., 1999. Eucalypt plantations. *New Forest*, 17, 37-52.
- Van Goor, C.P., 1985. The impact of tree species on soil productivity. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 33, 133-140.
- Zacharin, R. F., 1978. *Emigrant eucalypts, gum trees as exotics*. Melbourne University Press. 137p.

APÊNDICE

Abrev.	Família	Espécie	C31	C32	C33	C34	C71	C72	C73	C74	S31	S32	S33	S34	S71	S72	S73	S74
Bacgau	Asteraceae	<i>Baccharis gaudichaudiana</i> DC.		x														
Bidpil	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.		x	x			x										
Bidsub	Asteraceae	<i>Bidens subalternans</i> DC.			x													
Chanut	Asteraceae	<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	x	x		x	x	x	x									
Cirvul	Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.			x	x												
Conbon	Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist		x														
Vonflo	Asteraceae	<i>Conyza floribunda</i> Kunth		x	x		x			x		x	x					
Elemol	Asteraceae	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth		x	x		x	x										
Ereval	Asteraceae	<i>Erechtites valerianifolius</i> (Link ex Spreng.) DC.	x	x		x	x	x	x	x		x						
Eupinu	Asteraceae	<i>Eupatorium inulifolium</i> Kunth			x		x		x	x								
Euplan	Asteraceae	<i>Eupatorium lanigerum</i> Hook. & Arn.					x	x										
Eupped	Asteraceae	<i>Eupatorium pedunculatum</i> Hook. & Arn.						x										
Eupver	Asteraceae	<i>Eupatorium verbenaceum</i> DC.		x	x													
Gomame	Asteraceae	<i>Gomochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.			x													
Hypwe	Asteraceae	<i>Hypochaeris cf tweediei</i> (Hook. & Arn.) Cabrera										x						
Hyp	Asteraceae	<i>Hypochaeris</i> sp	x	x														
Hypchi	Asteraceae	<i>Hypochaeris chillensis</i> (Kunth) Britton	x															
Mikglo	Asteraceae	<i>Mikania glomerata</i> Spreng.						x										
Mikinv	Asteraceae	<i>Mikania involucreta</i> Hook. & Arn.														x		
Mikmic	Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth			x		x	x								x		
Mutsp	Asteraceae	<i>Mutisia</i> sp					x	x										
Porrud	Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.			x													
Senbra	Asteraceae	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.											x					
Solchi	Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i> Meyen								x								
Verfle	Asteraceae	<i>Vernonia flexuosa</i> Sims.						x										
BIG37	Bignoniaceae	X										x						
BIG183	Bignoniaceae	X														x		x
Dolung	Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L. Lohmann											x			x		

Abrev.	Família	Espécie	C31	C32	C33	C34	C71	C72	C73	C74	S31	S32	S33	S34	S71	S72	S73	S74
Tabpul	Bignoniaceae	<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) S. O. Grose											x			x		
Corbif	Boraginaceae	<i>Cordia bifurcata</i> Roem. & Schult.	x					x										
Broant	Bromeliaceae	<i>Bromelia antiacantha</i> Bertol.							x									
Cerhil	Cactaceae	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schum.									x							
Opumon	Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i> Haw.									x			x				
Wahlin	Campanulaceae	<i>Wahlenbergia linarioides</i> (Lam.) A.DC.																x
Tremic	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	x		x					x								
Maycas	Celastraceae	<i>Maytenus cassineformis</i> Reissek									x							
COM4	Commelinaceae	X									x	x						
COM15	Commelinaceae	X									x	x						
COM40	Commelinaceae	X										x	x					
COM92	Commelinaceae	X	x	x			x	x					x					x
Com161	Commelinaceae	X			x	x				x			x					x
Dich	Convolvulaceae	<i>Dichondra</i> sp			x	x		x										
Evoser	Convolvulaceae	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.						x										
Cayala	Cucurbitaceae	<i>Cayponia cf alarici</i> M.L.Porto														x		
Iposp	Cucurbitaceae	<i>Ipomoea</i> sp					x											
Melcuc	Cucurbitaceae	<i>Melothria cucumis</i> Vell.	x	x	x	x	x	x	x	x						x		
Sicgra	Cucurbitaceae	<i>Sicydium gracile</i> Cogn.														x		
Carpha	Cyperaceae	<i>Carex phalaroides</i> Kunth	x					x			x	x						
Carsor	Cyperaceae	<i>Carex sororia</i> Kunth							x	x								
Cypinc	Cyperaceae	<i>Cyperus incomtus</i> Kunth	x			x					x	x	x					x
Cypagg	Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.												x				
Cypher	Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.			x		x	x										
Cypluz	Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb. ex Retz.				x												
Cypvir	Cyperaceae	<i>Cyperus virens</i> Michx.				x												
Diodem	Dioscoriaceae	<i>Dioscorea demourae</i> R. Knuth										x						
Ruhadi	Dryopteridaceae	<i>Ruhmora adiantiformis</i> Steud.	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x		x

