

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Ana Claudia Bentancor Araujo

**ESTRUTURA DE COMUNIDADES E MECANISMOS DE
REGENERAÇÃO NATURAL DE UM TRECHO DE FLORESTA
RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA, BRASIL**

Santa Maria, RS
2017

Ana Claudia Bentancor Araujo

**ESTRUTURA DE COMUNIDADES E MECANISMOS DE REGENERAÇÃO
NATURAL DE UM TRECHO DE FLORESTA RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA,
BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Solon Jonas Longhi

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Araujo, Ana Claudia Bentancor

Estrutura de comunidades e mecanismos de regeneração natural de um trecho de floresta ribeirinha no bioma Pampa, Brasil / Ana Claudia Bentancor Araujo.- 2017.
146 p.; 30 cm

Orientador: Solon Jonas Longhi

Coorientadora: Ana Paula Moreira Rovedder

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2017

1. Campanha Gaúcha 2. variáveis ambientais 3. fitossociologia I. Longhi, Solon Jonas II. Rovedder, Ana Paula Moreira III. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Ana Claudia Bentancor Araujo. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

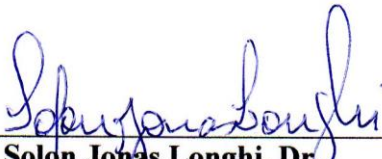
Endereço eletrônico: ana.araujo@iffarroupilha.edu.br

Ana Claudia Bentancor Araujo

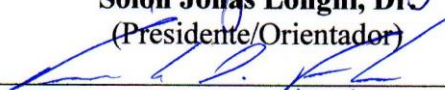
**ESTRUTURA DE COMUNIDADES E MECANISMOS DE REGENERAÇÃO
NATURAL DE UM TRECHO DE FLORESTA RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA,
BRASIL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Engenharia Florestal**.

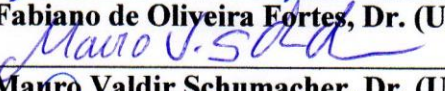
Aprovado em 11 de dezembro de 2017:



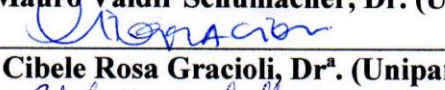
Solon Jonas Longhi, Dr.
(Presidente/Orientador)



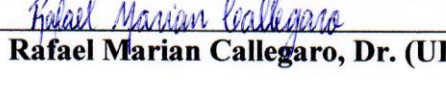
Fabiano de Oliveira Fortes, Dr. (UFSM)



Mauro Valdir Schumacher, Dr. (UFSM)



Cibele Rosa Gracioli, Dr^a. (Unipampa)



Rafael Marian Callegaro, Dr. (UFES)

Santa Maria, RS
2017

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, pela formação acadêmica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado.

Ao Instituto Federal Farroupilha/Alegrete, pela concessão do afastamento integral para qualificação, obrigada pela oportunidade!

Ao Prof. Solon Jonas Longhi, pela valiosa orientação, pela confiança depositada neste trabalho e pela liberdade de poder conduzi-lo de forma independente, gerando a responsabilidade necessária para o seu andamento. Pela paciência, pela educação e pela alegria no ofício de ensinar e se relacionar com seus alunos, o meu reconhecimento! És um exemplo de educador e ser humano!

À Prof.^a Ana Paula Rovedder pela coorientação deste trabalho, agradeço sinceramente.

À Prof.^a Maristela Machado Araújo, pela valiosa orientação na montagem dos experimentos de chuva de sementes e banco de sementes do solo, muito obrigada.

À minha família, meus pais, Maria e Helio, ao meu irmão Helio Junior e ao meu marido, Edenir, por todos os momentos compartilhados, pelo constante apoio e incentivo e claro, pelos momentos compartilhados durante as inúmeras saídas a campo. Obrigada por estarem sempre ao meu lado, tornando a vida mais feliz. Sentiremos saudades, amo vocês!

Ao querido amigo Carlos Dutra (Carlitos) pela alegria que contagiava a todos durante as saídas de campo!

Aos amigos Francisco Silva de Lima (Chiquinho) e Lucia Clarisse Vieira, pela valiosa e estimada amizade e auxílio durante os dois anos de experimento conduzido no Instituto Federal Farroupilha/Alegrete.

Ao colega Elton Pilar Medeiros pela cordialidade e auxílio nas análises de umidade do solo.

Aos colegas de outras instituições, que auxiliaram na identificação de espécies: Ronaldo dos Santos Junior (UFRGS), Pedro Joel da Silva Filho (UFRGS), Fabiano Alves (URCAMP/Alegrete) e Carlos Rodrigo Lehn (Instituto Federal Farroupilha/Panambi).

Às amigas e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal: Camila Andrzejewski, Francieli Missio e Roselene Felker; pelas constantes conversas de toda sorte de assuntos, incluindo assuntos relacionados à fitossociologia, análise multivariada, ecologia, botânica, entre tantos outros, obrigada pela amizade!

À Luana Haeblerlin, Mayara Torres, Pâmela Vezzosi, Thais da Silva Araujo e Viviane Groff, pelo auxílio na triagem de sementes e monitoramento do experimento de banco de sementes

do solo e aos queridos tios, Ariel e Gessi, que mesmo sem eu saber, auxiliavam no monitoramento dos experimentos.

Aos professores: Cibele Graciolli da Rosa, Mauro Valdir Schumacher, Fabiano de Oliveira Fortes e Rafael Marian Callegaro, membros da Comissão Examinadora da Tese, e aos professores: Denise Cecconi, Paulo Floss, Suzane Bevilacqua Marcuzzo e Bruna Denardin da Silveira membros da Comissão Examinadora de Exame de Qualificação, pelas valiosas contribuições no enriquecimento deste trabalho.

À Eletrosul por ceder os dados de temperatura e ao Instituto Uruguaio de Meteorologia (INumet) por ceder os dados de precipitação.

À minha querida gata Fiona, “amiga e filha de estimação”, pelo companheirismo e demonstrações de afeto.

Por fim, aos amigos e amigas com os quais troquei alguma ideia sobre este trabalho, gracias por ouvirem as angústias e sonhos desta amiga.

RESUMO

ESTRUTURA DE COMUNIDADES E MECANISMOS DE REGENERAÇÃO NATURAL DE UM TRECHO DE FLORESTA RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA, BRASIL

AUTORA: Ana Claudia Bentancor Araujo
ORIENTADOR: Dr. Solon Jonas Longhi

A mudança nas características do ambiente acarreta variações na vegetação formando mosaicos com diferentes composições e estrutura. Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi verificar a influência de fatores ambientais na estrutura de comunidades de espécies arbóreas e arbustivas e, caracterizar os mecanismos de regeneração de um trecho de floresta ribeirinha do Bioma Pampa, Sant'Ana do Livramento, RS, Brasil. As comunidades florestais foram amostradas em três níveis de inclusão: componente arbóreo (diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 5 cm), em 100 parcelas de 10 m \times 10 m (1 ha); regeneração natural Classe I (0,1 m \leq h < 1 m) em 100 subparcelas de 2 m \times 2 m (0,04 ha); e regeneração natural Classe II (DAP < 5 cm e h \geq 1 m), em 100 subparcelas de 5 m \times 5 m (0,25 ha). No componente arbóreo foram encontrados por meio da análise de agrupamento (TWINSPAN) três grupos florísticos: Grupo 1, áreas próximas da borda da floresta; Grupo 2, áreas baixas próximas a canais de escoamento d'água, no período de enchentes e; Grupo 3, áreas onde os solos são mais profundos. Para recuperar áreas degradadas com características ambientais semelhantes a da área estudada, recomendou-se utilizar as espécies *Ocotea acutifolia*, *Pouteria salicifolia*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Prunus myrtifolia*, *Scutia buxifolia*, *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus*. As espécies mais desenvolvidas do componente arbóreo foram *Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia* e na regeneração natural foram *Eugenia uniflora* e *Blepharocalyx salicifolius*. As espécies do componente arbóreo apresentaram distribuição relacionada a aspectos texturais do solo, fatores físicos e químicos do solo, e abertura de dossel. A regeneração natural teve a distribuição influenciada por características físicas e químicas do solo, cota altimétrica, e espessura da serapilheira. A análise de correlação ambiental das espécies sociologicamente mais importantes do componente arbóreo indicou que *Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia* apresentaram maior abundância em terrenos com solos ricos em matéria orgânica e expostos à luminosidade solar. Na análise dos grupos funcionais, verificou-se que o componente regenerante está mantendo as mesmas proporções observadas para o componente adulto, com maior proporção de espécies zoocóricas, dependentes de luz para germinação e desenvolvimento das plantas, havendo exceção apenas para a estratificação do dossel. Na caracterização dos mecanismos de regeneração verificou-se abundante frutificação de espécies com dispersão zoocórica, o banco de sementes do solo demonstra potencial para colonização e restabelecimento da vegetação após perturbações, especialmente por herbáceas e a regeneração natural consiste no principal mecanismo de desenvolvimento de muitas espécies que compõe a atual estrutura da floresta. Conclui-se que com as devidas considerações sobre as condições ambientais da área a ser recuperada, os estudos de fitossociologia e a correlação de espécies com variáveis ambientais podem ser uma importante ferramenta na tomada de decisão, quanto à estratégia a ser adotada para a restauração, indicando espécies a serem utilizadas.

Palavras-chave: Campanha Gaúcha, variáveis ambientais, fitossociologia.

ABSTRACT

COMMUNITY STRUCTURE AND MECHANISMS OF NATURAL REGENERATION IN A RIVERINE FOREST ON PAMPA BIOME, BRAZIL

AUTHOR: Ana Claudia Bentancor Araujo

ADVISER: Dr. Solon Jonas Longhi

The change in the characteristics of the environment causes variations in the vegetation creating mosaics with different compositions and structure. The objective of this research was to evaluate the influence of environmental factors in community structure and characterize the mechanisms of natural regeneration in a riverine seasonal forest on Pampa biome, Sant'Ana do Livramento, RS, Brazil. Three levels of inclusion were used for sampling forest communities: arboreal component (diameter at breast height (DBH) ≥ 5 cm), sampled in 100 plots of 10 m \times 10 m (1 ha), natural regeneration Class I ($0,1 \text{ m} \leq h < 1 \text{ m}$) sampled in 100 sub-plots of 2 m \times 2 m (0,04 ha) e natural regeneration Class II ($h \geq 1 \text{ m}$ and $\text{DBH} < 5 \text{ cm}$) sampled in sub-plots of 5 m \times 5 m (0,25 ha). In arboreal component were found three floristic groups, by means of cluster analysis (TWISPAN): Group 1, areas near the forest edge; Group 2, low areas near the flow of water channels; Group 3, areas where soils are deeper. For recovery of degraded areas with similar environmental characteristics studied area, was recommended use of *Ocotea acutifolia*, *Pouteria salicifolia*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Prunus myrtifolia*, *Scutia buxifolia*, *Nectandra megapotamica* and *Styrax leprosus*. The species with more developed structure in arboreal component was *Ocotea acutifolia* and *Pouteria salicifolia*, and *Eugenia uniflora* e *Blepharocalyx salicifolius* in natural regeneration. The species of arboreal component showed association of physical and chemical characteristics of the soil, altimetric quota, and canopy opening. The natural regeneration had association of physical and chemical characteristics of the soil, altimetric quota, and litter thickness (height) accumulated. The analyzis of environmetal correlations of the most important in the arboreal component indicated that *Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia* showed greater abundance in land with soils rich in organic matter and exposed to solar luminosity. In the analysis of ecological groups we found that the natural regeneration has kept the same proportions of arboreal component, with a higher proportion of zoochorous dispersal syndrome and light demanding for germination and development of plants, except for stratification of canopy. In characterization of the mechanisms of natural regeneration showed the presence of species with abundant fruit and seed dispersal by animals, and the soil seed bank demonstrated potential for colonization and restoration of vegetation after disturbances, especially with species herbaceous. The natural regeneration consistent in main mechanism of the regeneration of many tree species of that make up the current structure of the forest. It is concluded that with due consideration to the environmental conditions of the area to be recovered, phytosociology studies and the correlation of species with environmental variables can be an important tool in decision making, as to the strategy to be adopted for the restoration, indicating species were used.

Key-words: Campanha Gaúcha, environmental variables, phytosociology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do município Sant’Ana do Livramento/RS e do trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....	39
Figura 2 – Variáveis climáticas de precipitação (mm) e temperatura (°C); e meses com extravasamento (E) do arroio Espinilho, nos meses de março de 2015 a março de 2017. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....	40
Figura 3 – Croqui das parcelas amostradas em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.	42
Figura 4 – (A) Delimitação da subunidade amostral da Classe I e (B) Identificação e medição dos indivíduos observados nas subunidades da Classe I em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....	43
Figura 5 – (A) Coletor de semente e (B) realização das coletas mensais de sementes em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. ...	44
Figura 6 – Triagem das sementes oriundas da chuva de sementes de um trecho de floresta ribeirinha, para posterior contagem e identificação. Alegrete/RS. 2017.....	44
Figura 7 – (A) Gabarito utilizado para a coleta do banco de semente do solo em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho e (B) detalhe da amostra de solo coletada, armazenada em saco plástico e devidamente identificada. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....	45
Figura 8 – Detalhes da montagem do experimento de monitoramento do banco de sementes do solo: (A) a base de 3 cm de vermiculita espalhada nas bandejas; (B) o banco de solo espalhado sobre a vermiculita; (C) a cobertura das bancadas com sombrite de 50% para evitar possíveis contaminações e (D) revolvimento do solo realizado no quinto mês de experimento. Alegrete/RS. 2017.....	46
Figura 9 – Coleta do solo para teste de umidade: (A) e (B) coleta e preparo do solo para ser transportado até o laboratório. (C) e (D) Procedimentos de pesagem e de secagem do solo para posterior determinação da umidade do solo. Sant’Ana do Livramento/RS e Alegrete/RS. 2017.....	48

ARTIGO I

Figura 10 – Curva de rarefação com intervalo de confiança de 95 % relacionando o número de espécies ao número de parcelas em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2015.	57
Figura 11 – Classificação das unidades amostrais caracterizando três agrupamentos em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.	58
Figura 12 – Grupos florestais em trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....	61

ARTIGO II

Figura 13 – Diagrama de ordenação gerado pela CCA a partir da abundância de espécies no estrato arbóreo e das variáveis ambientais de um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Rio Grande do Sul. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....	83
Figura 14 – Diagramas de ordenação gerados pela CCA a partir da abundância das espécies na regeneração natural Classe I (A) e Classe II (B) e das variáveis ambientais de um trecho de floresta ribeirinha no bioma Pampa. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.	84

ARTIGO III

- Figura 15 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) entre unidades amostrais do componente arbóreo regenerante e adulto em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017. 100
- Figura 16 – Curvas de rarefação de espécies entre unidades amostrais do componente arbóreo regenerante e adulto em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017. 102

ARTIGO IV

- Figura 17 – Quantidade de sementes, espécies dispersadas e meses com extravasamento do arroio (E), durante 2 anos de avaliação da chuva de sementes, em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Sant’Ana do Livramento/RS, Brasil. 2017. 122
- Figura 18 – Porcentagem de sementes germinadas por forma de vida (a) e ao longo de 180 dias de avaliação (b) em um trecho de floresta ribeirinha do Bioma Pampa, Sant’Ana do Livramento/RS. 2017. 123
- Figura 19 – Curvas de rarefação das espécies amostradas no banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE) em um trecho de floresta ribeirinha do Bioma Pampa, Sant’Ana do Livramento/RS. 2017. 124

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

- Tabela 1 – Famílias e espécies amostradas em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, Sant’Ana do Livramento/RS, 2017.56
- Tabela 2 – Estrutura horizontal dos três grupos do trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.59

ARTIGO II

- Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural e no sub-bosque/dossel em uma floresta ribeirinha do bioma Pampa, Rio Grande do Sul. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.80
- Tabela 4 – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação para espécies do componente arbóreo e da regeneração natural de um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Rio Grande do Sul. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.82

ARTIGO III

- Tabela 5 – Famílias, espécies, grupo funcional e parâmetros estruturais da regeneração natural arbórea amostrada em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....98
- Tabela 6 – Proporção de espécies e indivíduos arbóreos adultos e em regeneração, distribuídos nos diferentes grupos funcionais em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....101

ARTIGO IV

- Tabela 7 – Espécies identificadas e formas de vida (FV) observadas em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. CS: chuva de sementes; BSS: banco de sementes no solo, BP: banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE). Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.....117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
BP	Banco de Plântulas
BSS	Banco de Sementes do Solo
CAP	Circunferência à Altura do Peito
CCA	Análise de Correspondência Canônica
CS	Chuva de Sementes
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
HDCF	Herbário de Ciências Florestais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INUMET	Instituto Uruguaio de Meteorologia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PCoA	Análise de Coordenadas Principais
RNE	Regeneração Natural Estabelecida
RNR	Regeneração Natural Relativa
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TWISNPAN	Two Way Indicator Species Analysis
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	19
1.1	OBJETIVO GERAL	20
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	BIOMA PAMPA	23
2.2	FLORESTAS RIBEIRINHAS DO BIOMA PAMPA.....	25
2.3	ANÁLISE DE FLORESTAS	29
2.4	ANÁLISE DE AGRUPAMENTO E DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA.....	31
2.5	MECANISMOS DE REGENERAÇÃO.....	34
2.5.1	Chuva de sementes	34
2.5.2	Banco de sementes do solo	35
2.5.3	Banco de plântulas e regeneração natural estabelecida	37
3	METODOLOGIA GERAL	39
3.1	CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	39
3.2	ESTUDO DA VEGETAÇÃO	41
3.2.1	Amostragem	41
3.2.2	Mecanismos de regeneração	43
3.2.2.1	<i>Chuva de sementes</i>	43
3.2.2.2	<i>Banco de sementes do solo</i>	45
3.2.3	Amostragem das variáveis ambientais	47
4	ARTIGO I - GRUPOS FLORÍSTICOS EM FLORESTA RIBEIRINHA NA CAMPANHA GAÚCHA, BIOMA PAMPA, COMO INDICADORES DE ESPÉCIES PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	51
	Resumo	51
	Abstract.....	51
	Introdução.....	51
	Materiais e Métodos	53
	Resultados.....	55
	Discussão	61
	Conclusões.....	66
	Referências Bibliográficas.....	66
5	ARTIGO II - RELAÇÃO ENTRE A ESTRUTURA DO COMPONENTE ARBÓREO, TOPOGRAFIA E SOLO DE UMA FLORESTA RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA, RS, BRASIL	73
	Resumo	73
	Abstract.....	73
	Introdução.....	73
	Materiais e Métodos	75
	Resultados.....	79
	Discussão	85
	Conclusões.....	89
	Referências Bibliográficas.....	89

6	ARTIGO III - REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS E RELAÇÕES COM O COMPONENTE ADULTO EM UMA FLORESTA RIBEIRINHA DO PAMPA GAÚCHO, BRASIL	93
	Resumo.....	93
	Abstract	93
	Introdução	94
	Materiais e Métodos.....	95
	Resultados	98
	Discussão	102
	Conclusões	105
	Referências Bibliográficas	105
7	ARTIGO IV - MECANISMOS DE REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA FLORESTA RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA, RS, BRASIL	111
	Resumo.....	111
	Abstract	111
	Introdução	111
	Materiais e Métodos.....	113
	Resultados	116
	Discussão	125
	Conclusões	128
	Referências Bibliográficas	128
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135

1 INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Pampa, no Brasil, está restrito ao estado do Rio Grande do Sul, ocupando a metade sul. Apesar da limitação imposta pela barreira política do Estado, este bioma tem continuidade estrutural, florística e faunística em território uruguaio, argentino (BOLDRINI et al., 2010) e em uma pequena porção do território paraguaio.

Embora possa parecer simples e uniforme, aos olhos de muitos, trata-se de um bioma complexo, caracterizado por alta riqueza de plantas e animais, e belezas cênicas únicas (OVERBECK et al., 2015). A rica biodiversidade do Pampa é abrigada na predominante vegetação campestre e em suas florestas.

As florestas deste bioma, embora em menor proporção (VÉLEZ et al., 2009), estão presentes nas matas de encostas do Escudo Cristalino Rio Grandense e no Planalto da Campanha, e ao longo dos maiores cursos d'água, onde ocorrem as florestas ribeirinhas, as quais se limitam a estreitos cordões ou a faixas de largura variável, conforme as características do relevo (MARCHIORI, 2004).

As florestas ribeirinhas são as únicas formações florestais do bioma Pampa distribuídas por toda a sua extensão (PAZ; BASSAGODA, 2002), formando juntamente com os campos naturais verdadeiros corredores ecológicos, que proporcionam o deslocamento e a continuidade do fluxo gênico da fauna e da flora.

Essas florestas são definidas como zonas de transição entre os sistemas terrestre e aquático e são organizadas em redes através da paisagem sendo frequentemente as áreas mais produtivas e diversas do globo (BUDKE; JARENKOW; OLIVEIRA-FILHO, 2007; NILSSON; SVEDMARK, 2002). A complexidade, a dinâmica e a elevada diversidade aliadas aos altos valores socioeconômicos tornam as florestas ribeirinhas ecossistemas chaves para a preservação da biodiversidade (DE'CAMPS, 1993; SHARITZ et al., 1992).

No entanto, apesar da reconhecida importância das formações ribeirinhas, o que se observa no Brasil, há muitos anos, é a sua constante fragmentação e redução, apesar da sua preservação ser amparada por lei (Lei nº 12.651/2012 – Código Florestal) (BRASIL, 2012).

Conforme Rodrigues e Gandolfi (2009, p. 236), atividades como a exploração florestal, a mineração, a construção de reservatórios, a expansão de áreas urbanas e peri-urbanas e a poluição industrial são atividades que tiveram e ainda têm grande contribuição na destruição dessas formações florestais.

No entanto, é a agricultura que historicamente sempre foi e continua sendo o principal fator causador da degradação de ecossistemas ribeirinhos, geralmente associado com a

expansão da fronteira agrícola ou com práticas agrícolas inadequadas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2009). Como foi o caso da abertura de espaços agrários em fundos de vales para a implantação de arrozais nos vales antes florestados da Campanha Gaúcha no Rio Grande do Sul, eliminando grande parte da vegetação ribeirinha desta região (AB'SABER, 2009).

Atualmente, o avanço da nova fronteira agrícola no Rio Grande do Sul sobre o bioma Pampa coloca em risco a pouca vegetação natural restante deste bioma, sendo indispensável a criação de diretrizes para a sua conservação.

Desta maneira, é indiscutível a necessidade de conhecer a complexidade dos fenômenos que se desenvolvem nas formações ribeirinhas deste bioma, além de compreender os processos que levam a estruturação e manutenção destes ecossistemas no tempo. A fim de preservá-los e possibilitar o uso destas informações na elaboração, implantação e condução de projetos de restauração mais adequados a sua realidade.

No intuito de analisar as florestas ribeirinhas do Rio Grande do Sul, estudos têm sido realizados com abordagens de cunho fisionômico (LINDMAN, 1906; RAMBO, 1956), florístico (KILCA et al., 2011; LONGHI; DURLO; MARCHIORI, 1982) e ecológico (ARAUJO et al., 2004; ARAUJO, 2010, ARAUJO et al., 2016; BUDKE; JARENKOW; OLIVEIRA-FILHO, 2007, 2008, 2010; DE MARCHI; JARENKOW, 2008; GIEHL; JARENKOW, 2008; OLIVEIRA et al., 2015). No entanto, nas formações ribeirinhas inseridas na matriz campestre do oeste do Rio Grande do Sul, Campanha Gaúcha, ainda são escassas pesquisas nestas áreas (ARAUJO, 2010; ARAUJO et al., 2016; GUADAGNIN; ALVES, 2009; LEÃO, 2009; OLIVEIRA et al., 2015), havendo a necessidade de maiores informações.

Diante da necessidade de mais pesquisas em florestas ribeirinhas do bioma Pampa, especialmente nas florestas da Campanha Gaúcha, a presente pesquisa objetiva dar suporte a sua conservação. Apresentando informações com ênfase na influência de variáveis ambientais, em aspectos estruturais de populações e comunidades arbóreas, e avaliar a caracterização quali-quantitativa dos mecanismos de regeneração natural, sendo o último estudo assunto pouco avaliado nestas florestas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a influência de fatores ambientais na estrutura de comunidades e caracterizar os mecanismos de regeneração natural de um trecho de floresta ribeirinha no bioma Pampa, Sant'Ana do Livramento, RS, visando fornecer informações para conservação e restauração destes ambientes.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discriminar a estrutura e a florística de agrupamentos (grupos florísticos) do componente arbóreo de um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa;
- Analisar quais foram as variáveis ambientais que influenciaram a estrutura da floresta;
- Comparar as relações do componente regenerante e do componente arbóreo com grupos ecológicos;
- Caracterizar quali-quantitativamente os mecanismos da regeneração natural (banco de plântula, regeneração natural estabelecida, chuva de sementes e banco de sementes do solo).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIOMA PAMPA

O termo Pampa, escolhido para designar a vegetação formada majoritariamente por campos, com inclusões de florestas ao longo de rios (BOLDRINI, 2009; MARCHIORI, 2004), capões de mato e matas de encostas (SUERTEGARAY; SILVA, 2009), tem origem quíchua (ou quechua) que é uma língua nativa da América do Sul, também falada no império Inca e que significa “região plana”. Reconhecido como bioma apenas em 2004 (IBGE, 2004), o mesmo compreende 176.496 Km² (63%) do território do Rio Grande do Sul e estende-se ao sul e a oeste da República Oriental do Uruguai e nas províncias argentinas de Corrientes, Entre Rios, Santa Fé, Córdoba, Buenos Aires e La Pampa (OVERBECK et al., 2015).

Existem controvérsias quanto à denominação do referido bioma, pois, conforme Overbeck et al. (2007, p. 104) o termo Pampa foi utilizado por Soriano e outros pesquisadores em 1992 para descrever os campos ao sul do rio da Prata, sendo seu uso inadequado para designar os campos da metade sul do Rio Grande do Sul (OVERBECK et al., 2007). Por isso, os trabalhos mais recentes sobre vegetação campestre no sul do Brasil (BOLDRINI, 1997; PILLAR; QUADROS, 1997; OVERBECK; PFADENHAUER, 2007) preferem referir-se a estas formações campestres simplesmente como Campos ou Campos Sulinos. Apesar das controvérsias, o presente trabalho fará uso do termo Pampa para denominar a vegetação da metade sul do Estado.

Este bioma, que se delimita apenas com o bioma Mata Atlântica, é formado por quatro conjuntos de fitofisionomias campestres naturais: Planalto da Campanha, Depressão Central, Planalto Sul Rio Grandense e Planície Costeira (IBGE, 2004).

O Planalto da Campanha possui relevo suave ondulado originário do derrame basáltico com cobertura vegetal gramíneo-lenhosa estépica, sendo utilizado como pastagem natural e/ou manejada e também em atividades agrícolas, principalmente no cultivo de arroz nas esparsas planícies aluviais (IBGE, 2004) e, recentemente no cultivo da soja.

A Depressão Central é caracterizada por um campo arbustivo herbáceo, associado a florestas de galeria degradadas, geralmente compostas por espécies arbóreas decíduais. Apresenta uma maior disponibilidade de umidade, em função da maior regularidade pluviométrica e/ou pela maior concentração de drenagem e depressões do terreno. Associadas à densa rede de drenagem formaram-se extensas planícies sedimentares aluviais, como ao

longo das bacias do Jacuí, Vacacaí e Santa Maria, nas quais as formações pioneiras e florestas de galeria foram substituídas por culturas e pastagens (IBGE, 2004).

O Planalto Sul-Rio-Grandense apresenta maior intensidade de chuvas em função da influência marinha. Em razão disto, a cobertura vegetal natural é mais complexa, compondo-se de Estepe Arbórea Aberta, Parque e Gramíneo-Lenhosa, com marcante presença de formações florestais estacionais semidecíduas, especialmente na face oriental próxima à Lagoa dos Patos. De modo geral, predominam pastagens naturais ou manejadas (IBGE, 2004).

A Planície Costeira compreende terrenos sedimentares de origem tanto fluvial quanto marinha, que são revestidos por formações pioneiras arbustivo-herbáceas, típicas de complexo lagunar em que se destacam as Lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira. Geralmente, nesta região predominam pastagens naturais ou manejadas (IBGE, 2004).

Estudos realizados nas regiões campestres desse bioma permitiram o conhecimento de 2.150 espécies de herbáceas (OVERBECK et al., 2015). De modo geral, o Pampa pode ser caracterizado por um grupo de famílias e espécies campestres características e, a cada ano, são realizadas novas descobertas. Dentre as quais, se destaca a *Herbetia amabilis* (Iridaceae) descoberta em 2013 e que em breve deverá ser incluída na categoria de espécies criticamente em perigo da Lista Vermelha de espécies de plantas ameaçadas de extinção. Isto porque, o avanço da agricultura coloca em risco boa parte das espécies vegetais e animais deste bioma (DEBLE; ALVES, 2013).

Vale destacar entre as espécies arbóreas do Pampa a *Prosopis affinis* Spreng. (inhanduvá), a *Vachellia caven* (Molina) Seigler & Ebinger (espinilho) e a *Prosopis nigra* Hiron (algarrobo). As quais se encontram protegidas em uma das poucas unidades de conservação deste bioma, o Parque do Espinilho, localizado nos arredores do município de Barra do Quaraí, extremo sudoeste do Rio Grande do Sul (MARCHIORI, 2004).

Apesar da rica biodiversidade reconhecida, este bioma foi negligenciado por muito tempo, ocasionando uma perda progressiva da sua biodiversidade, restando dele apenas 36,03% da sua vegetação natural. Outro dado bastante preocupante é a pequena representatividade de áreas naturais protegidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), apenas 3,3% da sua vegetação encontram-se protegidas (2,4% em unidades de conservação de uso sustentável e 0,9% em unidades de conservação de proteção integral) (MMA, 2014).

A conversão indiscriminada dos campos para outros usos, como a exemplo da agricultura, mesmo em regiões impróprias para estas culturas, reflete um contexto econômico-

cultural que não tem sido capaz de incorporar a variável ambiental nas iniciativas de desenvolvimento. Além disto, a falta de reconhecimento e valorização dos campos como ecossistemas com especificidades ambientais e socioculturais locais, o desrespeito às normas ambientais e a falta de políticas públicas que priorizem a conservação e uso sustentável destas formações vegetais têm contribuído para a perda de vegetação natural deste bioma (VÉLEZ et al., 2009).

Infelizmente, a estratégia de proteção mediante a criação de unidades de conservação tem sido pouco utilizada (VÉLEZ et al., 2009) e merece prioridade no bioma Pampa.

Ainda, nesse contexto, Crawshaw; Dall’Agnol e Hasenack (2007, p. 249) relacionaram a perda de campo (paisagem natural) com a perda da paisagem cultural que deu origem ao Gaúcho. A identidade regional construída sobre os campos nativos do Rio Grande do Sul, bem como a atividade econômica a ele associada (gaúcho e campo nativo), podem ser aplicadas como ferramentas adicionais aos esforços para a conservação desta paisagem única (CORDEIRO; HASENACK, 2009).

Para Vélez et al. (2009, p. 337), é importante a composição de uma pauta com uma agenda política socioambiental com iniciativas para a conservação do bioma Pampa. Esta pauta, de acordo com os pesquisadores, deveria incluir a difusão do conhecimento e valorização dos seus atributos ecológicos, socioeconômicos e culturais para o conjunto da sociedade, além da realização de inventários sobre a biodiversidade e o monitoramento periódico da cobertura vegetal e a definição de instrumentos de ordenamento territorial. Também seria importante promover o fomento às atividades que propiciem o uso sustentável dos campos, como o turismo rural e o ecoturismo, além do apoio às atividades de pesquisa e extensão voltadas principalmente à biologia, ecologia e uso sustentável, com uma maior integração entre instituições em torno de objetivos comuns.

2.2 FLORESTAS RIBEIRINHAS DO BIOMA PAMPA

Pouco se sabe sobre o passado do Pampa, incluindo sua origem, desenvolvimento, distribuição, composição e biodiversidade, assim como o papel do fogo e do impacto humano na sua dinâmica. Em função disto, vários trabalhos têm sido desenvolvidos na tentativa de compreendê-lo.

Estudos realizados nos campos da Campanha, próximo à cidade de São Francisco de Assis, oeste do Rio Grande do Sul, verificaram que a região esteve naturalmente coberta por campos durante todo o período Glacial e Holoceno. Uma mudança no clima para condições

mais úmidas é indicada a partir da expansão inicial das florestas ribeirinhas, após 5.170 anos cal AP (idade em anos radiocarbono calibrados antes do presente). O auge da expansão destas florestas, após 1.550 anos cal AP, reflete o período mais úmido registrado e, ainda assim, a região se manteve predominantemente campestre (BEHLING; PILLAR; BAUERMANN, 2005).

De acordo com Behling; Pillar; Bauermann (2005, p. 244) a evidência de poucos grãos de pólen pertencente a táxon de florestas ribeirinhas no período Glacial sugere que poucas árvores e arbustos ocorriam de forma isolada ao longo dos rios, isto porque o clima neste período era relativamente seco e muito frio para formação florestas.

No início do Holoceno, conforme Behling; Pillar; Bauermann (2005, p. 245) percebe-se que a vegetação campestre continuou dominante e a vegetação de florestas ribeirinhas permaneceu pouco evidente. O aumento da presença de Cyperaceae, neste período, refletiu o desenvolvimento de ambientes úmidos e o aumento da presença de musgos da espécie *Phaeoceros laevis* (Notothyladaceae) caracterizou um indicativo das condições climáticas mais quentes e solos mais secos. Já no Holoceno médio, as florestas ribeirinhas começaram a se desenvolver ao longo dos rios, refletindo uma mudança para condições climáticas de maior umidade. Este período foi marcado pelo decréscimo das famílias Cyperaceae e Asteraceae (subfamília Cichorioideae) e pelo aumento do gênero *Myrsine*. O declínio da espécie de musgo *Phaeoceros laevis* assim como, as baixas porcentagens da espécie *Plantago australis* e de diferentes espécies da família Asteraceae indicam que este período apresentava-se mais úmido.

Somente no final do Holoceno as florestas ribeirinhas expandiram-se na área, formando áreas maiores ao longo dos cursos d'água e muitas manchas de florestas nos vales dos rios. A expansão destas florestas evidencia condições climáticas mais úmidas relacionadas a maiores precipitações e provavelmente a uma estação seca mais curta (BEHLING; PILLAR; BAUERMANN, 2005).

As espécies migraram para o oeste do Rio Grande do Sul durante o Holoceno, na maioria das vezes, por duas rotas, a partir das planícies costeiras orientais do Atlântico e pelo vale ocidental do Rio Paraná. A presença de *Myrsine* no Holoceno médio e mais tarde da família Moraceae indicam a migração de espécies das duas áreas florestais (BEHLING; PILLAR; BAUERMANN, 2005).

A dinâmica de movimento das florestas sobre os campos se deve a vários fatores favoráveis, como é o caso do clima úmido que propiciou o seu desenvolvimento. No entanto, existem fatores desfavoráveis a esta dinâmica, como a presença do fogo (um distúrbio

ambiental) e a presença de animais pastejadores, que favoreceram a permanência do campo neste bioma. Os proto-índios, colocaram, há algum tempo, os humanos nesta equação, alterando tanto a frequência quanto a intensidade do fogo e a quantidade de pastejadores nestas áreas. Com isto, criaram-se grandes áreas de contato (ecótonos) entre os campos nativos ancestrais e as novas fisionomias vegetais de floresta (OVERBECK et al., 2009).

As fitofisionomias florestais atualmente presentes na metade sul do Rio Grande do Sul são a Floresta Estacional Semidecidual e a Floresta Estacional Decidual. A Floresta Estacional Semidecidual deste bioma foi significativamente transformada em uma paisagem antrópica rural. Os maiores remanescentes estão localizados nas florestas ribeirinhas do rio Camaquã (fragmentado em 87 manchas) e no rio Piratini (60 fragmentos), estes representam juntos 18,74% do que restou da floresta no Estado. Já a Floresta Estacional Decidual possui o menor domínio de áreas antropizadas e tem nas formações deciduais ripárias, ao longo dos principais rios que cortam a região fitoecológica da Savana-Estépica, e nas matas ciliares do rio Jacuí os maiores valores de cobertura (CORDEIRO; HASENACK, 2009).

Portanto, frequentemente associadas aos campos do Pampa são observadas as formações ribeirinhas, que acompanham os vales úmidos dos rios. Estas formações florestais estão distribuídas por toda a sua extensão e podem apresentar mudanças significativas na sua composição em pequena escala espacial (PAZ; BASSAGODA, 2002). Isto ocorre, porque de acordo com Rodrigues e Shepherd (2009, p. 101), as florestas ocorrentes ao longo dos cursos d'água e no entorno de nascentes tem características vegetacionais definidas por uma interação complexa de fatores dependentes das condições ambientais ciliares. O ambiente ribeirinho representa as características geológicas, geomorfológicas climáticas, hidrológicas e hidrográficas, que atuam como elementos definidores da paisagem e por isso, das condições ecológicas locais.

Para Rodrigues (2009, p. 91) a complexidade de fatores operando no ambiente ribeirinho, com frequência e intensidades variáveis no espaço e no tempo, define uma heterogeneidade do ambiente. Esta heterogeneidade se constitui como um mosaico de condições ecológicas distintas, cada qual com suas particularidades fisionômicas, florísticas e/ou estruturais.

Estes mosaicos tornam-se mais complexos quando consideramos a dinâmica sucessional destas formações ribeirinhas, as quais apresentam complexidades em função das alterações vegetacionais. Estas modificações são promovidas pela elevação do curso d'água e/ou do lençol freático, com conseqüente deposição de sedimentos, soterramento ou retirada da serapilheira e do banco de sementes, pela adaptação distinta das espécies ao

encharcamento, que atuam como elementos naturais de perturbação nas áreas ribeirinhas (RODRIGUES, 2009).

Deve-se somar a função hidrológica das florestas ripárias na geração do escoamento direto de microbacias e na contribuição para o aumento da sua capacidade de armazenamento, na manutenção da qualidade d'água por meio da filtração de sedimentos e à retenção, pelo sistema radicular da floresta, de nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres (efeito tampão). Além de proporcionar estabilidade das margens, equilíbrio térmico da água e formação de corredores ecológicos (LIMA; ZACHIA, 2009).

As funções, de elevada importância, desempenhadas pelas florestas ripárias, são motivos suficientes para justificar a necessidade de conservá-las. Apesar da sua importância ambiental e de serem consideradas áreas de preservação permanente (APP) no Brasil, Lei 12.651/2012 (Código Florestal) (BRASIL, 2012), as mesmas sofrem pressões constantes, com processos de urbanização mal planejados, com construções de hidrelétricas, com abertura de estradas em topografia acidentada e com a implantação de culturas agrícolas e de pastagem (MARTINS, 2001).

De acordo com Rodrigues e Gandolfi (2009, p. 235), a agricultura brasileira historicamente tem resolvido o dilema do aumento da produção agrícola, não apenas com o aumento da produtividade dos solos agrícolas já disponíveis, mas principalmente pela expansão das áreas agricultáveis através da abertura de novas fronteiras agrícolas. De acordo com os autores, essa expansão agrícola geralmente se caracteriza pela inexistência ou mesmo ineficiência do planejamento prévio, que permita delimitar áreas que devem ser ocupadas pela atividade agrícola e as áreas que devem ser preservadas em função de suas características ambientais ou mesmo legais.

Percebe-se, portanto, que a abertura de novas fronteiras agrícolas no Brasil não significou necessariamente a disponibilização de áreas com vocação agrícola bem estabelecida, em substituição a vegetação natural. De acordo com Rodrigues e Gandolfi (2009, p. 235), a expansão da fronteira agrícola ocupou no passado áreas agrícolas disponíveis, que anos mais tarde foram abandonadas ou mesmo, subutilizadas em função de práticas agrícolas inadequadas ou da inadequação dessas áreas para a agricultura.

A nova expansão agrícola no Rio Grande do Sul tem avançado sobre a cobertura vegetal natural do bioma Pampa, a qual vem sendo substituída rapidamente pela agricultura comercial, configurando-se em novas perdas de habitats. Sendo assim, é evidente a necessidade de um olhar mais atento dos envolvidos no Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Estado às fisionomias deste bioma. O zoneamento do espaço é um excelente

instrumento de gestão, que permite avançar no planejamento e na definição de estratégias de conservação da natureza e ajustes dos usos reais praticados às potencialidades sugeridas, evitando o uso incorreto da paisagem e fundamentalmente dos solos.

2.3 ANÁLISE DE FLORESTAS

Os processos de manutenção das populações em determinado ecossistema dependem dos estudos de comunidades vegetais (SCHIAVINI; RESENDE; AQUINO, 2001). Os objetivos dos estudos sobre a análise da estrutura e diversidade de florestas, geralmente, são a conservação e restauração, a avaliação de impactos ambientais, a exploração florestal sustentável ou, ainda, avançar no conhecimento científico, cujas conclusões ou previsões poderão dar suporte as decisões ou ações relacionadas (DURIGAN, 2012).

Existem diferentes abordagens no estudo da vegetação que vão desde a descrição florística e identificação da diversidade, passando pela análise da estrutura e aplicação de técnicas multivariadas, até abordagens individuais sobre as espécies (AVILA, 2010).

A forma mais direta e comum de se medir diversidade é medir a riqueza de espécies, que consiste simplesmente no número de espécies que temos numa determinada comunidade ou área de interesse (PEET, 1974; WILSEY et al., 2005). Outra forma de estimar a diversidade é usando os índices de diversidade, sendo os mais comuns os de Shannon e o de Simpson (WOLDA, 1983).

A descrição das comunidades vegetais pode ocorrer por meio de análises como, os descritores fitossociológicos, os quais buscam caracterizar a composição florística, estrutura e diversidade de plantas em um determinado ecossistema (LONGHI et al., 2006), além das relações das espécies com o meio (FELFILI; VENTUROLI, 2000). Tais estudos, conforme Durigan (2012, p. 295), auxiliam na Fitogeografia (são úteis para o mapeamento da ocorrência de espécies e formações vegetais, se analisados em conjunto com outros estudos do gênero), podem contribuir com práticas voltadas à restauração florestal (escolha de espécies para plantio conforme os dados de abundância relativa) e, também, fornecem informações importantes para a conservação da biodiversidade (localização de espécies raras ou ameaçadas, por exemplo).

Para se descrever uma comunidade vegetal, os descritores fitossociológicos comumente utilizados são: densidade, frequência, dominância e valor de importância (DURIGAN, 2012; MARTINS, 1991; MORO; MARTINS, 2001).

O número de indivíduos de determinada espécie por unidade de área é determinado pela densidade. A frequência representa a probabilidade de se encontrar uma espécie numa unidade de amostragem (FELFILI; VENTUROLI, 2000).

A taxa de ocupação do ambiente por indivíduos de uma espécie corresponde à dominância que é representada pela área basal. De acordo com Durigan (2012, p. 303), a área basal é o melhor descritor para caracterizar estruturalmente uma comunidade e para fazer comparações entre comunidades, pois, relaciona-se diretamente com a biomassa da vegetação, que por sua vez, exerce influência sobre o microclima (luminosidade e temperatura), a interceptação da água da chuva e a disponibilidade de abrigo e alimento para a fauna.

Outro descritor das comunidades vegetais é o Valor de Importância (VI) que representa a soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência. Tal parâmetro é muito utilizado na diferenciação de florestas, permitindo relacionar a hierarquização das espécies com fatores ambientais (MARTINS, 1991).