Abrev.	Família	Espécie	C31	C32	C33	C34	C71	C72	C73	C74	S31	S32	S33	S34	S71	S72	S73	S74
Thecon	Dryopteridaceae	<i>Thelypteris conspersa</i> (Schrad.) A.R. Sm.						x										
Eryarg	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum argentinum</i> O.E. Schulz			x	x	x									x		
EUP38	Euphorbiaceae	X	x									x	x			x		x
Dalsp	Euphorbiaceae	<i>Dalechampia</i> sp		x				x								x		
Riccom	Euphorbiaceae	* <i>Ricinus communis</i> L.					x		x									
Sebser	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania</i> cf <i>serrata</i> (Baill. ex Müll. Arg.) Müll. Arg.									x							
Sebcomm	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs								x	x	x	x	x		x	x	
Travol	Euphorbiaceae	<i>Tragia volubilis</i> L.						x				x						
Calbre	Fabaceae	<i>Calliandra brevipes</i> Benth	x								x	x	x					
Caspen	Fabaceae	<i>Cassia pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barvneby		x														
Chafle	Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene												x				x
Desads	Fabaceae	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.	x	x		x	x	x	x									
Desaff	Fabaceae	<i>Desmodium affine</i> Schltld.	x	x	x	x	x	x	x	x								
Desvir	Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	x	x														
Gerpur	Geranaceae	<i>Geranium purpureum</i> Vill.			x													
Sinall	Gesneriaceae	<i>Sinningia allagophylla</i> (Mart.) Wiehler						x										
Hypdec	Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	x	x	x	x		x	x	x								
Hypmut	Lamiaceae	<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.			x	x	x			x								
Ocimic	Lamiaceae	<i>Ocimum micranthum</i> Willd.						x										
Ocoind	Lauraceae	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez														x		
Ocopub	Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees														x		
Ocopul	Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> (Ness) Mez.									x							x
Cupcar	Lythraceae	<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr.						x										
Hei	Lythraceae	<i>Heimia</i> sp					x											
Jangua	Malpigiaceae	<i>Janusia guaranitica</i> (A. St.-Hil.) A. Juss.							x									x
Kramac	Malvaceae	<i>Krapovickasia macrodon</i> (A. St.-Hil.) Fryxell	x			x												
Kraurt	Malvaceae	<i>Krapovickasia urticifolia</i> (A. St.-Hil.) Fryxell				x				x								
Pavfri	Malvaceae	<i>Pavonia friesi</i> Krapov.						x	x		x							

Abrev.	Família	Espécie	C31	C32	C33	C34	C71	C72	C73	C74	S31	S32	S33	S34	S71	S72	S73	S74
Setvul	Poaceae	<i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.									x							x
Spoexi	Poaceae	<i>Sporobolus exilis</i> (Trin.) Balansa		x														
Spoind	Poaceae	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br.								x								
Tramon	Poaceae	<i>Trachypogon montufarii</i> (Kunth) Nees		x														
Uropla	Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D. Webster			x													
Polpun	Polygonaceae	<i>Polygonum punctatum</i> Buch.-Ham. ex D. Don			x													
Polchi	Polygonaceae	<i>Polygonum chilense</i> K. Koch				x												
Micvac	Polypodiaceae	<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.																x
Pollep	Polypodiaceae	<i>Polypodium lepidopteris</i> (Langsd. & Fisch.) Kunze					x		x		x		x	x	x		x	x
Serlat	Polypodiaceae	<i>Serpocaulon latipes</i> (Langsd. & L. Fisch.) A.R. Sm.							x	x								
Checon	Pteridaceae	<i>Cheilanthes concolor</i> (Langsd. & Fisch.) R.M. Tryon & A.F. Tryon						x										
Ruburt	Rosaceae	<i>Rubus cf urticifolius</i> Poir	x															
Borver	Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey.	x															
Coclan	Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.		x														
Diodas	Rubiaceae	<i>Diodia dasycephala</i> Cham. & Schldt.					x											
Diosap	Rubiaceae	<i>Diodia saponariifolia</i> (Cham. & Schldt.) K. Schum.					x											
Galric	Rubiaceae	<i>Galium richardianum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp.		x														
Gueuru	Rubiaceae	<i>Guettarda uruguensis</i> Cham. & Schldt.								x								
Psycar	Rubiaceae	<i>Psychotria cartagoensis</i> Nepokroeff in W.C. Burger & C.M. Taylor	x													x		
Relhyp	Rubiaceae	<i>Relbunium hypocarpium</i> (L.) Hemsl.	x	x	x	x		x	x	x								
Ricbra	Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	x		x	x		x	x	x								
Zanast	Rutaceae	<i>Zanthoxylum astrigerum</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman			x											x		
Zancar	Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.			x													
Zanfag	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.				x												
Cassyl	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.			x											x		
Alledu	Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.								x								
Cupver	Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.			x						x	x	x			x		
Pautri	Sapindaceae	<i>Paullinia trigonia</i> Vell.														x		