De acordo com Durigan (2012, p. 297), a caracterização estrutural ou fitossociológica de comunidades vegetais, para que resulte em estudos científicos relevantes, só tem sentido se vinculada à análise dos fatores naturais ou antrópicos que determinam ou modificam sua estrutura e composição. Sendo assim, a vegetação, também pode ser analisada, por meio do estudo das diferentes unidades ambientais que existem em uma determinada área, as quais apresentam espécies que as caracterizam. A identificação destes padrões, com suas respectivas espécies preferenciais, pode auxiliar na determinação de práticas para manejo, conservação e escolha de espécies para recuperação ambiental (FELFILI; SEVILHA, 2001).

Os indivíduos vegetais, portanto, vivem em habitat adequado ao seu desenvolvimento, existindo uma correlação entre distribuição da vegetação e as condições ambientais, com isso, a autoecologia e dinâmica das espécies variam, pois as mesmas apresentam um intervalo de tolerância para fatores ambientais (RICKLEFS; MILLER, 1999). Estes limites não são súbitos e as espécies ocorrem ao longo de um gradiente, diminuindo a sua densidade à medida que se afastam da situação excelente (MATTEUCCI; COLMA, 1982).

Dentre esses elementos ambientais, a adaptação das espécies aos diferentes regimes de luminosidade é importante, principalmente na fase juvenil, por condicionar mudanças morfogênicas e fisiológicas na sua estrutura e função, determinando o sucesso ou não da regeneração (MACIEL et al., 2002).

Estudos mostram que em geral, 80% da radiação solar incidente é interceptada pelas copas das árvores e menos de 5% chega ao piso da floresta (SILVA, 2007). Em dossel muito denso, a quantidade de radiação que alcança a superfície, próximo ao chão da floresta, pode

ser bastante reduzida. Portanto, a quantidade e a qualidade da luz, no ambiente florestal, podem ser modificadas antes de atingir o solo da floresta, fazendo com que as espécies apresentem adaptações para o crescimento sob maior ou menor influência da luminosidade.

Espécies de rápido crescimento podem aumentar inúmeras vezes sua taxa fotossintética e de germinação, recrutando e desenvolvendo com a incidência de maior intensidade luminosa. No outro extremo, estão as plantas de crescimento lento que apresentam adequações a ambientes sombreados, com maior área foliar, aproveitando ao máximo a quantidade de luz presente no sub-bosque (MELO et al., 2004).

As florestas tropicais têm na ocorrência de clareiras naturais, a base para a renovação de sua composição florística. Nesses ambientes, geralmente, a vegetação é diferenciada pelas mudanças no ambiente físico. A quantidade de radiação que chega ao piso florestal é o primeiro fator observado nesses ambientes, acompanhado da temperatura, umidade e de fatores bióticos, os quais podem ser bruscamente modificados dependendo da intensidade do distúrbio provocado (JARDIM; SERRÃO; NEMER, 2007).

Além dos fatores descritos anteriormente, a probabilidade de sobrevivência das plantas é determinada pelo balanço entre a quantidade de água absorvida pelas raízes e o que é perdido pela evapotranspiração. Tal motivo faz com que as espécies demonstrem adaptações para evitar a perda excessiva de água, como a queda das folhas na estação mais seca e o fechamento dos estômatos, durante os períodos mais quentes do dia (MELO et al., 2004).

A vegetação também é influenciada pelas características do solo e relevo, no qual a mesma se desenvolve. A importância do solo está intimamente atrelada ao fato deste se apresentar como um corpo natural integrado ao ecossistema, tanto é, que a composição de uma floresta assim como, a sua estrutura é diretamente influenciada pelas propriedades do solo (PIRES-O'BRIEN; O'BRIEN, 1995). Estudos apontam que a profundidade do solo afeta o desenvolvimento e o crescimento das árvores, pois é a porção do solo sujeita de ser preenchida pelas raízes. Além disso, a estrutura física influencia a umidade, propriedades químicas e aeração do solo e, conseqüentemente, o desenvolvimento da planta (SPURR; BARNES, 1980).

2.4 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO E DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA

No início, os estudos fitossociológicos em florestas tropicais se associavam a identificação de espécies e formas de vida, passando a classificação empírica dos ecossistemas florestais (estádios sucessionais) e, posteriormente, iniciou-se o uso de métodos

para o conhecimento sobre a estrutura da vegetação. As técnicas de análise multivariada, como a ordenação, que permitiram melhorar o entendimento sobre as variações florísticas e suas associações com os fatores ambientais, tiveram início na década de 70 (RICHARDS, 1998).

Recomenda-se o uso de técnicas de análise multivariada, toda vez que mais de uma característica é mensurada em determinado número de indivíduos simultaneamente, pois, esta identifica de forma eficiente as relações entre a estrutura da vegetação e as variáveis ambientais (GAUCH, 1982). Portanto, as técnicas multivariadas possibilitam demonstrar quais são os principais padrões de similaridade, de associação e de correlação entre as variáveis estudadas, o que subsidia a análise mais detalhada da relação entre as espécies e o ambiente.

A classificação por meio de técnicas multivariada busca agrupar amostras ou espécies que apresentam características semelhantes, podendo ser aplicada quando o objetivo é descrever a vegetação (MATTEUCCI; COLMA, 1982). Enquanto, a ordenação é utilizada em estudos de gradientes e dispõe as parcelas e espécies ao longo de eixos, sendo que a posição das mesmas é determinada pelas suas características e pela sua distribuição entre as amostras, respectivamente.

O TWISNPAN (Two-Way Indicator Species Analysis) é um método de classificação hierárquico, divisível e politético. Hierárquico, porque os resultados são exibidos em dendrogramas que mostram o grau de similaridade e/ou dissimilaridade entre as parcelas; divisivo, porque inicia da população total e a divide, progressivamente, em pequenos grupos; e, politético, porque a distribuição dos indivíduos nos grupos baseia-se no uso de todas as variáveis (ex. parcelas e espécies), ao mesmo tempo (KENT; COKER, 1992).

Nesse método de classificação hierárquico as divisões são realizadas de forma sucessiva, devendo o pesquisador avaliar o significado ecológico das divisões. Isto pode ser definido através da avaliação dos dados no campo e da análise do autovalor (HILL, 1979). Para cada divisão é calculado um autovalor, que representa a contribuição relativa de cada componente para a explicação do total da variação dos dados ao modelo de ordenação. Quando o autovalor é superior a 0,3, o componente é considerado relevante na determinação da variação dos dados (FELFILI et al., 2007).

A análise, por meio do TWINSPAN, presume a formação de uma matriz a partir dos dados obtidos no inventário da vegetação, associando as parcelas (linhas) e a densidade para cada espécie (colunas) (AVILA, 2010). As espécies com baixo número de indivíduos devem

ser desconsideradas, pois, apresentam pouca ou nenhuma influência sobre os resultados (GAUCH, 1982).

No TWINSpan, cada agrupamento difere do outro, em função das espécies que os caracterizam, tendo como base a presença e ausência de pseudoespécies na parcela (KENT; COKER, 1992). Ou seja, a classificação da vegetação por este método permite identificar agrupamentos e suas respectivas espécies indicadoras e preferenciais (AVILA, 2010).

As pseudoespécies indicadoras ocorrem exclusivamente em um dos lados da divisão, enquanto as espécies preferenciais apresentam duas vezes mais chance de ocorrer de um lado da divisão do que de outro. O cálculo do grau de preferência depende do número de parcelas existente no grupo, havendo três categorias: preferenciais positivas, preferencias negativas e não preferenciais (KENT; COKER, 1992).

O TWINSpan apresenta no resultado final, uma tabela de duas entradas, na qual as espécies são distribuídas no lado esquerdo (linhas), ao mesmo tempo em que as parcelas são dispostas no topo (colunas). São descritos, no interior, os valores das classes de abundância (pseudoespécies) das espécies em cada parcela. O conjunto de valores de 0 a 1, no lado direito e abaixo da tabela, define o dendrograma de classificação para as espécies e parcelas (HILL, 1979; McCUNE; MEFFORD, 1999).

Oliveira et al. (2015, p. 253) ao pesquisarem a correlação da composição e da estrutura do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, das nascentes do rio Ibirapuitã, com os fatores edáficos, encontraram um forte gradiente que influenciou a distribuição de algumas das mais abundantes espécies nos diferentes ambientes da floresta.

Neste contexto, a técnica de análise multivariada que possibilita uma análise de ordenação direta dos gradientes ambientais, explicando a distribuição das espécies em relação às variáveis levantadas é a Análise de Correspondência Canônica (CCA). Este método faz uso de duas matrizes para a obtenção de suas correlações: a primeira contém dados compostos por linhas que identificam as parcelas e, as colunas, representam as espécies, com o número de indivíduos presentes em cada uma; a segunda matriz compreende os dados de ocorrências das variáveis ambientais (colunas) levantadas em cada parcela (linhas) (MC CUNE; MEFFORD, 1997).

A CCA é um método que tem como princípio básico desenvolver uma combinação linear de cada conjunto de variáveis ambientais para maximizar a correlação entre ambas, envolvendo a obtenção de um conjunto de pesos para as variáveis dependentes e independentes de onde provém à correlação máxima entre esse conjunto de variáveis dependentes e independentes (HAIR et al., 1998).

Adicionalmente ao método de CCA, efetua-se o Teste de Permutação de Monte Carlo que consiste na permutação aleatória das linhas da matriz das variáveis ambientais, com o objetivo de testar a significância de correlação entre as duas matrizes, identificando a possibilidade de acerto da relação encontrada entre as matrizes originais (SOUZA et al., 2003)

2.5 MECANISMOS DE REGENERAÇÃO

O estado de conservação de um ecossistema e a sua capacidade de autoregeneração ou resiliência é indicada pela riqueza de espécies encontradas na chuva de sementes (CS), no banco de sementes no solo (BSS) e no banco de plântulas (BP).

2.5.1 Chuva de sementes

A regeneração nas florestas tropicais está intimamente ligada ao recrutamento de novos indivíduos, decorrente, sobretudo, da entrada de sementes no ecossistema (PENHALBER; VANI, 1997). Esse mecanismo funcional é determinado por meio da chuva de sementes, que é definida como a entrada de sementes em um habitat durante determinado período de tempo, independente da forma de dispersão (HARDESTY; PARKER, 2002; MELO; DIRZO; TABARELLI, 2006). Battilani (2010, p. 1) observa que a chuva de sementes não pode ser associada diretamente a dispersão, pois, a dispersão de sementes é o movimento das sementes para longe das plantas parentais enquanto, a chuva de sementes é o fluxo de sementes de plantas em reprodução que chegam ao chão de determinada área (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000).

A chegada de sementes em áreas favoráveis a sua germinação, via chuva de sementes, significa o começo da segunda fase do ciclo reprodutivo das plantas (NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000; WANG; SMITH, 2002), representando, a principal fonte de regeneração das espécies de florestas tropicais (BENÍTEZ-MALVIDO; MARTÍNEZ-RAMOS; CECCON, 2001; LOISELLE, RIBBENS, VARGAS, 1996).

A geração de propágulos está associada a eventos fenológicos de reprodução e frutificação, sendo assim, depende da fecundidade das espécies na comunidade vegetal (FENNER, 1985; SCHEN et al., 2007). Portanto, características como o tempo e a frequência de reprodução, são estratégias reprodutivas das plantas, podendo, a reprodução das espécies em uma comunidade vegetal, ser anual e contínua ou irregular, com intervalos de muitos anos (FENNER, 1985). Percebe-se assim, que a composição e a abundância da chuva de sementes

é totalmente dependente das características da reprodução e dispersão das plantas (BATTILANI, 2010).

A composição da chuva de sementes, frequentemente é similar a composição florística da comunidade vegetal e da paisagem local, podendo ser passiva ou ativa (GARCIA; OBESO; MARTINEZ, 2005; PEREIRA; MANTOVANI, 2001). Considera-se passiva ou coespecífica, quando a mesma é composta por sementes autóctones que caem direto das plantas frutificando no local, e ativa, quando é formada por sementes alóctones provenientes de plantas distantes que são ativamente dispersas por agentes bióticos e abióticos.

Para que ocorra o transporte dos propágulos até o chão de determinada comunidade de plantas, seja esta de floresta ou campo, existem os mecanismos de dispersão que acabam caracterizando diferentes espécies de plantas e também de estratégias de dispersão (HOWE; SMALLWOOD, 1982; SPINA; FERREIRA; FILHO, 2001; VAN DER PIJL, 1972). Portanto, a função de distribuir os diásporos no ambiente está na interação dos vegetais com fatores bióticos e abióticos do ecossistema, que por sua vez garantem a perpetuação da espécie.

A partir das características morfológicas das unidades de dispersão das plantas, é possível classificar as espécies como: anemocóricas (transporte pelo vento); zoocóricas (dispersas por animais); autocóricas (mecanismos explosivos de dispersão) e hidrocóricas (dispersas via meio aquático). A zoocoria é a síndrome de dispersão mais frequente em florestas tropicais, podendo chegar a 90% das espécies (MORELLATO; LEITÃO, 1992).

Para Battilani (2010, p. 1), a privação de fontes de propágulos e o decréscimo na reprodução das plantas geram a restrição na dispersão de sementes e uma baixa atividade de agentes dispersores, havendo, conseqüentemente, uma diminuição do fluxo de sementes nas comunidades de plantas.

2.5.2 Banco de sementes do solo

O banco de sementes do solo (BSS) é um estoque de sementes dormentes, mas potencialmente capazes de germinar e substituir plantas adultas anuais ou perenes que desapareceram por causa natural ou não, por doenças, distúrbios ou consumo por animais (GRIME, 1989). Este estoque de sementes viáveis no solo é encontrado desde a superfície (serapilheira) até as camadas mais profundas (ALMEIDA-CORTEZ, 2004).

O BSS persistente é composto por sementes de espécies pioneiras que apresentam dormência facultativa e permanecem viáveis no solo por mais de um ano. As espécies

arbóreas pioneiras são normalmente encontradas em maiores densidades no BSS, em função de suas características de grande produção de sementes, eficiente dispersão e dormência das sementes (DALLING, 2002). Ocorrem também no banco de sementes aquelas que permanecem por período menor de tempo, formando o BSS transiente do solo, comumente formado por espécies que não apresentam dormência (FENNER; THOMPSON, 2005). A viabilidade e dormência inerente de cada espécie aliadas a fatores ambientais, proporciona a longevidade das sementes no banco de sementes, sendo a dormência um mecanismo evolutivo que oportuniza a sobrevivência desses propágulos (POPINIGIS, 1985). Esta característica garante que o desenvolvimento do propágulo somente ocorrerá em um período adequado.

O BSS como todo sistema dinâmico possui entradas e saídas. As entradas ocorrem via chuva de sementes, resultado de eficientes mecanismos de dispersão, e as saídas, ocorrem por meio da germinação, predação e deterioração ou morte das sementes. Esses fatores determinam a quantidade de sementes no solo (GARWOOD, 1989), que serão estimuladas a germinação e darão início ao banco de plântulas e ao processo de regeneração (FENNER, 1985).

A constituição do BSS pode retratar o histórico sucessional da vegetação e, comumente, as espécies dos estádios iniciais apresentam maior longevidade e contribuem para a sua composição (AVILA, 2010). Esse mecanismo demonstra potencial para recolonização do ambiente, caso o mesmo venha a sofrer com algum tipo de distúrbio como o corte e a queima de árvores e arbustos e a abertura de clareiras, em função da queda de uma ou mais árvores do dossel (HARPER, 1977). Torna-se possível prever, por meio da análise de banco de sementes no solo, o potencial florístico da vegetação no processo de sucessão (ROIZMAN, 1993) ao longo do tempo.

Dessa forma, esse mecanismo está envolvido em, pelo menos, quatro processos nos níveis de população e de comunidade, que são: o estabelecimento de populações, a manutenção da diversidade de espécies, o estabelecimento de grupos ecológicos e a restauração da riqueza de espécies durante a regeneração da floresta após distúrbios naturais ou antrópicos (GARWOOD, 1989; HARPER, 1977).

O estudo do BSS, quantitativamente e qualitativamente, é realizado por meio da coleta de material do solo da floresta colocando-o em condições favoráveis à germinação de sementes (AVILA, 2010; ARAÚJO et al., 2004; CALDATO et al., 1996; CHAMI, 2008; CHAMI et al., 2011; SCCOTI, 2009; SCOOTI et al., 2011).

2.5.3 Banco de plântulas e regeneração natural estabelecida

Os propágulos componentes do banco de sementes, uma vez germinados, irão compor o estrato regenerante de uma comunidade vegetal. Portanto, o processo evolutivo da vegetação até a formação de uma vegetação adulta é definido como regeneração natural (POGGIANI, 1989), isto é, refere-se a vegetação jovem ou que ocupa o sub-bosque da floresta e permite a autoperpetuação da comunidade vegetal no tempo (RODRIGUES et al., 2009).

Para o estágio plântula, existem cinco fases de desenvolvimento, que são: estágio de semente, desde a maturação até a germinação; fase de expansão da plântula, entre a germinação, emissão da radícula e cotilédones; estágio de reserva da semente, quando a plântula ainda depende da reserva; estágio autônomo, quando o indivíduo começa a depender das reservas produzidas na fotossíntese; e estágio juvenil, no qual estão contidos muitos indivíduos, desde os mais jovens até aqueles que estão passando para a população adulta (GARWOOD, 1996).

Na análise da regeneração natural de uma comunidade vegetal, o banco de plântulas representa um grupo de indivíduos que pode já ter passado pelo estágio de reserva. No entanto, é importante salientar que esse conceito diverge da definição fisiológica, na qual se define que um vegetal é considerado plântula enquanto depender das reservas da semente ou apresentar uma fração significativa de sua biomassa ou estrutura funcional, proveniente das reservas da semente (MELO et al., 2004).

No banco de plântulas, somente uma pequena parcela de indivíduos arbóreo-arbustivos, entre 0 e 10 cm, sobrevive até atingir as classes de maior diâmetro (ALDER; SYNNOTT, 1992). Isto ocorre devido a associação da fragilidade desses indivíduos com a complexidade das influências do meio sobre eles.

A presença ou ausência, assim como a densidade de mudas de uma espécie na regeneração natural, resulta da disponibilidade de sementes que apresentam condições adequadas para a sua germinação e recrutamento. Sendo assim, o desempenho de um dado indivíduo, de uma determinada espécie, na condição de plântula irá determinar se o mesmo irá alcançar o dossel da floresta (HARPER, 1977). Por isso, a importância dos estudos do estrato regenerativo, pois, o sucesso das iniciativas de restauração, por exemplo, depende da identificação das limitações críticas ao estabelecimento de plântulas.

Além do banco de plântulas, é de extrema importância a avaliação dos indivíduos em desenvolvimento avançado, os quais igualmente estabelecem a regeneração natural do

ecossistema (AVILA, 2010). O banco de plântulas, agregado a regeneração avançada, é importante para o recrutamento das espécies tropicais, principalmente aquelas em estágio sucessional mais avançado, que podem conter um grande número de plantas com desenvolvimento suprimido no sub-bosque (BAZZAZ, 1991).

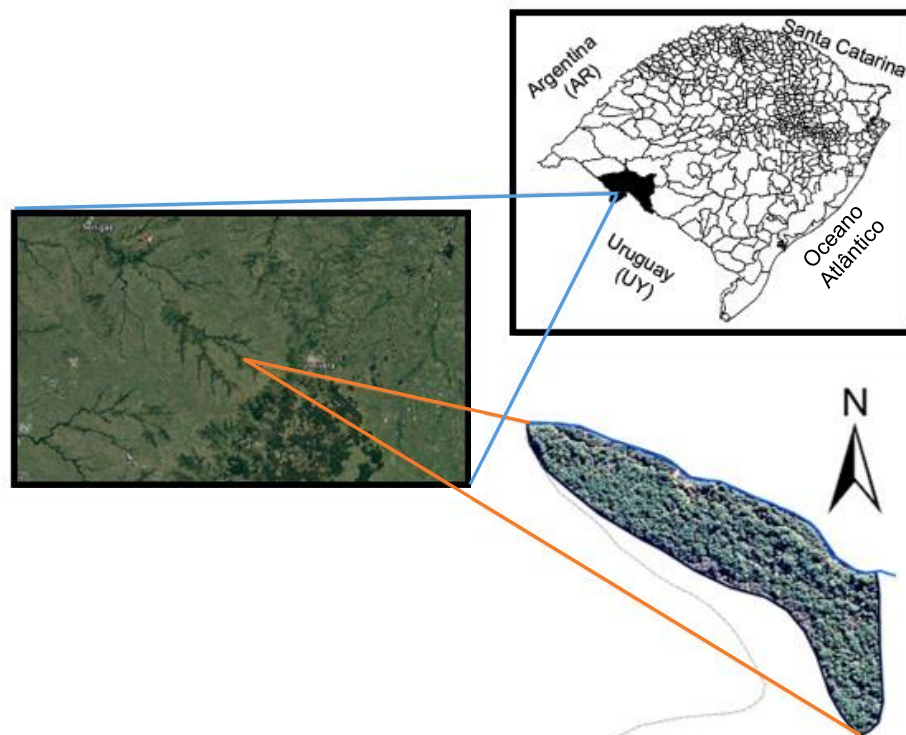
Estudos realizados no Rio Grande do Sul estabeleceram como critérios para análise do banco de plântulas a entrada de indivíduos com diâmetro a 1,3 m do solo (diâmetro a altura do peito - DAP) menor que 1 cm e altura igual ou maior que 20 ou 30 cm (AVILA et al., 2013; CHAMI et al., 2011; SCOTTI et al., 2011). Caldato et al. (1996, p. 29) consideraram como regeneração natural todos os indivíduos com altura superior a 10 cm e DAP inferior a 10 cm e Alvarenga et al. (2006, p. 361) avaliaram indivíduos com altura maior que 10 cm e DAP < 5 cm. Utilizando o termo regeneração natural avançada, Callegaro et al. (2012, p. 316) consideraram indivíduos com altura igual ou superior a 1,5 m e DAP < 10 cm.

3 METODOLOGIA GERAL

3.1 CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O arroio Espinilho, localizado no município de Sant’Ana do Livramento, pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí, situada a sudoeste do Rio Grande do Sul e integrante do Bioma Pampa, região da Campanha Gaúcha (IBGE, 2006), cuja vegetação ciliar insere-se na Região Fitoecológica da Savana-Estépica. A presente pesquisa foi realizada em um trecho de floresta ribeirinha deste arroio, inserida nas coordenadas: 30°52’44”S e 55°51’28”O e 30°52’49”S e 55°51’26”O (Figura 1).

Figura 1 – Localização do município de Sant’Ana do Livramento/RS e do trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

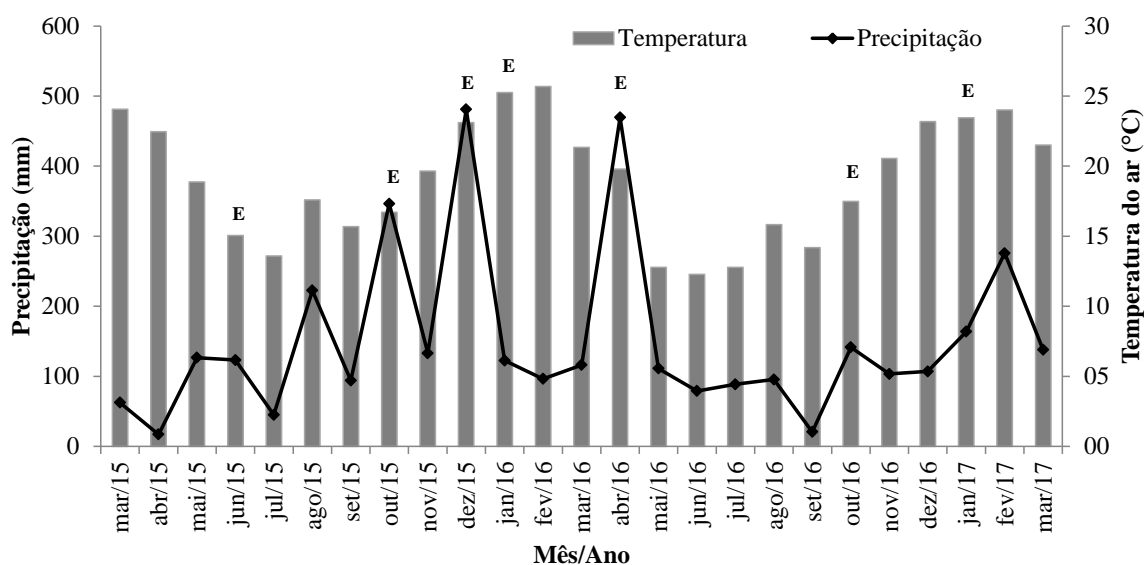
Na execução da atualização do mapeamento das Regiões Fitoecológicas do Estado (IBGE, 1986), Cordeiro e Hasenack (2009, p. 295) ampliaram a delimitação da Savana-Estépica, na qual a região do presente estudo está inserida. Nesta região há predominância de uma paisagem campestre, verificando-se a ocorrência de formações florestais nas áreas de

drenagens entre coxilhas, nas encostas e bases de tabuleiros e, notadamente ao longo dos rios (OLIVEIRA et al., 2015). As formações ribeirinhas nesta região foram classificadas de acordo com Cordeiro e Hasenack (2009, p. 295), como pertencentes ao Bloco Ciliar da Floresta Estacional Decidual. No aspecto geral, a floresta do presente estudo apresenta-se em bom estado de conservação.

O clima da região é classificado como Cfa (Subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes) (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 17,8 °C e a precipitação pluviométrica anual média em torno de 1.700 mm (MATZENAUER; RADIN; ALMEIDA, 2011).

A Figura 2 apresenta as condições meteorológicas ocorridas durante o período de estudo, que foi de março de 2015 a março de 2017. Os dados de temperatura (coletados a 98 metros de altura) foram obtidos na Estação Meteorológica da Eletrosul – Sant’Ana do Livramento, e os dados de precipitação, foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Uruguaio de Meteorologia (INumet) de Rivera/Uruguai. Na mesma figura, é possível verificar os meses em que ocorreram enchentes (E) (extravasamento do arroio), a partir de observações realizadas na área de estudo.

Figura 2 – Variáveis climáticas de precipitação (mm) e temperatura (°C); e meses com extravasamento (E) do arroio Espinilho, nos meses de março de 2015 a março de 2017. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

Toda a região da Campanha tem ampla dominância de Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (Unidade Pedregal), normalmente situados em relevo suave ondulado e também ocorrendo em áreas com relevo forte ondulado em associação com afloramentos de rocha. Associados a estes, ocorrem Chernossolos Ebânicos Carbonáticos Vertissólicos (Unidade Uruguaiana) em áreas quase planas, expressivas na calha dos rios Quarai e de outros rios da região (STRECK et al., 2008).

3.2 ESTUDO DA VEGETAÇÃO

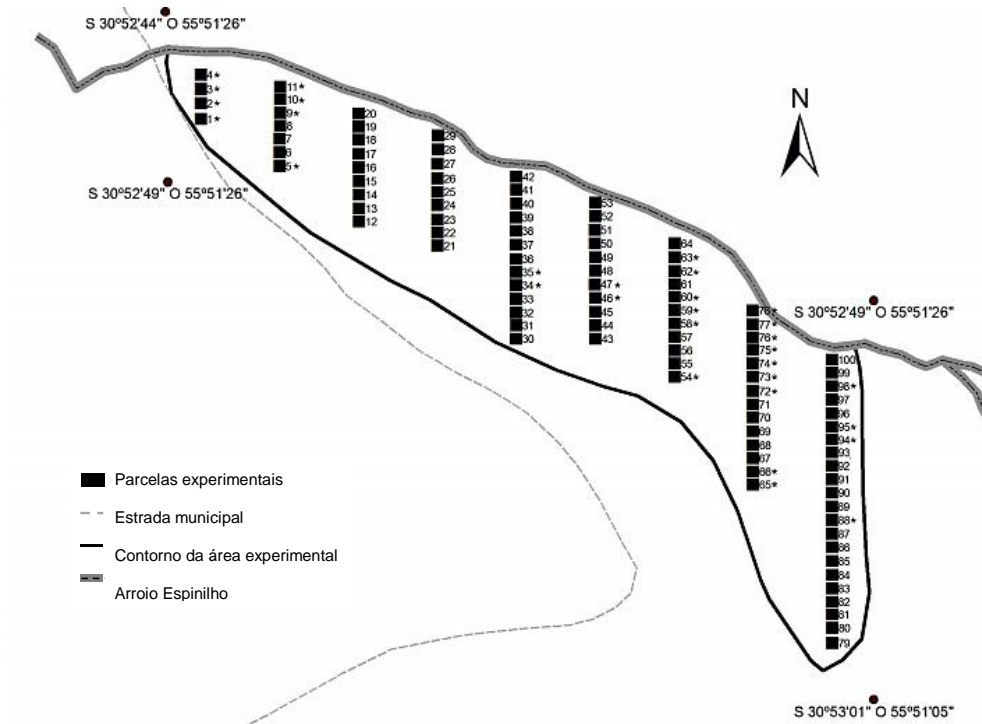
3.2.1 Amostragem

A amostragem da vegetação foi realizada por meio de faixas sistemáticas e perpendiculares à margem do arroio. A distância entre as faixas foi de 50 m e a largura de 10 m, sendo que cada faixa foi subdividida em parcelas de 10 m × 10 m (ARAÚJO et al., 2004; ARAÚJO et al., 2016; AVILA et al., 2011). O total de parcelas amostradas foi 100 (I faixa: 4 parcelas; II faixa: 7 parcelas; III faixa: 9 parcelas; IV faixa: 9 parcelas; V faixa: 13 parcelas; VI faixa: 11 parcelas; VII faixa: 11 parcelas; VIII faixa: 14 parcelas e IX faixa: 22 parcelas), totalizando 1 ha amostrado (Figura 3). O comprimento das faixas variou conforme a comprimento da floresta. Cada faixa foi instalada de forma a amostrar o dique, o meio e a borda da mata.

O trecho de floresta ribeirinha apresenta em seu interior canais e concavidades. Estes em períodos de precipitações mais intensas permanecem cheios de água por dias ou semanas, dependendo das condições climáticas e volume de precipitação. As parcelas que apresentam canais e concavidades na área são: 01, 02, 03, 04, 05, 09, 10, 11, 34, 35, 46, 47, 54, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 88, 94, 95 e 98 (Figura 3).

A vegetação estudada foi representada por indivíduos com altura maior ou igual a 10 cm, abordados em três classes de tamanho (CALLEGARO et al., 2017, SCOTTI et al., 2011): **Componente arbóreo:** indivíduos com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) medido a 1,3 m de altura do solo, igual ou maior que 5 cm ($DAP \geq 5$ cm), observados nas unidades de 10 m × 10 m. Nesta classe, foram considerados indivíduos de espécies arbóreas e arbustivas, os quais foram identificados e avaliados quanto ao DAP e a altura, a última medida com auxílio de um hipsômetro vertex IV.

Figura 3 – Croqui das parcelas amostradas em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

No componente regenerante consideraram-se indivíduos arbóreos e arbustivos com h (altura) ≥ 10 cm e DAP (diâmetro a altura do peito) < 5 cm, divididos em duas classes de tamanho.

Banco de Plântulas/BP (Classe I): indivíduos com altura (h) igual ou maior que 10 cm e menores que 1 m ($0,1 \text{ m} \leq h < 1,0 \text{ m}$), observados em subunidades de $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ (4 m^2). Estas subunidades foram demarcadas dentro das subunidades de $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$. Nesta classe foram considerados os indivíduos de espécies arbóreas e arbustivas, os quais foram identificados e medida apenas a altura com auxílio de uma régua (Figura 4).

Regeneração Natural Estabelecida/RNE (Classe II): indivíduos com DAP menor que 5 cm e altura maior ou igual a 1 m ($\text{DAP} < 5 \text{ cm}$ e $h \geq 1,0 \text{ m}$), observados em subunidades de $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ (25 m^2). Estas subunidades foram locadas no meio das unidades de $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$. Nesta classe foram considerados os indivíduos de espécies arbóreas e arbustivas, os quais foram identificados e medidos, a altura e o DAP, o último medido apenas quando o indivíduo apresentava altura superior a 1,30 m.

Figura 4 – (A) Delimitação da subunidade amostral da Classe I e (B) identificação e medição dos indivíduos observados nas subunidades da Classe I em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

3.2.2 Mecanismos de Regeneração

3.2.2.1 Chuva de sementes

A avaliação da chuva de sementes foi realizada a partir da disposição aleatória de um coletor circular dentro de cada unidade amostral de 10 m × 10 m, totalizando 100 coletores na área. Todos os coletores possuem área interna de 0,5 m² e profundidade de bojo de aproximadamente 15 cm, suspensos a 80 cm do solo por meio de estacas de madeira (Figura 5), a fim de evitar a coleta de sementes de espécies herbáceas, conforme metodologia utilizada por Pivello et al. (2006, p. 848). Os coletores foram confeccionados com arame, tela de mosquiteiro, linha de pesca e madeira para dar suporte ao coletor.

A coleta do material depositado considerou o fluxo mensal (ARAÚJO et al., 2004; AVILA, 2010; AVILA et al., 2013), cujos propágulos depositados foram armazenados em sacos plásticos, etiquetados com o número do coletor e levados para a separação das sementes. O estudo foi conduzido durante dois anos, de 16 de abril de 2015 a 16 de março de 2017.

Figura 5 – (A) Coletor de semente e (B) realização das coletas mensais de sementes em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

No laboratório de Fitotecnia do Instituto Federal Farroupilha/Alegrete, as sementes visíveis foram separadas da serapilheira para então, serem identificadas e contadas (Figura 6). Mensalmente as sementes novas foram cadastradas, numa ficha de registro, com o número da espécie e de sementes.

Para identificação, foram realizadas pesquisas em literaturas ilustradas, consultas a especialistas, identificação in loco (quando as espécies ainda se encontravam com o fruto) e semeadura. Quando foram encontrados frutos intactos, contavam-se as sementes.

Figura 6 – Triagem das sementes oriundas da chuva de sementes de um trecho de floresta ribeirinha para posterior contagem e identificação. Alegrete/RS. 2017.

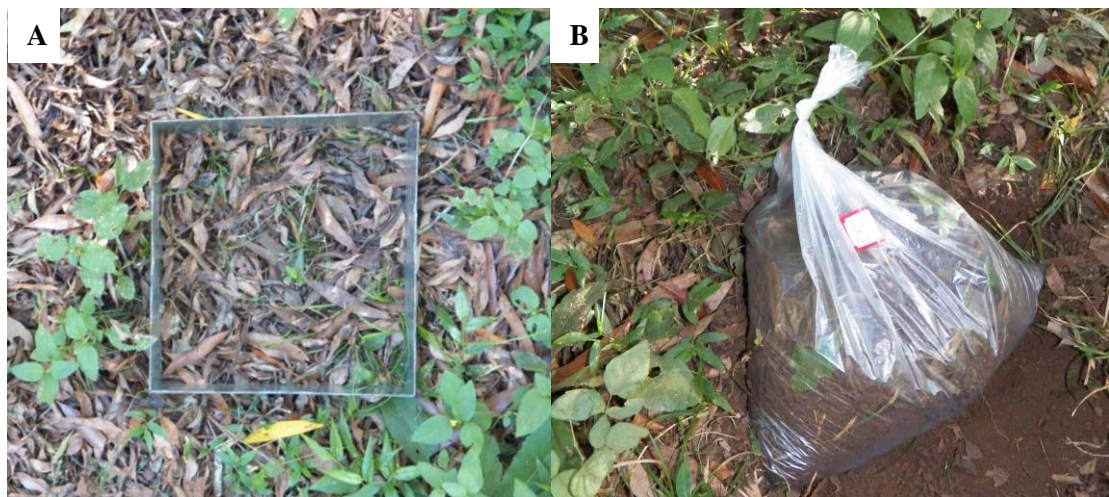


Fonte: Autora.

3.2.2.2 Banco de sementes do solo

Para o estudo da densidade e composição do banco de sementes do solo, foram coletadas aleatoriamente 100 amostras de solo dos primeiros 5 cm de profundidade, para isso utilizou-se um gabarito de ferro de 25 cm × 25 cm (0,0625 m²) (Figura 7) (CHAMI et al., 2011; SOUZA et al., 2006), desconsiderando a camada de serapilheira.

Figura 7 – (A) Gabarito utilizado para a coleta do banco de semente do solo em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho e (B) detalhe da amostra de solo coletada, armazenada em saco plástico e devidamente identificada. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

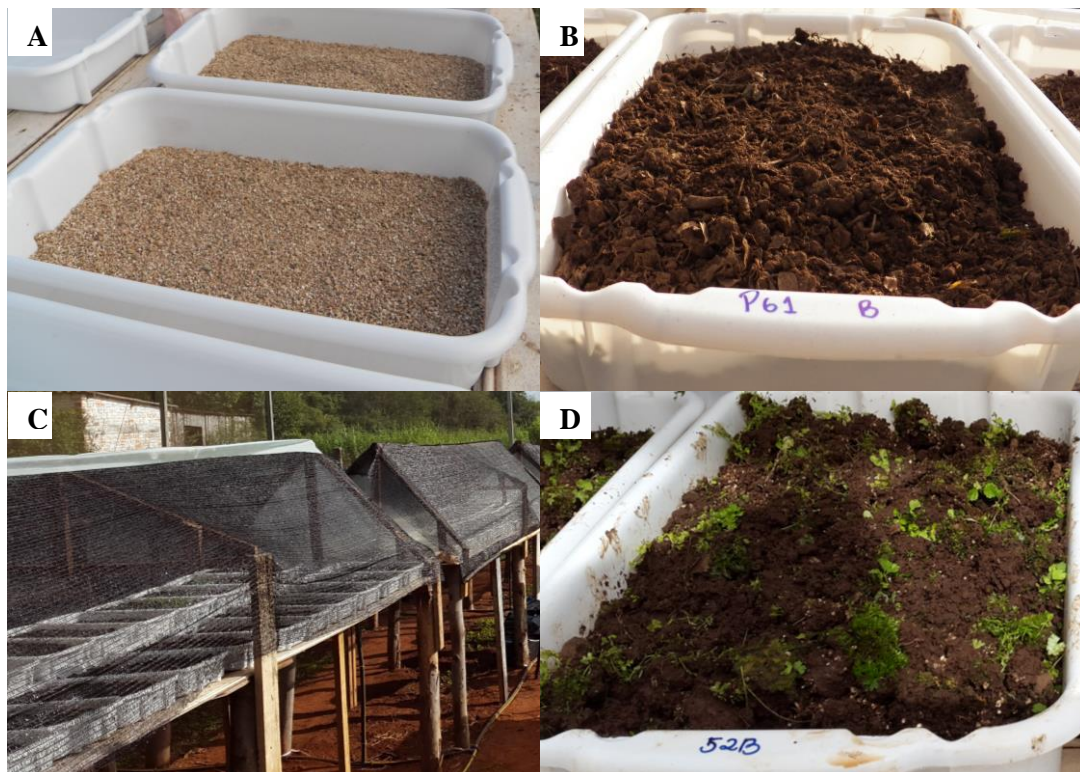
Os pontos de coleta localizaram-se próximos aos coletores de sementes. Consideraram-se os coletores como referência para a amostragem e então, sorteou-se o local de coleta nos pontos cardeais: norte, sul, leste e oeste de cada coletor.

Durante a coleta de solo no campo, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente etiquetados com o número da parcela e orientação do ponto de coleta. Logo após, as amostras foram encaminhadas a casa de vegetação do Instituto Federal Farroupilha/Alegrete onde o material foi espalhado sobre 3 cm de vermiculita e mantidas em bandejas plásticas, estas continham algumas perfurações no fundo para eliminação do excesso de água.

As bandejas foram cobertas por sombrite (50%) para evitar contaminação por propágulos externos (Figura 8). A distribuição das amostras foi feita de forma aleatória e

foram utilizadas sete testemunhas para verificar a contaminação por propágulos externos (ARAÚJO et al., 2004; CHAMI, 2008; SCOTTI, 2009).

Figura 8 – Detalhes da montagem do experimento de monitoramento do banco de sementes do solo: (A) base de 3 cm de vermiculita espalhada nas bandejas; (B) solo espalhado sobre a vermiculita; (C) cobertura das bancadas com sombrite de 50% para evitar possíveis contaminações e (D) revolvimento do solo realizado no quinto mês de experimento. Alegrete/RS. 2017.



Fonte: Autora.

O experimento foi conduzido por seis meses com irrigação e monitoramento diários. A análise do mesmo se deu mensalmente após a sua instalação, realizando-se a identificação, quando possível, e quantificação dos propágulos germinados. No quinto mês realizou-se o revolvimento do solo favorecendo eventual estímulo de germinação.

A identificação das espécies foi feita por consulta à bibliografia específica, por comparação com o material de herbário ou com auxílio de especialistas. Os indivíduos foram classificados conforme a sua forma de vida em: árvore (vegetal lenhoso com altura maior que 5 m e fuste principal bem definido), arbusto (vegetal lenhoso com menos de 5 m de altura, ramificado desde a base) e herbácea (vegetal não lignificado, nesta classe incluiu-se também gramíneas e cipós) (FONT-QUER, 1989).

Foi verificado o grupo ecológico das espécies pertencentes à forma de vida árvore e arbusto, que obtiveram identificação completa, seguindo a classificação: pioneira (Pi), dependente de luz (DL) e tolerante a sombra (TS) (SWAINE; WHITMORE, 1988).

A análise dos dados foi feita a partir do número total de sementes germinadas por unidade de área (m²). Posteriormente, foram calculadas a densidade e a frequência absoluta para os dados. A densidade de germinação, no tempo e o potencial florístico, quanto à forma de vida, foram representados graficamente.

3.2.3 Amostragem das Variáveis Ambientais

As variáveis ambientais utilizadas no estudo incluíram características topográficas (declividade e cota altimétrica), abertura de dossel, características edáficas, umidade do solo e espessura da serapilheira.

Para a determinação das características físicas e químicas do solo, foram coletadas 50 amostras com trado holandês, compostas por 5 sub-amostras de solo, na profundidade de 0-20 cm. Para a análise química do solo as amostras foram enviadas ao Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e analisadas conforme Tedesco, Volkweiss e Bohnen (1995). As variáveis analisadas foram: pH em água, níveis de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), enxofre (S), fósforo (P- Mehlich), potássio (K), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (Bo), ferro (Fe), manganês (Mn) e sódio (Na); potencial ácido (Al + H), saturação de Bases (S), soma de bases (V), capacidade de troca de cátion (CTC efetiva), matéria orgânica (MO) e relações molares $[Ca/Mg]/K$ e $K/[(Ca/Mg)^{1/2}]$. A granulometria da fração fina (% de areia, % argila e % de silte) foi realizada pelo Laboratório de Análises de Solos do Instituto Federal Farroupilha/São Vicente utilizando o método da pipeta, conforme procedimentos descritos pela Embrapa (1997).

Para a determinação da umidade do solo (Figura 9), também foram coletadas 50 amostras de solo, utilizando-se uma pá de corte na profundidade de 0-20 cm. O método utilizado para isso foi o termogravimétrico (EMBRAPA, 1997), que consiste em pesar a massa de solo úmido (Mu) e em seguida secá-lo em estufa a 105–110 °C por 24 horas, e após, determinar sua massa seca (Ms). A análise de umidade do solo foi realizada no Laboratório de Solo do Instituto Federal Farroupilha/Alegrete.

Figura 9 – Coleta do solo para teste de umidade: (A) e (B) coleta e preparo do solo para ser transportado até o laboratório. (C) e (D) Procedimentos de pesagem e de secagem do solo para posterior determinação da umidade do solo. Sant’Ana do Livramento/RS e Alegrete/RS. 2017.



Fonte: Autora.

A profundidade do solo foi obtida com o auxílio de um trado holandês e uma régua, sendo realizada uma perfuração no centro de cada parcela de 10 m × 10 m. Quando a mudança de profundidade era muito brusca entre uma parcela e outra, realizava-se mais uma tradagem dentro da unidade, obtendo-se a profundidade média do solo. A perfuração era realizada até atingir uma profundidade máxima de 1,17 m em função do comprimento do trado

A espessura da serapilheira acumulada foi resultado da média aritmética da medida de três pontos aleatórios dentro das parcelas de 10 m × 10 m.

A determinação da declividade, em graus, foi medida com auxílio de um hipsômetro eletrônico - Vertex IV, e realizada em todas as parcelas. Para a coleta desses dados, procedeu-se da seguinte maneira: o operador do hipsômetro eletrônico se posicionava no centro da unidade amostral enquanto, uma segunda pessoa se posicionava no limite inferior da parcela, após o posicionamento desta, era realizada a leitura da declividade na altura dos olhos do observador.

A cota altimétrica (altitude) foi obtida em metros, no centro de cada parcela utilizando o Global Positioning System (GPS).

A determinação da abertura de dossel foi realizada com densiômetro esférico convexo, por meio da média de quatro leituras, em direção ao norte, sul, leste e oeste, no centro de cada parcela, a 1 m do solo (CALLEGARO et al., 2017; SCOLARI et al., 2010). As leituras foram realizadas no mês de março de 2015, entre as 11 e as 13 horas, em condições de pleno sol e ausência de nuvens.

Os dados de vegetação foram analisados em conjunto com os dados obtidos na análise das características topográficas (declividade e cota altimétrica), abertura de dossel, características edáficas, umidade do solo e espessura da serapilheira por meio da análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAAK, 1988).

4 ARTIGO I - GRUPOS FLORÍSTICOS EM FLORESTA RIBEIRINHA NA CAMPANHA GAÚCHA, BIOMA PAMPA, COMO INDICADORES DE ESPÉCIES PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Resumo

Este estudo foi realizado em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, em Sant'Ana do Livramento, RS. A vegetação foi inventariada em faixas sistemáticas divididas em subunidades de 100 m², perpendiculares ao arroio, distanciadas 50 m entre si. Foram medidos e identificados os indivíduos arbóreos e arbustivos com diâmetro ≥ 5 cm. As informações foram utilizadas na descrição florística e estrutural da vegetação e na análise de agrupamento (TWINSPAN). Na vegetação foram encontrados três grupos florísticos: Grupo 1, áreas próximas da borda da floresta; Grupo 2, áreas baixas próximas a canais de escoamento d'água, no período de enchentes; e Grupo 3, áreas onde os solos são mais profundos. Para restaurar áreas degradadas com características ambientais semelhantes as da área estudada, recomenda-se utilizar as espécies *Ocotea acutifolia*, *Pouteria salicifolia*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Prunus myrtifolia*, *Scutia buxifolia*, *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus*.

Palavras-chave: arroio Espinilho, fitossociologia, Twinspan.

Abstract

This study was realized in a riverine forest stretch of Espinillo stream in Sant'Ana do Livramento, RS, Brazil. The vegetation was inventoried in systematic groups subdivided into subunits of 100 m², perpendicular to the stream, spaced 50 m apart. They were measured and identified the arboreal-shrubs with diameter ≥ 5 cm. The information obtained was used in floristic and structural description of the vegetation and cluster analysis (TWINSPAN). On vegetation were found three floristic groups: Group 1, areas near the forest edge; Group 2, low areas near the flow of water channels; Group 3, areas where soils are deeper. For recovery of degraded areas with similar environmental characteristics studied area, was recommended use of *Ocotea acutifolia*, *Pouteria salicifolia*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Prunus myrtifolia*, *Scutia buxifolia*, *Nectandra megapotamica* and *Styrax leprosus*.

Keywords: Espinilho stream, phytosociology, Twinspan

Introdução

No extremo sul do Brasil encontra-se o bioma Pampa, caracterizado por uma vegetação predominantemente campestre, que cobre 63% do estado do Rio Grande do Sul, tendo continuidade nos países do Uruguai, parte da Argentina (SUERTEGARAY; SILVA, 2009) e em uma pequena porção do Paraguai. Embora este bioma seja predominantemente campestre, nele também ocorrem formações florestais (VÉLEZ et al., 2009), as quais, estão presentes nas encostas do Escudo Cristalino Rio Grandense e no Planalto da Campanha (OLIVEIRA et al., 2015), e ao longo dos cursos d'água, nos quais se limitam a reduzidos cordões ou faixas de largura variável, conforme as características do relevo (MARCHIORI, 2004).

Apesar da reconhecida importância do Pampa, o mesmo apresenta um estado de degradação avançado, aliado a números deficientes de estudos científicos e a um reduzido número de unidades de conservação (OVERBECK et al., 2015).

As formações ribeirinhas, desse bioma, são as únicas florestas distribuídas por toda a sua extensão (PAZ; BASSAGODA, 2002), sendo por muitas vezes o habitat preferencial da maioria dos mamíferos que nele ocorrem (LUZA et al., 2015). Neste sentido, estas florestas são, juntamente com os campos naturais, verdadeiros corredores ecológicos, pois, propiciam o deslocamento e continuidade do fluxo gênico da fauna e flora, proporcionando a manutenção de espécies e a variabilidade entre populações.

A conservação desses ecossistemas demanda cuidados a fim de minimizar interferências que possam alterar a estrutura e composição das espécies, havendo necessidade do conhecimento das populações envolvidas, assim como, da comunidade. Os estudos a cerca desses ambientes permitem entender o grau de conservação da floresta, como indicador da sua qualidade e a necessidade de medidas a serem tomadas, de modo a traçar estratégias e ações de recuperação (ALMEIDA, 2015; RIO GRANDE DO SUL, 2007).

Nesse contexto, a fitossociologia exerce um papel importante na aplicação de qualquer método de recuperação, pois, estuda as comunidades vegetais no que se refere a sua origem, estrutura, classificação, relacionando aos fatores do meio (FELFILI; RESENDE, 2003). O estudo da composição florística, associado à ocorrência e desenvolvimento de cada indivíduo, conduz ao conhecimento da estrutura da vegetação, possibilitando informações qualitativas e quantitativas sobre a floresta, o que facilita a tomada de decisões e o manejo de florestas.

Cada espécie manifesta um intervalo de tolerância para os fatores ambientais, cujos indivíduos, geralmente, vivem em habitat apropriado ao seu desenvolvimento, havendo uma interação entre a distribuição da vegetação e as condições ambientais (RICKLEFS; MILLER, 1999). Isto indica que a mudança nas características do ambiente acarreta variações na vegetação formando mosaicos com diferentes composições e estrutura.

Os métodos de classificação que buscam agrupar conjuntos de indivíduos com características semelhantes, definindo agrupamentos com base na composição florística (FELFILI et al., 2007; MATTEUCCI; COLMA, 1982), oferecem informações importantes para conduzir o planejamento de técnicas de recuperação ambiental. A formação de grupos ou mesmo padrões diferenciados na vegetação, pode retratar, conforme Avila et al. (2011, p. 252), padrões sucessionais, associação entre espécies e as respectivas espécies preferenciais da área.

O método TWINSpan (*Two-way Indicator Species Analysis*) supõe que cada grupo é distinto do outro por meio das espécies que os caracterizam, tendo como base, a presença e ausência de pseudoespécies na parcela (KENT; COKER, 1992). Portanto, a classificação da vegetação por esse método proporciona distinguir agrupamentos e suas respectivas espécies indicadoras, as quais apresentam ocorrência limitada ao grupo.

Neste sentido, as limitadas informações a respeito das formações ribeirinhas, presentes na matriz campestre do Bioma Pampa no oeste do Estado, estimularam a realização do presente estudo desenvolvido em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, no município de Sant'Ana do Livramento, RS. A pesquisa baseou-se em alguns questionamentos: a) na vegetação ocorrem agrupamentos? b) quais são as espécies indicadoras da vegetação? e c) quais são os possíveis fatores que influenciam a formação dos grupos?

Materiais e Métodos

Área de estudo

O arroio Espinilho, localizado no município de Sant'Ana do Livramento, pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí, situada a sudoeste do RS e integrante do Bioma Pampa na região da Campanha Gaúcha (IBGE, 2006), cuja vegetação ciliar insere-se na Região Fitoecológica da Savana. A pesquisa foi realizada em um trecho de floresta ribeirinha deste arroio, inserida nas coordenadas: 30°52'44" S e 55°51'28" O e 30°52'49" S e 55°51'26" O.

O clima da região é classificado como Cfa (Subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes) (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 17,8 °C e a precipitação pluviométrica anual média em torno de 1.700 mm (MATZENAUER; RADIN; ALMEIDA, 2011).

Toda a região da Campanha tem ampla dominância de Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (Unidade Pedregal), normalmente situados em relevo suave ondulado e também ocorrendo em áreas com relevo forte ondulado em associação com afloramentos de rocha. Associados a estes, ocorrem Chernossolos Ebânicos Carbonáticos Vertissólicos (Unidade Uruguaiana) em áreas quase planas, expressivas na calha dos rios Quaraí e de outros rios da região (STRECK et al., 2008).

Na execução da atualização do mapeamento das Regiões Fitoecológicas do Estado (IBGE, 1986), Cordeiro e Hasenack (2009, p. 295) ampliaram a delimitação da Savana Estépica, na qual a região do presente estudo está inserida. Nessa região, há predominância de uma paisagem campestre, verificando-se a ocorrência de formações florestais nas áreas de drenagens entre coxilhas, nas encostas e bases de tabuleiros e, notadamente ao longo dos rios (OLIVEIRA et al., 2015). As formações ribeirinhas nesta região foram classificadas de acordo com Cordeiro e Hasenack (2009, p. 295), como pertencentes ao Bloco Ciliar da Floresta Estacional Decidual.

A avaliação in loco do trecho estudado revelou uma floresta adjacente a uma matriz campestre que em épocas chuvosas forma áreas alagadas. A largura mínima e máxima do trecho florestal avaliado, considerando a direção dique e borda, foi de 40 e 220 metros, respectivamente. No interior dela ocorrem canais e concavidades que, em época de enchentes e extravasamento do arroio, permanecem cheios por diferentes períodos, dependendo das condições climáticas e do volume de precipitação. A declividade dentro da mata variou de 0,3 a 23,1% e a profundidade do solo variou de 0,13 m a profundidades maiores que 1,17 m, sendo que as maiores declividades e profundidades foram observadas nas unidades amostrais próximas a margem do arroio ou próximas dos canais e concavidades. A floresta é contínua junto ao arroio apresentando próximo às margens, indivíduos arbóreos de grande porte.

Procedimento amostral e analítico

A amostragem da vegetação foi realizada por meio de faixas sistemáticas e perpendiculares à margem do arroio. A distância entre as faixas foi de 50 m e a largura de 10 m, sendo que cada faixa foi dividida em parcelas 10 m × 10 m (ARAÚJO et al., 2004; ARAUJO et al., 2016; AVILA et al., 2011). No total foram amostradas 100 parcelas (I faixa: 4 parcelas; II faixa: 7 parcelas; III faixa: 9 parcelas; IV faixa: 9 parcelas; V faixa: 13 parcelas; VI faixa: 11 parcelas; VII faixa: 11 parcelas; VIII faixa: 14 parcelas e o IX faixa: 22 parcelas), totalizando 1 ha de área amostrada. O comprimento das faixas variou conforme a largura da floresta e as faixas foram locadas de forma a amostrar o dique, o meio e a borda da mata.

O inventário da vegetação utilizou como critério de inclusão a circunferência a altura do peito (CAP), medida a 1,3 m do solo, igual ou maior que 15,7 cm (5 cm de diâmetro), mensurando CAP e altura total. A suficiência amostral para determinar a riqueza de espécies foi verificada utilizando-se a curva de rarefação de espécies por unidades amostrais, com

intervalo de confiança de 95%. A riqueza amostrada foi avaliada pelo estimador Jackknife de primeira e segunda ordem (SMITH; VAN BELLE, 1984). A curva de rarefação e os estimadores Jackknife foram realizados no programa EstimateS 9.1.0.

O material vegetativo dos indivíduos não identificados in loco foram coletados para posterior identificação com auxílio de bibliografias e especialistas, no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria. A confirmação e atualização dos nomes científicos deram-se por meio de consulta à Flora do Brasil 2020 (FORZZA et al., 2015).

A caracterização da vegetação foi realizada pela análise da composição florística, estrutura horizontal e índice de diversidade de Shannon (H').

Com base nos dados obtidos foi construída uma matriz 100×22 , constituída de 100 parcelas (linhas) e 22 espécies (colunas), relacionando a abundância para cada espécie dentro de cada parcela e desconsiderando as espécies com menos de três indivíduos amostrados. Essa matriz foi utilizada na classificação dos dados, por meio da análise de agrupamento pelo método TWINSpan (*Two-way Indicator Species Analysis*). Os níveis de corte utilizados foram 0, 2, 5, 10 e 20.

A fim de verificar a presença de grupos, os resultados foram confrontados em observações a campo. O método TWINSpan também fornece a variância explicada pela análise por meio do autovalor da divisão, além das espécies indicadoras e preferenciais para cada grupo. Em seguida, todos os grupos formados foram avaliados em relação à composição florística e estrutural, buscando definir diferenças biológicas presentes em cada um. A análise da estrutura horizontal da vegetação foi realizada com base nos seguintes parâmetros: densidade, dominância e frequência, em suas formas absolutas e relativas, e pelo valor de importância relativo (VIR) para cada espécie.

No procedimento de indicação de espécies com potencial na recuperação de áreas perturbadas e/ou degradadas considerou-se os resultados obtidos nesta pesquisa e revisão bibliográfica sobre as espécies, analisando suas características ecológicas (CARVALHO, 2006; CARVALHO, 2008; LEGRAND; KLEIN, 1969; LONGHI, 1995; LORENZI, 2009; SOBRAL et al., 2006; PEDRALLI, 1986).

Resultados

A estimativa de indivíduos amostrados na área foi de $1.198 \text{ ind.ha}^{-1}$ e, dentre estes, foram observados na composição florística 28 espécies distribuídas em 16 famílias botânicas

(Tabela 1). A família mais numerosa em espécies foi Myrtaceae com cinco espécies, seguida de Anacardiaceae com quatro espécies e Lauraceae com três espécies. Em relação ao número de indivíduos por família, destacaram-se: Lauraceae (323 ind./ha⁻¹), Sapotaceae (202 ind./ha⁻¹), Myrtaceae (178 ind./ha⁻¹), Sapindaceae (175 ind./ha⁻¹) e Euphorbiaceae (113 ind./ha⁻¹). As famílias Salicaceae e Fabaceae tiveram apenas um indivíduo amostrado.

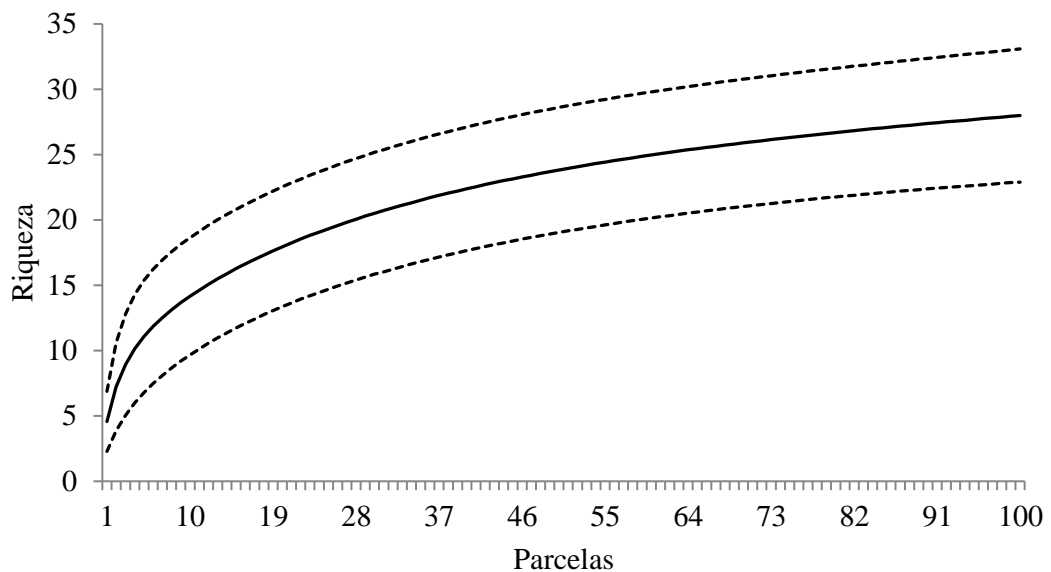
Tabela 1 – Famílias e espécies amostradas em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, Sant'Ana do Livramento/RS, 2017.

Família	Nome científico	Nome comum	N
Anacardiaceae	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	aroeira	5
	<i>Schinus lentiscifolia</i> Marchand	aroeira-cinzenta	6
	<i>Schinus molle</i> L.	aroeira-salso	2
	<i>Schinus polygama</i> (Cav.) Cabrera	aroeira-de-espinho	6
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	taleira	21
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	branquilha	110
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	branquilha-leiteito	3
Fabaceae	<i>Calliandra tweedii</i> Benth.	topete-de-cardeal	1
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	canela-preta	82
	<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	canela	226
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	canela-guaicá	15
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	murta	24
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	pitangueira	139
	<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	aracá-da-campanha	7
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	guabiju	6
	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	pau-ferro	2
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	marmeleiro-do-mato	2
Quillajaceae	<i>Quillaja brasiliensis</i> (A.St.-Hil. & Tul.) Mart.	sabão-de-soldado	3
Rhamnaceae	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	coronilha	72
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	pessegueiro-do-mato	8
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	mamica-de-cadela	3
Salicaceae	<i>Xylosma tweediana</i> (Clos.) Eichler	sucará	1
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	chal-chal	173
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	camboatá-branco	2
Sapotaceae	<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	mata-olho	202
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	carne-de-vaca	62
Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	garupá	11
	<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã-de-espinho	4

Fonte: Autora.

A curva de rarefação da riqueza por unidades amostrais, não atingiu a assíntota, no entanto, com 50% das unidades amostrais registraram-se 85% das espécies amostradas, o que demonstra uma tendência à estabilização (Figura 10).

Figura 10 – Curva de rarefação com intervalo de confiança de 95% relacionando o número de espécies ao número de parcelas em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



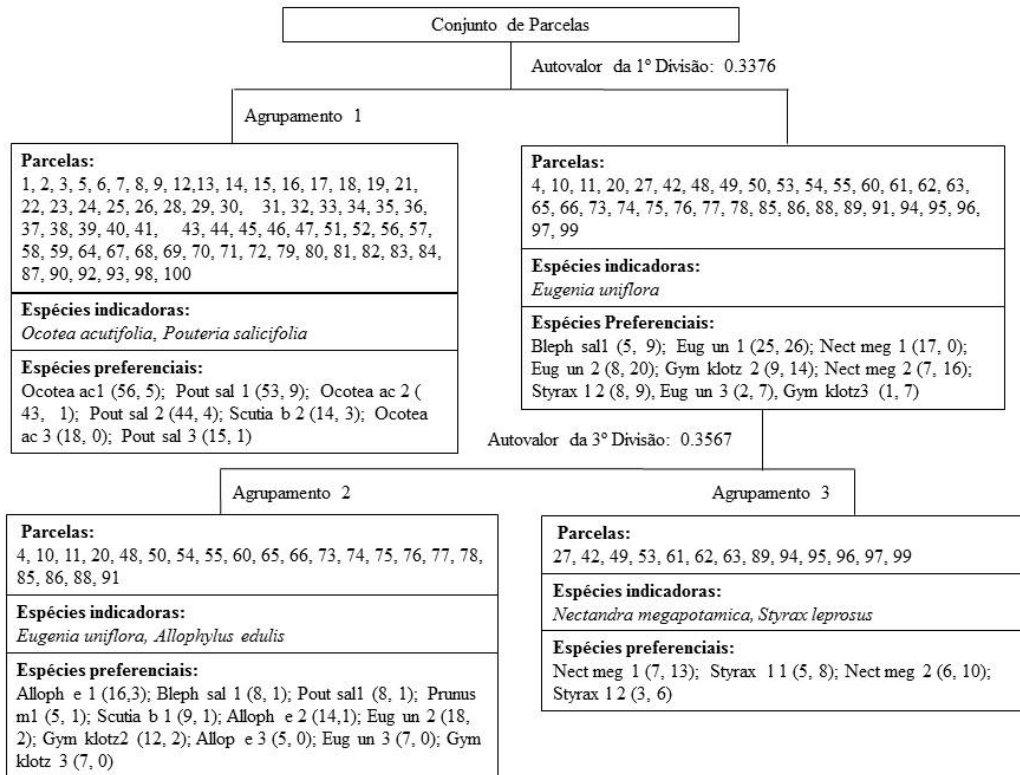
Fonte: Autora.

As 28 espécies identificadas na amostragem, representam, respectivamente, 82,5% e 73,9% da riqueza esperada pelos estimadores Jackknife de primeira e segunda ordem, o que indica boa representação das espécies, sendo as mais características amostradas. O índice de diversidade de Shannon (H') encontrado para a área foi de $2,4 \text{ nats.ind}^{-1}$.

A classificação dos dados da vegetação, pelo TWINSpan, dividiu a área em três grupos (Figura 11), o Grupo 1 com autovalor de 0,3376 para a primeira divisão, o Grupo 2 e o Grupo 3 com autovalor de 0,3567 para a terceira divisão.

O Grupo 1 apresentou as espécies *Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia* como espécies indicadoras (Figura 11) e as espécies *Ocotea acutifolia*, *Pouteria salicifolia* e *Scutia buxifolia* como preferenciais deste grupo.

Figura 11 – Classificação das unidades amostrais caracterizando três agrupamentos em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

Abreviaturas: Alloph e 1: *Allophylus edulis*; Bleph sal: *Blepharocalyx salicifolius*; Eug un: *Eugenia uniflora*; Gym Klotz: *Gymnanthes klotzschiana*; Nect meg: *Nectandra megapotamica*; Ocotea acu: *Ocotea acutifolia*; Pout sal: *Pouteria salicifolia*; Prunus m: *Prunus myrtifolia*; Scutia b: *Scutia buxifolia*; Styrax: *Styrax leprosus*
Observações: O número depois da abreviatura refere-se à pseudoespécie (nível de corte). O número entre parênteses refere-se às parcelas onde estão contidas as pseudoespécies, em ambos os lados da divisão.

As transecções que reúnem as parcelas deste grupo (Figura 12) estão mais a montante do arroio, em áreas onde a declividade e profundidade do solo são menores. Além disto, percebe-se que a maior parte deste grupo está mais próxima a matriz campestre (transição da floresta para uma área de campo). A área ocupada por ele corresponde a sítios topograficamente mais baixos, tornando a área sujeita a inundações periódicas em épocas de precipitações mais intensas. Segundo informações verbais de proprietários de áreas vizinhas do local de estudo, ocorrem inundações nesta parte da floresta, no entanto, a água permanece no local por horas ou no máximo um a dois dias.

O Grupo 1 teve abundância total de 794 indivíduos vivos (1.203,03 ind./ha⁻¹), sendo amostradas 20 espécies pertencentes a 12 famílias botânicas (Tabela 2).

Tabela 2 – Estrutura horizontal dos três grupos do trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

Espécie	Grupo 1				Grupo 2				Grupo 3			
	DR	FR	DoR	VI%	DR	FR	DoR	VI%	DR	FR	DoR	VI%
<i>Allophylus edulis</i>	13,48	12,90	9,03	11,80	20,07	15,00	17,5	17,50	5,56	6,38	1,21	4,38
<i>Aloysia gratissima</i>	0,88	1,02	0,11	0,67	0,99	0,93	0,15	0,69	1,11	2,13	0,07	1,10
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	1,39	1,69	0,43	1,17	4,28	8,41	3,5	5,39	-	-	-	-
<i>Celtis iguanaea</i>	2,52	3,73	0,34	2,19	0,33	0,93	0,06	0,44	-	-	-	-
<i>Citharexylum montevidense</i>	0,13	0,34	0,71	0,39	0,33	0,93	0,22	0,49	2,22	2,13	0,17	1,51
<i>Eugenia uniflora</i>	6,42	8,47	1,73	5,54	25,66	17,80	7,18	16,8	11,11	14,89	1,06	9,02
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	5,29	7,80	3,00	5,36	19,08	13,10	12,1	14,8	11,11	14,89	3,84	9,94
<i>Lithraea molleoides</i>	0,50	1,02	0,57	0,69	-	-	-	-	1,11	2,13	1,50	1,57
<i>Myrcianthes pungens</i>	0,38	0,34	2,40	1,04	0,66	1,87	2,91	1,81	1,11	2,13	0,71	1,31
<i>Myrcia selloi</i>	-	-	-	-	2,30	1,87	0,37	1,51	-	-	-	-
<i>Nectandra megapotamica</i>	4,03	6,44	12,90	7,80	6,25	6,54	28,4	13,7	34,44	27,66	77,77	46,62
<i>Ocotea acutifolia</i>	27,71	18,60	34,70	27,00	1,64	3,74	3,77	3,05	1,11	2,13	1,12	1,45
<i>Ocotea pulchella</i>	0,76	1,360	4,75	2,29	2,30	2,80	8,1	4,40	2,22	2,13	4,27	2,87
<i>Pouteria salicifolia</i>	23,05	18,00	22,00	21,00	5,92	7,48	8,74	7,38	1,11	2,13	0,13	1,12
<i>Prunus myrtifolia</i>	-	-	-	-	2,30	4,67	3,29	3,42	1,11	2,13	1,96	1,74
<i>Quillaja brasiliensis</i>	0,38	1,02	0,49	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,38	0,34	0,15	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schinus lentiscifolia</i>	0,76	0,34	0,31	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schinus polygama</i>	0,50	1,36	2,23	1,36	0,66	0,93	0,37	0,65	-	-	-	-
<i>Scutia buxifolia</i>	7,30	8,14	2,60	6,01	4,28	8,41	1,72	4,80	1,11	2,13	0,55	1,26
<i>Styrax leprosus</i>	3,78	6,10	1,37	3,75	2,96	4,67	1,53	3,05	25,56	17,02	5,64	16,10
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,38	1,02	0,21	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Autora.

DR= densidade relativa; FR= frequência relativa; DoR= dominância relativa; VI= valor de importância percentual.

As famílias mais representativas deste grupo foram Lauraceae, Myrtaceae e Anacardiaceae, todas com 3 espécies. As cinco espécies melhor hierarquizadas foram *Ocotea acutifolia* (27%), *Pouteria salicifolia* (21%), *Allophylus edulis* (11,8%), *Nectandra megapotamica* (7,8) e *Scutia buxifolia* (6,01%), as quais juntas perfazem 73,7% do valor de importância (Tabela 2). O índice de diversidade de Shannon (H') para este grupo foi 2,1 nats.ind⁻¹.

As espécies indicadoras do Grupo 2 (Figura 11), foram *Eugenia uniflora* e *Allophylus edulis*. A *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Pouteria salicifolia*, *Prunus myrtifolia*, *Scutia buxifolia*, *Eugenia uniflora* e *Gymnanthes klotzschiana* foram as espécies preferências. Este grupo apresenta em sua área canais formados pelo escoamento d'água, no

período de enchentes, e em alguns locais desta área há irregularidades no terreno formando concavidades isoladas. Nos períodos de enchente e extravasamento do arroio, toda ou grande parte da superfície do solo da mata é coberta por água, como comentado anteriormente, durante horas ou dias. No entanto, após o escoamento da água da floresta, os pontos com concavidades isoladas acumulam água por um período maior, de onde a saída d'água provavelmente deve estar mais influenciada pela infiltração do que pelo escoamento superficial (Figura 12).

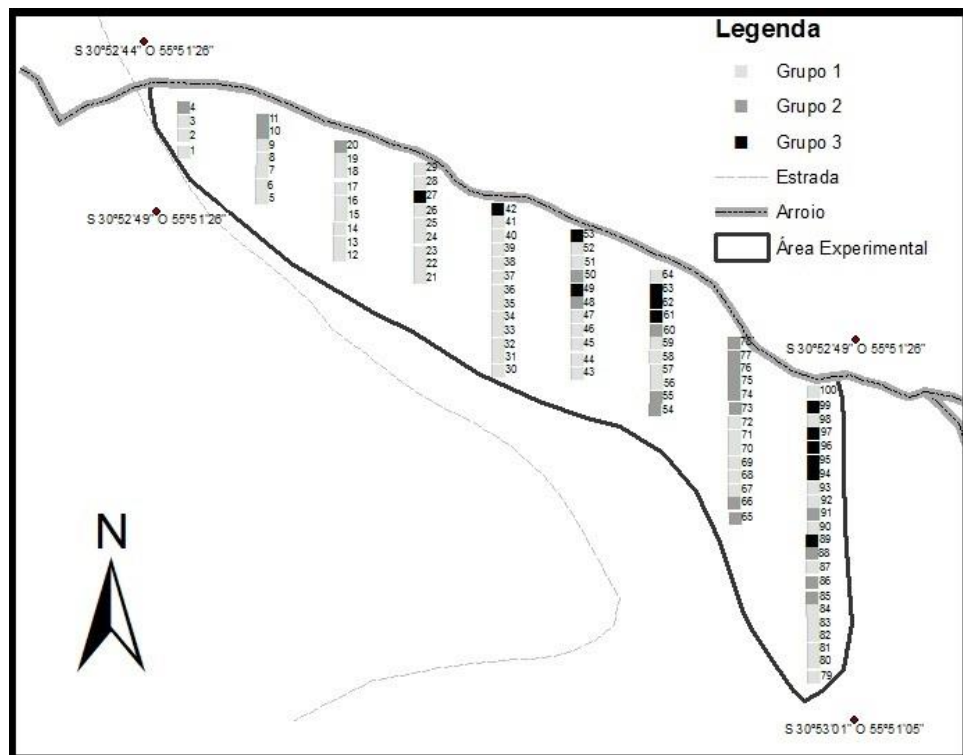
O Grupo 2 apresentou 304 indivíduos vivos (1.447,62 ind./ha⁻¹), distribuídos em 17 espécies de 11 famílias botânicas, dentre as quais, as mais representativas da área foram: Myrtaceae (4 espécies), Lauraceae (3 espécies) e Verbenaceae (2 espécies). As espécies com maior valor de importância foram *Allophylus edulis* (VIR= 17,5%), *Eugenia uniflora* (VIR= 16,8%), *Gymnanthes klotzschiana* (VIR= 14,8%), *Nectandra megapotamica* (VIR= 13,7%) e *Pouteria salicifolia* (VIR= 7,38%) (Tabela 2). O valor de Shannon (H') observado para este grupo foi 2,2 nats.ind⁻¹.

O Grupo 3 (Figura 11) apresentou as espécies *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus* como indicadoras. As parcelas deste grupo encontram-se, na sua maioria, em ambientes da floresta onde foram observadas as maiores profundidades de solo e as maiores declividades. As espécies preferenciais deste grupo são as mesmas indicadoras.

Nestas áreas foram verificados indivíduos arbóreos emergentes que pertencem às espécies *Nectandra megapotamica*, *Ocotea pulchella*, *Citharexylum montevidense* e *Blepharocalyx salicifolius*. Provavelmente, as maiores profundidades de solo aliadas a outras características do ambiente propiciaram a este grupo uma floresta mais alta e com melhor estado de conservação.

Neste grupo, foram encontrados 90 indivíduos vivos (692,31 ind.ha⁻¹), distribuídos em 14 espécies e 10 famílias, das quais, as mais representativas da área foram: Lauraceae (3 espécies), Myrtaceae (2 espécies) e Verbenaceae (2 espécies). Os maiores valores de importância relativa foram observados para as espécies *Nectandra megapotamica* (VIR=46,62%), *Styrax leprosus* (VIR=16,1%), *Gymnanthes klotzschiana* (VIR=9,94%) e *Eugenia uniflora* (VIR=9,02%) (Tabela 2). As maiores densidades e frequências foram observadas para as espécies *Nectandra megapotamica* (31 indivíduos), *Styrax leprosus* (23 indivíduos), *Gymnanthes klotzschiana* (10 indivíduos) e *Eugenia uniflora* (10 indivíduos). O índice de Shannon (H') verificado para este grupo foi 1,9 nats.ind⁻¹, menor valor encontrado na área o que, provavelmente está relacionado ao tamanho da área abrangida.

Figura 12 – Grupos florestais em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

Percebe-se assim, que tanto o Grupo 1, quanto o Grupo 2, formam uma floresta adaptada a um ambiente propenso a alagamentos periódicos, com a presença de muitos indivíduos ramificados na base do caule. Possivelmente, a diferença no tempo de permanência d'água em cada local faz com que ocorra distinção no grupo de espécies indicadoras de cada grupo.

Já no Grupo 3 é possível verificar que a água das enchentes não permanece neste ambiente, escoando rapidamente para áreas com declividades menores dentro da floresta. Observa-se ainda, neste grupo, uma mata com indivíduos de grande porte, possibilitando inferir a partir da dominância das espécies *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus* tratar-se de uma floresta de estágio sucessional mais avançado.

Discussão

No presente estudo, a família Myrtaceae teve a maior riqueza de espécies, resultado semelhante aos encontrados em outros estudos, nos quais se constatou elevada riqueza e

frequência nas florestas, ribeirinhas ou não, do Rio Grande do Sul (BUDKE et al., 2005; GRINGS; BRACK, 2009; KLEIN, 1984; OLIVEIRA et al., 2015). Esta família também se destacou na riqueza em outras formações ribeirinhas do Rio Grande do Sul, como na bacia do rio Jacuí (BUDKE et al., 2004), do rio Camaquã (DE MARCHI; JARENKOW, 2008), do rio Vacacaí (MILANESI; LEITE, 2014) e do rio Ibirapuitã (OLIVEIRA et al., 2015). Já as famílias Lauraceae e Sapotaceae, que apresentaram o maior número de indivíduos no estudo, foram citadas como abundantes em número de indivíduos para um trecho de floresta ribeirinha próxima ao local da pesquisa (ARAUJO et al., 2016). Estudos realizados em ambientes ribeirinhos no Departamento de Rivera, Uruguai, próximos da área de estudo, encontraram as famílias Lauraceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae e Verbenaceae como as mais representativas dessas florestas (GRELA; BRUSSA, 2003; GRELA, 2003; PIAGGIO; DELFINO, 2009).

Assim como nesse estudo, De Marchi e Jarenkow (2008, p. 246) referem-se à baixa riqueza de espécies em levantamentos quantitativos em ambientes ribeirinhos, no Rio Grande do Sul, variando de 16 a 57 espécies. A baixa diversidade em formações ribeirinhas, conforme Rodrigues e Shepherd (2009, p. 104), deve-se ao estresse hídrico que as espécies são submetidas. Pesquisadores destacam a ação do rio e do solo como determinantes no estabelecimento de espécies no ambiente ribeirinho (BERTANI et al., 2001; DE MARCHI; JARENKOW, 2008; OLIVEIRA et al., 2015; RODRIGUES; NAVE, 2009). As enchentes periódicas selecionam e limitam a ocorrência de espécies, determinando a redução da biodiversidade nestes locais.

Ao comparar os resultados desse estudo com outros executados no Rio Grande do Sul, observa-se que a menor riqueza verificada na floresta do arroio Espinilho pode ser também atribuída à diminuição do número de espécies em direção às maiores latitudes. Este padrão já foi apontado para Floresta Estacional (JARENKOW; WAECHTER, 2001), Floresta com Araucária (GIEHL et al., 2011; JARENKOW; BUDKE, 2009) e Floresta Ribeirinha do rio Ibirapuitã na Campanha Gaúcha (OLIVEIRA et al., 2015). O padrão de menor riqueza em maiores latitudes refere-se à diluição das características tropicais da flora e à ausência de continuidade florestal observada em ecótonos (floresta e campo) (GIEHL et al., 2011), padrão também observado na presente pesquisa.

O índice de diversidade encontrado na área de estudo ($2,4 \text{ nats.ind}^{-1}$) pode ser considerado alto quando comparado com trabalhos realizado em outras áreas ribeirinhas do Estado, por exemplo, no rio Botucarai/1,995 nats.indiv^{-1} (BUDKE; JARENKOW; OLIVEIRA-FILHO, 2007), no rio Camaquã/2,34 nats.indiv^{-1} (DE MARCHI;

JARENKOW, 2008) e no rio Ibirapuitã/2,26 nats.indivíduo⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2015) e baixo quando comparado ao resultado encontrado no rio Vacacaí/2,54 nats.indivíduo⁻¹ (MILANESI; LEITE, 2014).

Os autovalores obtidos no TWINSpan indicam que as divisões possuem significado ecológico, pois, conforme Felfili et al. (2007, p. 14), autovalores superiores a 0,3 são considerados relevantes na determinação da variação de dados.

A existência dos três grupos na vegetação foi confirmada a campo pelas suas respectivas estruturas e composições florísticas. Provavelmente, as diferenças topográficas, inferidas por um desnível verificado de montante para jusante, propiciam diferentes tempos de permanência das águas de inundação em diferentes trechos da margem do arroio, refletindo-se provavelmente em diferenças edáficas, que oportunizam a presença dos distintos agrupamentos de espécies, apresentados no estudo.

Ocotea acutifolia e *Pouteria salicifolia* foram consideradas indicadoras do Grupo 1 e são descritas por Sobral et al. (2006, p. 117 e 151) como espécies comuns em florestas ribeirinhas na maior parte do Rio Grande do Sul. *Ocotea acutifolia* é descrita como secundária inicial, zoocórica (SARAIVA, 2011), seletiva higrófito e exclusiva das matas e capões do Pampa e Planalto Meridional (LORENZI, 2009). Já a espécie *Pouteria salicifolia* é caracterizada como pioneira e seletiva higrófito, característica e exclusiva de matas ciliares, onde ocorre preferencialmente nas margens de rios ou suas imediações (LORENZI, 2009). As espécies preferências deste grupo, *Ocotea acutifolia*, *Pouteria salicifolia* e *Scutia buxifolia* são comumente encontradas nas formações ribeirinhas da região (ARAUJO et al., 2016; GRELA, 2003; GRELA; BRUSSA, 2003; OLIVEIRA et al., 2015; PIAGGIO; DELFINO, 2009) e fazem parte do estágio sucessional inicial da floresta (GRINGS; BRACK, 2009; SCIPIONI et al., 2013; SARAIVA, 2011).

Na análise, percebe-se que *Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia* são as espécies sociologicamente mais importantes do Grupo 1, Oliveira et al. (2015, p. 251) também consideraram *Pouteria salicifolia* como a espécie mais importante do rio Ibirapuitã e relacionaram a sua abundância a solos ricos em matéria orgânica, fósforo, enxofre e altos teores de sedimentos finos. Observou-se neste grupo um número considerável de indivíduos ramificados na base do caule, verificados principalmente nas espécies *Pouteria salicifolia* e *Ocotea acutifolia*, o que pode constituir uma resposta adaptativa comumente encontrada em formações ribeirinhas, sendo atribuída, à quebra de dormência de brotações de ramos, induzida pelas inundações, produzindo troncos múltiplos (DENNISON; BERRY, 1993).

A maior representatividade das famílias Lauraceae, Myrtaceae e Anacardiaceae, nesse grupo representa uma informação relevante na criação de estratégias para a recuperação da resiliência ambiental, pois, essas famílias apresentam espécies zoocóricas (ARMANDO et al., 2011; BUDKE et al., 2005; CALLEGARO et al., 2013; FERREIRA et al., 2013; SARAIVA, 2011; SOUZA et al., 2015). Estas espécies atraem animais com capacidade de dispersão de sementes, podendo aumentar rapidamente o número de espécies dentro de uma área a ser recuperada (REIS; KAGEYAMA, 2003).

Eugenia uniflora e *Allophylus edulis* foram indicadoras do Grupo 2. *Eugenia uniflora* é descrita como secundária inicial (LONGHI, 1995) e muito abundante em capões de solo úmido, habitando principalmente o estrato intermediário da floresta (LEGRAND; KLEIN, 1969). A espécie *Allophylus edulis* é considerada secundária inicial (VACCARO et al., 1999), ocupando preferencialmente o estrato médio e inferior da floresta (CARVALHO, 2006).

Eugenia uniflora, *Gymnanthes klotzschiana* e *Allophylus edulis*, espécies preferenciais do Grupo 2, foram consideradas como tolerantes a inundações e indicadoras de sítios topograficamente baixos a medianos em floresta ribeirinha, no rio Botucaraí (BUDKE; JARENKOW; OLIVEIRA-FILHO, 2008). Oliveira et al. (2015, p. 260) consideraram *Allophylus edulis* como uma espécie de valor de importância intermediário, característica de sub-bosque e associada a altos teores de pH e de saturação de bases no rio Ibirapuitã. A espécie *Gymnanthes klotzschiana* é associada a solos eutróficos para a floresta ripária no rio Botucaraí (BUDKE; JARENKOW; OLIVEIRA-FILHO, 2007; 2010) e para a floresta do rio Ibirapuitã (OLIVEIRA et al., 2015).

Nectandra megapotamica, espécie indicadora do Grupo 3, é secundária inicial (SCIPIONI et al., 2013), característica de estágios finais de sucessão, germinando e se desenvolvendo à sombra (PEDRALLI, 1986). Na área de estudo, a mesma foi observada no estrato superior da floresta apresentando indivíduos emergentes próximos à margem do arroio. A espécie *Styrax leprosus*, também indicadora do Grupo 3, é considerada secundária tardia (CARVALHO, 2008) e secundária inicial (LEYSER et al., 2012), característica de Capões de Estepes gramíneo-lenhosas e da orla de florestas, ocupando os estratos médios e altos de florestas com ambientes úmidos (CARVALHO, 2008), sendo muito comum em todas as formações florestais do Rio Grande do Sul (SOBRAL et al., 2006).

No Departamento de Rivera, Uruguay, Grell (2003, p. 321) verificou que a espécie *Nectandra megapotamica* apresentava o maior valor de importância em uma área não perturbada de mata ciliar na nascente do rio Lunarejo. Piaggio e Delfino (2009, p. 49) encontraram os maiores valores de importância para as espécies *Gymnanthes klotzschiana*,

Eugenia uniflora, *Pouteria salicifolia* e *Allophylus edulis* em uma floresta ribeirinha do arroio de Corrales, no Departamento de Rivera, Uruguay.

Nesse contexto, o incentivo ao processo de restauração por meio da vegetação, parte do princípio que as plantas constituem a base da cadeia alimentar (TOWNSEND et al., 2006) e, assim sendo, a sua escolha deve ser direcionada a alcançar o restabelecimento de processos ecológicos e o aumento na diversidade de organismos. Portanto, a estrutura horizontal da floresta pode contribuir na seleção de espécies para a recuperação. Para isso, o reconhecimento de grupos dentro da floresta oportuniza melhorar a seleção de espécies, considerando sua presença e distribuição em diferentes ambientes (AVILA et al., 2011).

A alta densidade e frequência da espécie *Pouteria salicifolia*, no Grupo 1, sugere sua utilização em recuperação de ambientes úmidos sujeitos a inundações, por tratar-se de uma espécie pioneira e higrófito, suportando bem períodos prolongados de chuva (LORENZI, 2009). Esta espécie pode ser associada a *Ocotea acutifolia*, espécie também higrófito (LORENZI, 2009) e muito comum em formações ribeirinhas e Capões de Mato da região da Campanha Gaúcha (SOBRAL et al., 2006) e *Gymnanthes klotzschiana*, espécie característica de ambientes aluviais (SILVA et al., 2007).

As espécies *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Prunus myrtifolia* e *Scutia buxifolia*, podem ser designadas para a recuperação, por atraírem a fauna dispersora de sementes, elevando a diversidade na área a partir da chegada de sementes de fontes de propágulos de outras áreas. As espécies *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus* podem ser utilizadas para enriquecimento da vegetação em áreas que apresentem estágio mais avançado no processo de sucessão florestal.

Com as devidas considerações sobre as condições ambientais da área a ser recuperada, os estudos de fitossociologia podem ser uma importante ferramenta na tomada de decisão, quanto à estratégia a ser adotada para a restauração, indicando espécies a serem utilizadas. Contudo, visto a importância das formações ribeirinhas, inseridas na matriz campestre do Bioma Pampa no oeste do Rio Grande do Sul, faz-se necessário a aplicação de pesquisas para fornecer informações sobre as espécies aqui sugeridas, assim como, sobre a aplicação de modelos de recuperação das formações ribeirinhas deste bioma, julgando a atual fragmentação das mesmas e a sua importância ambiental, social e econômica.

Conclusões

Os resultados encontrados na área permitem concluir que:

- O trecho de floresta ribeirinha estudado apresenta três grupos florísticos (de áreas úmidas próximas da borda; de áreas baixas próximas a canais de escoamento d'água, no período de enchentes; de áreas com maiores declividades, onde os solos são mais profundos), caracterizados por diferentes espécies, o que possibilita recomendar espécies para a restauração de ambientes degradados;
- *Pouteria salicifolia*, *Ocotea acutifolia* e *Gymnanthes klotzschiana* podem ser utilizadas na restauração de ambientes úmidos sujeitos a inundações;
- As espécies *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Prunus myrtifolia* e *Scutia buxifolia* por serem zoocóricas podem ser utilizadas para atrair a fauna e assim facilitar a restauração;
- Para enriquecimento de áreas com estágio mais avançado de sucessão pode-se utilizar as espécies *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus*.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C. M. et al. Análise de agrupamentos em remanescente de floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 781-789, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARMANDO, D. M. et al. Colonização de Espécies Arbustivo-Arbóreas em Povoamento de *Eucalyptus* spp., Lavras, MG. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p.376-389, 2011.

ARAUJO, A. B. C. et al. Estrutura de dois componentes arbóreos de Floresta Subtropical Ripária na Campanha Gaúcha, Sant'Ana do Livramento, RS. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 481-490, 2016.

ARAUJO, M. M. et al. Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p.133- 147, 2004.

AVILA, A. L. et al. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.

BERTANI, D. F. et al. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 1, p.11-23, 2001.

BUDKE, J. C. et al. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, Arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 581-589, 2004.

BUDKE J. C. et al. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 60, n. 1, p.17-24, 2005.

BUDKE, J. C. **Pulsos de inundação, padrões de diversidade e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta ribeirinha no sul do Brasil**. 2007. 195 p. Tese (Doutor em Ciências: Botânica) Universidade Federal de Santa Maria, Porto Alegre, RS, 2007.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, New York, v. 189, n. [S.n.], p.187-200, 2007.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree community features of two stands of riverine forest under diferente flooding regimes in Southern Brazil. **Flora**, [S.], v. 203, n. [S.n.], p.162–174, 2008.

BUDKE, J. C., JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Intermediary disturbance increases tree diversity in riverine forest of southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Switzerland, v. 19, n. 8, p. 2371-2387, 2010.

CALLEGARO, R. M. et al. Potencial de três plantações florestais homogêneas como facilitadoras da regeneração natural de espécies arbutivo-arbóreas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 41, v. 99, p. 331-341, 2013.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**/Paulo Ernani Ramalho Carvalho. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v.2. 2006. 627p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**/Paulo Ernani Ramalho Carvalho. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. v.3. 2008. 593p.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In PILLAR, V. P., MÜLLER, S. C., CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.) **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009. p. 285-299.

DENNISON, M. S.; BERRY, J. F. **Wetlands: guide to science, law, and technology**. Cambridge University Press, New Jersey. 1993. 439 p.

DE MARCHI, T. C.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 241-248, 2008.

FELFILI, J. M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia Florestal. 2007. 60p.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia Florestal. 2003. 68p.

FERREIRA, P. I. et al. Espécies Potenciais para Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2013.

FORZZA, R. C. et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>> Acesso em: 21.04. 2015.

GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 741-753, 2008.

GRELA, I. Evaluación del estado sucesional de un bosque subtropical de quebradas en el norte de Uruguay. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 315-324, 2003.

GRELA, I.; BRUSSA, C. Relevamiento florístico y análisis comparativo de comunidades arbóreas de Sierra de Ríos (Cerro Largo – Uruguay). **Revista Agrociencia**, Texcoco, v. 7, n. 2, p.11-26, 2003.

GRINGS, M.; BRACK, P. Árvores na vegetação nativa de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 5-22, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha SH 22 Porto Alegre parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p. 796 (Levantamento de Recursos Naturais, 33). 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. - **Atlas das representações literárias de regiões brasileiras** – Brasil Meridional. Rio de Janeiro: IBGE. 2006. 88p.

JARENKOW, J. A.; BUDKE, J. C. Padrões florísticos e análise estrutural de remanescentes florestais com araucária no Brasil. In RAMOS-COSTA, A. M. M., FONSECA, C. R., SOUZA, A. F., LEAL-ZANCHET, A. M., DUTRA, T. L., BACKES, A.; GANADE, G. (Ed.) **Floresta com Araucária**: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2009. 328p.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses**. London: Behaven Press, 1992. 363p.

- KLEIN, R. M. Importância sociológica das mirtáceas nas florestas riograndenses. In **Anais do 34º Congresso Nacional de Botânica**. Sociedade Botânica do Brasil, Porto Alegre. v.2, p. 367-375, 1984.
- LEGRAND, C. D.; KLEIN, R. M. Mirtáceas: 2 Eugenia. In: LEGRAND, C. D.; KLEIN, R. M. (Orgs) **Mirtáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1969. P. 47-216. (Flora ilustrada catarinense).
- LEYSER, G. et al. Regeneração de espécies arbóreas e relações com componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 74-83, 2012.
- LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul**. Porto Alegre: L & PM, 1995. 174 p.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 3. 2009. 384p.
- LUZA, A. L. et al. Biodiversidade de Mamíferos. In: PILLAR, V. de P., LANGE, O. **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos – UFRGS, 2015. p. 101-113.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. EST Edições, Porto Alegre. 2004. 110p.
- MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: Secretaria General de la Organizacion de los Estados Americanos – Programa Regional de Desarrollo y Tecnológico, 1982. 169 p.
- MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas Climático: Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011.
- MILANESI, L. de S.; LEITE, S. L. de C. Fitossociologia de espécies arbóreas em dique marginal de floresta ribeirinha no Rio Grande do Sul, Brasil, e comparação com ambientes aluviais e não aluviais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 72-80, 2014.
- OLIVEIRA, M. de L. A. et al. Composição, estrutura e fatores edáfico condicionantes da distribuição das espécies do componente arbóreo em floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, Bioma Pampa. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 70, n. 2, p. 245-263, 2015.
- OVERBECK, G. E. et al. Conservation in Brazil needs to include no-forest ecosystems. **Diversity and Distributions**, Medford, v. 21, n. [S.n], p.1455-1460, 2015.
- PAZ, E. A.; BASSAGODA, N. J. Aspectos fitogeográficos y diversidad biológica de las formaciones boscosas del Uruguay. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 35-50, 2002.
- PEDRALLI, G. A familia Lauraceae Lindley no Rio Grande do Sul, Brasil: gênero *Nectandra* Rol. Ex Rottb. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, n. 35, p. 133-149, 1986.

PIAGGIO, M.; DELFINO, L. Florística y fitosociología de un bosque fluvial en Minas de Corrales, Rivera, Uruguay. **Iheringia: Série Botânica**, v. 64, n. 1, p. 45-51, 2009.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu, FEPAF, 2003. cap. 5, p. 91-110.

RICKLEFS, R. E.; MILLER, G. L. **Ecology**. 4.ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1999. 821p.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado, Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Diretrizes ambientais para restauração de Matas Ciliares**. Porto Alegre: SEMA/DEFAP, 2007. 32p. Disponível em:
<http://www.sema.rs.gov.br/upload/Diretrizes_Restauracao_MatasCiliares.pdf> Acesso em: 08.07.2015.

RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In RODRIGUES; R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2.ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2009. cap. 10, p. 45-71.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In RODRIGUES; R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.) **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 2.ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2009. cap. 6, p. 101-107.

SARAIVA, D. D. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 49-58, 2011.

SCIPIONI, M. C., GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 241 - 254, 2013.

SILVA, A. C.; VAN DEN BERG, E.; HIGUCHI, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Comparação florística de florestas inundáveis das regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 257-269, 2007.

SMITH, E. P.; VAN BELLE, G. Nonparametric estimation of species richness. **Biometrics**, New York, v. 40, n. 1, p. 119-129, 1984.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J. A. (Orgs.). **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos: RiMa: Novo Ambiente, 2006. 350p.

SOUZA, K. et al. Estrutura e estratégias de dispersão do componente arbóreo de uma floresta subtropical ao longo de uma topossequência no Alto-Uruguaí. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 321-332, 2015.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural. Porto Alegre, 2 ed., 2008. 222p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; SILVA, L. A. P. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S., JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 42-62.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: ARTMED, 2006. 592p.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J.; BRENA, A. D. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 1-18, 1999.

VÉLEZ, E. et al. Um panorama sobre as iniciativas de conservação dos Campos Sulinos. In PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C., CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009. p.356-379.

5 ARTIGO II - RELAÇÃO ENTRE A ESTRUTURA DO COMPONENTE ARBÓREO, TOPOGRAFIA E SOLO DE UMA FLORESTA RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA, RS, BRASIL

Resumo

O presente estudo objetivou analisar o componente arbóreo e regenerante e a influência das variáveis ambientais na distribuição das espécies, em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, no bioma Pampa, Rio Grande do Sul, Brasil. O estrato arbóreo foi amostrado em 100 parcelas instaladas sistematicamente, sendo em cada parcela instaladas subunidades para amostrar a regeneração. As principais espécies do componente arbóreo foram *Ocotea acutifolia* (Nees) Mez e *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk. e na regeneração natural foram *Eugenia uniflora* L. e *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O.Berg. Relevo, solo e dossel condicionaram espécies do estrato arbóreo e regeneração natural e observou-se um aumento do efeito cumulativo das variáveis ambientais a medida que as plantas se desenvolvem.

Palavras-chave: fitossociologia, relação ambiente-vegetação, Campanha Gaúcha.

Abstract

We analysed the arboreal stratum and natural regeneration, as well as the influence of environmental variables on the distribution of a riverine forest of Espinilho stream, in the Pampa biome, Rio Grande do Sul, Brazil. One hundred plots were systematically installed for the arboreal stratum sampling. In each plot, the natural regeneration Class I and Class II were measured. The main species were *Ocotea acutifolia* (Nees) Mez and *Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk. In arboreal stratum and *Eugenia uniflora* L. and *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O.Berg. in natural regeneration. Relief, soil and canopy influenced the arboreal stratum and natural regeneration of species and there was an increase in the cumulative effect of the environmental variables as the plants developed.

Keywords: phytosociology, relations environmental-vegetation, Campanha Gaúcha.

Introdução

O Bioma Pampa é o segundo menor bioma do Brasil e um dos que apresentam maior escassez de estudos científicos (KILCA et al. 2012; OLIVEIRA et al., 2015), havendo a indicação da realização de inventários biológicos para aumentar o conhecimento e a valorização do mesmo (OLIVEIRA et al., 2015; VÉLEZ et al., 2009).

A vegetação neste bioma é predominantemente campestre, havendo poucas regiões florestadas, que ocupam áreas do Escudo Cristalino Rio Grandense e do Planalto da Campanha, e também se localizam ao longo dos maiores cursos d'água, nos quais se limitam a estreitos cordões ou a faixas de largura variável, segundo as características do relevo (MARCHIORI, 2004), geralmente encravadas nos vales de coxilhas.

Alguns estudos foram realizados em florestas ribeirinhas do Rio Grande do Sul com abordagens de natureza fisionômica, florística e ecológica. Budke; Jarenkow e Oliveira-Filho (2010, p. 2376) estudaram os efeitos das inundações sobre as características do solo e a estrutura de uma floresta, localizada na região central do Estado. Araujo et al. (2016, p. 482) analisaram os efeitos de perturbações antrópicas, com diferentes intensidades, na estrutura do componente arbóreo-arbustivo em dois trechos de floresta ribeirinha na região da Campanha Gaúcha, bioma Pampa. Oliveira et al. (2015, p. 248) descreveram o efeito das características topográficas e edáficas sobre a abundância e distribuição de espécies de uma floresta ribeirinha localizada na região da Campanha Gaúcha, Bioma Pampa.

Em se tratando do Pampa, com consideráveis perdas de área, o número de estudos científicos em áreas florestais ainda é pequeno, e menor ainda, quando se trata da regeneração natural dessas áreas. Entretanto, pesquisas que incluam o componente regenerante são importantes, pois, é a regeneração natural que impulsiona a restauração das florestas após distúrbios naturais ou antrópicos (MARCHESINI; SALA; AUSTIN, 2009; SILVA et al., 2010). Além do mais, distinguir a estrutura do componente arbóreo e da regeneração natural pode evidenciar a identificação dos estádios sucessionais diferentes e fornecer indícios sobre a dinâmica de populações e de comunidades (CALLEGARO et al., 2017)

Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo descrever a fitossociologia do componente arbóreo e da regeneração natural, assim como analisar a influência de variáveis ambientais sobre a distribuição de espécies em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, localizada no Bioma Pampa. Para isso, pretendeu-se responder aos seguintes questionamentos: a) as espécies do componente arbóreo da floresta ribeirinha, melhor adaptadas, apresentaram o mesmo padrão na regeneração natural? b) das variáveis ambientais analisadas, quais foram as mais correlacionadas com a distribuição das espécies na floresta? e c) as espécies do componente regenerante e do componente arbóreo foram relacionadas com diferentes variáveis ambientais?

Materiais e Métodos

Área de estudo

O trecho de floresta estudado (coordenadas 30°52'44" S e 55°51'28" O e 30°52'49" S e 55°51'26" O) está localizado no arroio Espinilho, afluente do rio Quaraí, situado no município de Sant'Ana do Livramento, Rio Grande do Sul, Brasil.

A área do estudo pertence à região fisiográfica da Campanha, situada a sudoeste do Rio Grande do Sul. Esta região tem ampla dominância de Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (Unidade Pedregal), normalmente situados em relevo suave ondulado e também ocorrendo em áreas com relevo forte ondulado em associação com afloramentos de rocha. Associados a estes, ocorrem Chernossolos Ebânicos Carbonáticos Vertissólicos (Unidade Uruguaiana) em áreas quase planas, expressivas na calha do rio Quaraí e de outros rios da região (STRECK et al., 2008).

Nessa região, há predominância de uma paisagem campestre, verificando-se a ocorrência de formações florestais nas áreas de drenagens entre coxilhas, nas encostas e bases de tabuleiros e ao longo dos rios (OLIVEIRA et al., 2015). As formações ribeirinhas nesta região foram classificadas de acordo com Cordeiro e Hasenack (2009, p. 295), como pertencentes ao Bloco Ciliar da Floresta Estacional Decidual.

O clima da região é classificado como Cfa (Subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes) (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 17,8 °C e a precipitação pluviométrica anual média em torno de 1.700 mm (MATZENAUER; RADIN; ALMEIDA, 2011).

Estrutura da vegetação

A amostragem da vegetação foi realizada por meio de faixas sistemáticas e perpendiculares à margem do arroio. A distância entre as faixas foi de 50 m e a largura de 10 m, sendo que cada faixa foi dividida em parcelas de 10 m × 10 m (ARAÚJO et al., 2004; ARAUJO et al., 2016; AVILA et al., 2011). No total foram demarcadas 100 parcelas (I faixa: 4; II faixa: 7; III faixa: 9; IV faixa: 9; V faixa: 13; VI faixa: 11; VII faixa: 11; VIII faixa: 14 e a IX faixa: 22), totalizando 1 ha de área amostrada. O comprimento das faixas variou

conforme a largura da floresta e as faixas foram locadas de forma a amostrar o dique, o meio e a borda da mata.

Os indivíduos de espécies arbóreas com diâmetro a altura do peito (DAP) $\geq 5,0$ cm foram incluídos como pertencentes ao componente arbóreo. A coleta de dados deste componente foi realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2015.

As subunidades para a amostragem da regeneração (componente arbóreo regenerante) foram instaladas dentro de cada parcela de $10\text{ m} \times 10\text{ m}$. Estabeleceram-se duas classes de regeneração natural: Classe I: indivíduos com $10\text{ cm} \leq h < 1\text{ m}$ e Classe II: indivíduos com $\text{DAP} < 5\text{ cm}$ e altura (h) $\geq 1\text{ m}$. A Classe I foi amostrada em seções de $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ (4 m^2) e a Classe II foi amostrada em seções de $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ (25 m^2). A regeneração natural foi amostrada nos meses de março e junho de 2015. Para cada indivíduo do componente arbóreo foi medida a circunferência à altura do peito (CAP), circunferência obtida a 1,30 m de altura do solo, além da altura total. Para as classes de regeneração natural foram medidas a altura total dos indivíduos e para Classe II da regeneração, também foi medida a CAP, quando o indivíduo apresentava altura superior a 1,30 m. Os valores medidos de CAP foram posteriormente transformados em DAP.

A identificação foi realizada in loco em nível de espécie e o material vegetativo dos indivíduos não identificados, foi coletado para posterior identificação com auxílio de bibliografias e especialistas, no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). As espécies foram classificadas dentro das famílias reconhecidas pelo sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (BYNG et al., 2016) e a confirmação da nomenclatura científica foi baseada na Flora do Brasil 2020 (FORZZA et al., 2015).

Variáveis ambientais

As variáveis ambientais utilizadas no estudo incluíram características topográficas (declividade e cota altimétrica), abertura de dossel, características edáficas, umidade do solo e espessura da serapilheira.

A determinação da declividade, em graus, foi medida com auxílio de um hipsômetro eletrônico - Vertex IV, e realizada em todas as parcelas. Para a coleta desses dados, procedeu-se da seguinte maneira: o operador do hipsômetro eletrônico se posicionava no centro da unidade amostral enquanto, uma segunda pessoa se posicionava no limite inferior da parcela,

após o posicionamento desta, era realizada a leitura da declividade na altura dos olhos do observador.

A cota altimétrica (altitude) foi obtida em metros, no centro de cada parcela utilizando o Global Positioning System (GPS).

A profundidade do solo foi obtida com o auxílio de um trado holandês e uma régua, sendo realizada uma perfuração no centro de cada parcela de 10 m × 10 m. Quando a mudança de profundidade era muito brusca entre uma parcela e outra, realizava-se mais uma tradagem dentro da unidade, obtendo-se a profundidade média do solo. A perfuração era realizada até atingir uma profundidade máxima de 1,17 m em função do comprimento do trado.

A espessura da serapilheira acumulada foi resultado da média aritmética da medida de três pontos aleatórios dentro das parcelas de 10 m × 10 m.

Para a determinação das características físicas e químicas do solo, foram coletadas 50 amostras compostas, compostas por 5 sub-amostras de solo coletadas com trado holandês, na profundidade de 0-20 cm. Para a análise química do solo as amostras foram enviadas ao Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Santa Maria e analisadas conforme Tedesco, Volkweiss e Bohnen (1995). As variáveis analisadas foram: pH em água, níveis de cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), enxofre (S), fósforo (P- Mehlich), potássio (K), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (Bo), ferro (Fe), manganês (Mn) e sódio (Na); potencial ácido (Al + H), saturação de Bases (S), soma de bases (V), capacidade de troca de cátion (CTC efetiva), matéria orgânica (MO) e relações molares $[Ca/Mg]/K$ e $K/[(Ca/Mg)^{1/2}]$. A granulometria da fração fina (% de areia, % argila e % de silte) foi realizada pelo Laboratório de Análises de Solos do Instituto Federal Farroupilha/São Vicente utilizando o método da pipeta, conforme procedimentos descritos pela Embrapa (1997).

Para a determinação da umidade do solo, também foram coletadas 50 amostras, utilizando-se uma pá de corte e anéis volumétricos para a coleta de solo, na profundidade de 0-20 cm. O método utilizado para essa análise foi o termogravimétrico (EMBRAPA, 1997), que consiste em pesar a massa de solo úmido (Mu) e em seguida secá-lo em estufa a 105–110 °C por 24 horas, e após, determinar sua massa seca (Ms). A análise de umidade do solo foi realizada no Laboratório de Solo do Instituto Federal Farroupilha/Alegrete.

A determinação da abertura de dossel foi realizada por meio da média de quatro leituras, em direção ao norte, sul, leste e oeste, no centro de cada parcela de 10 m × 10 m, a 1 m do solo, utilizando um densiômetro esférico convexo (CALLEGARO et al., 2017;

SCOLARI et al., 2010). As leituras foram realizadas no mês de março de 2015, entre as 11 e as 13 horas, em condições de pleno sol e ausência de nuvens.

Análise dos dados

Para o componente arbóreo, foram obtidos os parâmetros da estrutura horizontal (densidade, frequência, dominância e valor de importância) e para a regeneração natural foram calculadas a densidade, frequência, categoria de tamanho e regeneração natural relativa (RNR) (FINOL, 1971). A RNR (%) foi obtida através da média aritmética dos valores relativos de abundância, frequência e categoria de tamanho (CT). Para calcular a CT foram estabelecidas inicialmente classes de tamanho de altura, baseadas em Callegaro et al. (2017, p. 36) e Scoti (2012, p. 107): Classe I: $10 \text{ cm} \leq \text{altura (h)} < 50 \text{ cm}$; Classe II: $50 \text{ cm} \leq h < 100 \text{ cm}$; Classe III: $100 \text{ cm} \leq h < 150 \text{ cm}$; Classe IV: $150 \text{ cm} \leq h < 200 \text{ cm}$; Classe V: $h \geq 200 \text{ cm}$ e $\text{DAP} < 5 \text{ cm}$.

Para testar a hipótese formulada, de que existem variações na distribuição das espécies ao longo do gradiente ambiental, no trecho de floresta avaliado, os dados de vegetação do estrato arbóreo e da regeneração natural foram analisados em conjunto com os dados obtidos na análise de solo, abertura de dossel, cota altimétrica e declividade, por meio da análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAAK, 1988).

Para a análise da CCA foram construídas duas matrizes: matriz de espécies (ME) e matriz ambiental (MA). A ME foi constituída pela abundância das espécies que apresentaram 10 ou mais indivíduos na amostra total. Os valores da abundância das espécies foram transformados pela expressão $\log_{10}(a+1)$, para compensar desvios causados por valores altos (OLIVEIRA FILHO et al., 2004). A princípio a MA foi formada por todas as variáveis mensuradas (OLIVEIRA FILHO et al., 2004; CALLEGARO et al., 2017). Posteriormente, foram retiradas algumas variáveis da MA altamente correlacionadas ($r > 0,9$), pois, a autocorrelação espacial destas variáveis evidenciaria um efeito similar sobre a distribuição das espécies (CALLEGARO et al., 2017). Foram excluídas também as variáveis fracamente correlacionadas ($r < 0,4$) com os dois primeiros eixos de ordenação e retiradas da análise final as variáveis que apresentaram vetores visivelmente próximos no mapa bi-dimensional preliminar, mantendo-se na análise a variável com maior correlação com os eixos de ordenação, conforme sugeriu Callegaro et al. (2017, p. 36). Logo após os procedimentos iniciais, a CCA do componente arbóreo foi analisada com 100 parcelas, 12 espécies e seis variáveis ambientais. A CCA da regeneração natural da Classe I foi realizada com 89

parcelas, 14 espécies e cinco variáveis ambientais e a Classe II foi executada com 96 parcelas, 11 espécies e quatro variáveis ambientais.

A estrutura da regeneração natural e do estrato arbóreo foi processada no programa Mata Nativa 4.0 e a análise de correspondência canônica foi realizada no PC-ORD for Windows, versão 4.0.

Resultados

A estimativa de densidade de indivíduos no componente arbóreo foi 1.198 ind.ha⁻¹, pertencentes a 28 espécies e 16 famílias botânicas. Na regeneração natural: Classe I foram 17.975 ind.ha⁻¹ distribuídos em 22 espécies e 17 famílias e, na Classe II foram 4.148 ind.ha⁻¹ pertencentes a 18 espécies e 13 famílias. Considerando o estrato arbóreo e o regenerante foram encontradas 30 espécies ao total (Tabela 3).

No componente arbóreo do trecho florestal avaliado, a dominância absoluta total foi de 27,9 m².ha⁻¹, sendo os maiores valores registrados para *Nectandra megapotamica* (6,69 m².ha⁻¹), *Ocotea acutifolia* (6,55), *Pouteria salicifolia* (4,53) e *Allophylus edulis* (2,77), correspondendo a 73,6% do total das espécies. Vinte e duas espécies, dentre as 28 amostradas, apresentaram menos de 1 m²/ha⁻¹ de área basal total. O diâmetro médio obtido foi de 14,1 cm, com diâmetro máximo de 84,4 cm. Dentre os 1.198 indivíduos amostrados, 105 apresentaram-se com ramificações na base do caule. A ocorrência de indivíduos ramificados pode representar uma resposta adaptativa comumente encontrada em florestas ribeirinhas, induzida pelas inundações, produzindo múltiplos troncos.

As espécies *Ocotea acutifolia* (Valor de Importância Relativo, VIR = 18,5%), *Pouteria salicifolia* (15,6%) *Nectandra megapotamica* (13,1%), *Allophylus edulis* (12,3%), *Eugenia uniflora* (8,5%), *Gymnanthes klotzschiana* (8,0%), *Scutia buxifolia* (5,2%), *Styrax leprosus* (4,6%), *Ocotea pulchella* (2,8%) e *Blepharocalyx salicifolius* (2,0%) obtiveram os maiores VIR do estrato arbóreo (Tabela 3). *Ocotea acutifolia* e *Pouteria salicifolia* apresentaram o primeiro e o segundo maior valor de VIR, respectivamente, principalmente devido a densidade e dominância. Já *Nectandra megapotamica* obteve o terceiro maior VIR devido à dominância.

Tabela 3 – Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na regeneração natural e no sub-bosque/dossel em uma floresta ribeirinha do bioma Pampa, Rio Grande do Sul. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

Espécies	Regeneração Natural			Estrato Arbóreo		
	DA (ind.ha ⁻¹)		RNR	DA	DoA	VIR
	CI	CII	(%)	(ind.ha ⁻¹)	(m ² .ha ⁻¹)	(%)
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	575	12	2,46 ^a	173	2,77	12,3 ^a
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	75	112	1,38	11	0,03	0,7
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	2625	48	9,25 ^a	24	0,30	2,0 ^a
<i>Calliandra tweedii</i> Benth.	750	4	2,15	1	0,00	0,1
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	1950	204	8,53 ^a	21	0,07	1,5
<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	425	20	1,82	4	0,15	0,5
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	25	0	0,11	0	0,00	0,0
<i>Eugenia uniflora</i> L.	4075	1980	27,74 ^a	139	0,79	8,5 ^a
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	1250	52	5,29 ^a	110	1,42	8,0 ^a
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	50	0	0,24	5	0,15	0,6
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	225	0	0,90	2	0,01	0,2
<i>Maytenus muelleri</i> Schw.	50	0	0,23	0	0,00	0,0
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	450	24	1,90	7	0,02	0,4
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	125	0	0,46	6	0,64	1,2
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	1575	64	6,25 ^a	2	0,01	0,2
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	0	52	0,70	82	6,69	13,1 ^a
<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	450	196	3,14 ^a	226	6,55	18,5 ^a
<i>Ocotea pulchela</i> (Ness & Mart.) Mez	0	0	0,00	15	1,51	2,8 ^a
<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	525	588	8,45 ^a	202	4,53	15,6 ^a
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	0	0	0,00	8	0,27	1,0
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.-Hil. & Tul.) Mart	25	0	0,12	3	0,09	0,4
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0	0	0,00	2	0,16	0,3
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0	0	0,00	3	0,03	0,2
<i>Schinus molle</i> L.	0	0	0,00	2	0,05	0,2
<i>Schinus lentiscifolius</i> Marchand	0	20	0,25	6	0,06	0,3
<i>Schinus polygamus</i>	0	0	0,00	6	0,43	1,0
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	625	308	5,84 ^a	72	0,60	5,2 ^a
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	775	448	7,37 ^a	62	0,53	4,6 ^a
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	1225	12	4,74 ^a	1	0,00	0,1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	125	4	0,68	3	0,04	0,3
Total	17.975	4.148	100	1198	27,90	100

Fonte: Autora.

DA = densidade absoluta; C I: indivíduos com $10\text{ cm} \leq h < 1\text{ m}$, C II: $\text{DAP} < 5\text{ cm}$ e $h \geq 1\text{ m}$, RNR = regeneração natural relativa; DoA = dominância absoluta; VI = valor de importância relativo; ^a = espécies com maior RNR ou VIR.

O estrato regenerante apresentou as seguintes espécies com maior valor de Regeneração Natural Relativa (RNR) (Tabela 3): *Eugenia uniflora* (RNR = 27,74%),

Blepharocalyx salicifolius (9,25%), *Celtis iguanaea* (8,53%), *Pouteria salicifolia* (8,45%), *Styrax leprosus* (7,37%), *Myrrhinium atropurpureum* (6,25%), *Scutia buxifolia* (5,84%), *Gymnanthes klotzschiana* (5,29%), *Xylosma tweediana* (4,74%), *Ocotea acutifolia* (3,14%) e *Allophylus edulis* (2,46%).

As espécies *Pouteria salicifolia* (VIR = 15,6%; RNR = 8,45), *Gymnanthes klotzschiana* (VIR = 8,0%; RNR = 5,29%) e *Scutia buxifolia* (VIR = 5,2%; RNR = 5,84%) tiveram elevada porcentagem de importância no estrato arbóreo (VIR) e proporção similar no estágio de regeneração natural (RNR). Por outro lado, *Allophylus edulis* (VIR = 12,3%; RNR = 2,46%) e *Ocotea acutifolia* (VIR = 18,5%, RNR = 3,14%) tiveram queda brusca na porcentagem de importância, mas mantiveram-se entre as principais espécies regenerantes, o mesmo não foi observado para as espécies *Myrrhinium atropurpureum* (VIR = 6,25%; RNR = 0,2%) e *Xylosma tweediana* (VIR = 4,74%; RNR = 0,1%). Em contraste com as demais, *Eugenia uniflora* (VIR = 8,5%; RNR = 27,74%) e *Styrax leprosus* (VIR = 4,6%; RNR = 7,37%) tiveram um aumento na porcentagem de importância.

Os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos do solo mostraram não haver variação da classe textural ao longo do trecho de floresta ribeirinha avaliado, sendo a mesma classificada como média. Nas faixas V, VI, VII, VIII e IX os teores de areia foram maiores nas parcelas mais próximas ao arroio, indicando trechos nos quais ocorre a perda da força da corrente com a consequente deposição de sedimentos mais grossos. Os teores de matéria orgânica, de modo geral, foram médios em todas as faixas e os valores de saturação de bases e CTC indicaram a presença de solos eutróficos. O valor do pH no solo da área enquadrou-se como de valor médio e a saturação por Al foi muito baixa em todas as parcelas. Em relação aos nutrientes verificou-se a deficiência apenas para fósforo e boro nas parcelas 24 e 25.

A análise de correspondência canônica (CCA) mostrou quais as variáveis ambientais se correlacionaram com a distribuição das espécies no componente arbóreo e na regeneração natural (Tabela 4). Para o componente arbóreo, os autovalores (autov.) gerados foram baixos, 0,157 (eixo 1) e 0,079 (eixo 2), indicando a existência de gradientes curtos, ou seja, a maioria das espécies se distribui por todo o gradiente, com algumas delas variando apenas na abundância. Os dois primeiros eixos explicaram apenas 7,2% (eixo 1) e 3,6% (eixo 2) da variância global dos dados (total acumulado: 10,8%), indicando muito “ruído” ou variância remanescente não explicada. Apesar disto, a significância das relações espécie-ambiente não foi prejudicada, pois a CCA produziu altas correlações espécie-ambiente nos dois primeiros eixos: 0,700 (eixo 1) e 0,583 (eixo 2).

Tabela 4 – Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os eixos de ordenação para espécies do componente arbóreo e da regeneração natural de um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Rio Grande do Sul. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

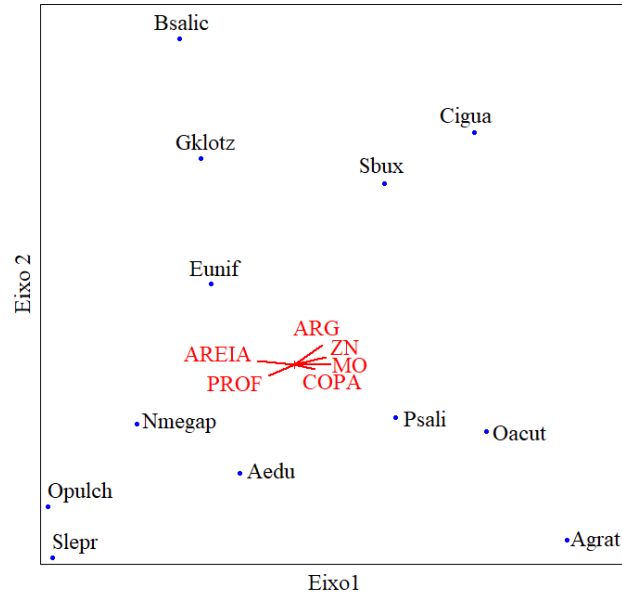
Variáveis ambientais	Componente arbóreo		Regeneração natural			
			Classe I		Classe II	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
	Correlação					
Abertura de copa	0,441	- 0,142	-	-	-	-
Areia	- 0,800	0,112	- 0,803	- 0,190	0,670	0,118
Argila	0,603	0,563	-	-	-	-
Boro	-	-	0,099	- 0,870	-	-
Cálcio	-	-	-	-	- 0,830	- 0,293
Cota Altimétrica	-	-	- 0,610	- 0,420	-	-
Matéria Orgânica	0,778	0,030	-	-	- 0,810	0,510
Profundidade do solo	- 0,552	- 0,329	-	-	-	-
Serapilheira	-	-	- 0,528	0,342	-	-
Zinco	0,668	0,205	0,628	- 0,040	- 0,673	0,000

Fonte: Autora.

Classe I: indivíduos com $10\text{ cm} \leq h < 1\text{ m}$ e Classe II: indivíduos com $\text{DAP} < 5\text{ cm}$ e altura $(h) \geq 1\text{ m}$

No mapa de ordenação do estrato arbóreo (Figura 13) verificou-se que as espécies *Pouteria salicifolia*, *Ocotea acutifolia* e *Aloysia gratissima*, mostram-se positivamente localizadas em relação à abertura de copa (COPA) e a matéria orgânica (MO) presente no solo, demonstrando que na floresta avaliada essas espécies têm preferência por solos com maior teor de MO e maior exposição à luz. A argila foi correlacionada positivamente com a presença de *Scutia buxifolia* e *Celtis iguanaea*, indicando a maior abundância dessas espécies nos locais com maiores teores de argila. A profundidade de solo foi outro fator ecológico condicionantes do componente arbóreo, contribuindo para a maior abundância das espécies *Nectandra megapotamica*, *Ocotea pulchella*, *Allophylus edulis* e *Styrax leprosus*. A areia favoreceu a presença de *Eugenia uniflora*, *Gymnanthes klotzschiana* e *Blepharocalyx salicifolius* no trecho de floresta estudado.

Figura 13 – Diagrama de ordenação gerado pela CCA a partir da abundância de espécies no estrato arbóreo e das variáveis ambientais de um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Rio Grande do Sul. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

ARG = argila, COPA = abertura de copa, PROF = profundidade do solo, MO = matéria orgânica, ZN = zinco. Aedu: *Allophylus edulis*; Agrat: *Aloysia gratissima*; Bsalic: *Blepharocalyx salicifolius*; Cigua: *Celtis iguanaea*; Eunifl: *Eugenia uniflora*; Gklotz: *Gymnanthes klotzschiana*; Nmegap: *Nectandra megapotamica*; Oacut: *Ocotea acutifolia*; Opulch: *Ocotea pulchella*; Psali: *Pouteria salicifolia*; Sbux: *Scutia buxifolia*; Slepr: *Styrax leprosus*.

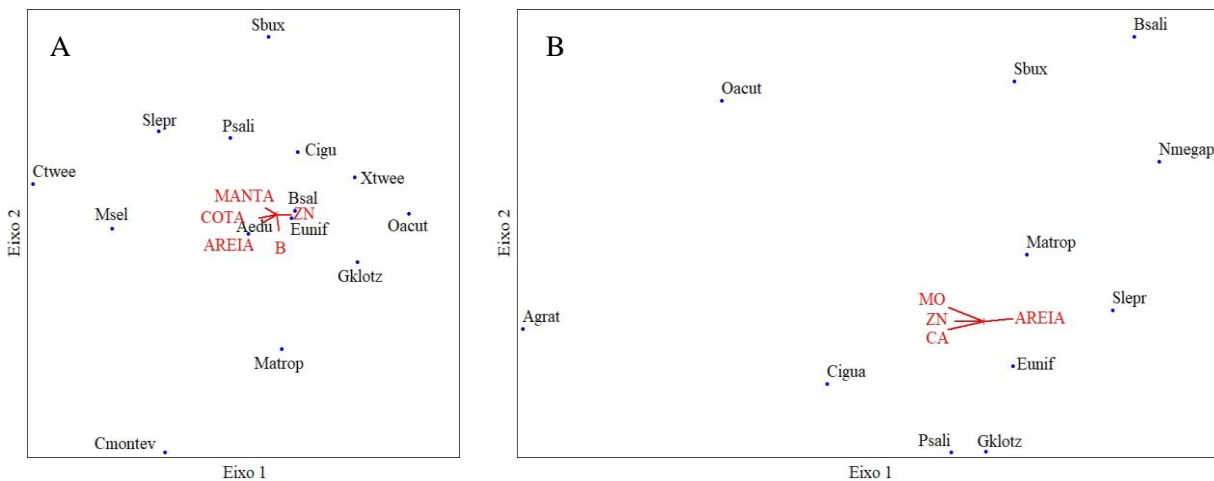
Na CCA da regeneração natural foram obtidos autovalores e variância total diferentes do estrato arbóreo (Classe I: eixo 1: 0,120 e var.= 4,0%; eixo 2: 0,070 e var.= 2,3%; Classe II: eixo 1: 0,217 e var.= 7,0% e eixo 2: 0,064 e var.= 2,1%). As correlações entre a ordenação das amostras baseada nas espécies e ordenação baseada nas variáveis ambientais foram altas (Classe I: eixo 1: 0,632 e eixo 2: 0,519; Classe II: eixo 1: 0,623 e eixo 2: 0,419).

Para a regeneração natural Classe I ($10\text{ cm} < h < 1\text{ m}$), o eixo 1 separou as espécies com maior abundância em áreas com maior acúmulo de serapilheira, maiores cotas altimétricas e com teores mais elevados de areia, das espécies em comunidades com maior teor de zinco. Já o eixo 2 indicou que as espécies na porção inferior do diagrama têm maior abundância em solos com teor elevado de boro (Figura 14A). No diagrama de ordenação da Classe II ($h \geq 1\text{ m}$ e $DAP < 5\text{ cm}$), verificou-se que o eixo 1 dividiu as espécies com maior abundância em locais com maior teor de matéria orgânica, zinco e cálcio das espécies em áreas com elevado teor de areia (Figura 14B).

Considerando a Classe I de regeneração natural, percebe-se que as espécies *Styrax leprosus*, *Calliandra tweedi*, *Myrcia selloi* e *Pouteria salicifolia* foram correlacionadas à

espessura da serapilheira. A espécie *Allophylus edulis* prefere ambientes com maiores teores de areia e maior cota altimétrica. Altas taxas de zinco no solo favoreceram as espécies *Ocotea acutifolia*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Xilosma tweediana*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Eugenia uniflora*. A abundância de *Myrrhinium atropurpureum* e *Citharexylum montevidense* foi favorecida pela presença de altas taxas de boro no solo.

Figura 14 – Diagramas de ordenação gerados pela CCA a partir da abundância das espécies na regeneração natural Classe I (A) e Classe II (B) e das variáveis ambientais de um trecho de floresta ribeirinha no bioma Pampa. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora

B = boro; CA = cálcio; COTA = cota altimétrica; MANTA = serapilheira; MO = matéria orgânica; ZN = zinco.
 Aedu: *Allophylus edulis*; Agrat: *Aloysia gratissima*; Bsalic: *Blepharocalyx salicifolius*; Cigua: *Celtis iguanaea*; Cmontev: *Citharexylum montevidense*; Ctwee: *Calliandra tweedii*; Eunifl: *Eugenia uniflora*; Gklotz: *Gymnanthes klotzschiana*; Matrop: *Myrrhinium atropurpureum*; Msel: *Myrcia selloi*; Nmegap: *Nectandra megapotamica*; Oacut: *Ocotea acutifolia*; Psali: *Pouteria salicifolia*; Sbx: *Scutia buxifolia*; Slepr: *Styrax leprosus*; Xtwee: *Xylosma tweediana*.

Na ordenação da regeneração natural da Classe II, percebeu-se que a espécie *Ocotea acutifolia*, *Aloysia gratissima*, *Celtis iguanaea* e *Pouteria salicifolia* correlacionam-se de forma positiva em sítios com altos teores de matéria orgânica, zinco e cálcio. Teores elevados de areia se correlacionam positivamente com as espécies *Myrrhinium atropurpureum*, *Eugenia uniflora*, *Nectandra megapotamica*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Scutia buxifolia* e *Styrax leprosus*.

Discussão

O número de espécies registrado para o trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho pode ser considerado baixo no contexto regional, quando comparado a outros estudos realizados na região, como, por exemplo, no rio Jacuí/Cachoeira do Sul: 49 espécies (ARAÚJO et al, 2004), no arroio de Corrales/Minas de Corrales/Uruguai: 32 espécies (PIAGGIO; DELFINO, 2009) e no arroio Imbaia/Uruguiana: 39 espécies (LEÃO, 2009) e dentro do esperado ao ser comparado com trabalhos realizados no rio Botucará/Cachoeira do Sul: 30 espécies (BUDKE; JARENKOW e OLIVEIRA-FILHO, 2007), no rio Camaquã/Cristal: 29 espécies (DE MARCHI; JARENKOW, 2008) e no rio Ibirapuitã/Sant'Ana do Livramento: 23 espécies (OLIVEIRA et al., 2015). No entanto, na riqueza de espécies e na estrutura de comunidades florestais é necessário considerar que existem singularidades, devido à influência de fatores como histórico de uso da área, condições edáficas e topográficas, entre outros (CALLEGARO et al., 2017; SCIPIONI et al. 2009). Além do mais, em ambientes ribeirinhos, conforme Rodrigues e Shepherd (2009), a baixa diversidade em florestas ciliares deve-se, especialmente, ao estresse hídrico ao qual estão submetidas às espécies. Portanto, a composição florística em comunidades florestais jovens é a representação de padrões locais de colonização das espécies e dos efeitos da vegetação remanescente (CHAZDON et al., 2007).

A densidade total de indivíduos por área amostrada do componente arbóreo ($1.198 \text{ ind. ha}^{-1}$) está na faixa intermediária em relação a densidades obtidas em outras formações florestais ribeirinhas do Estado. Foi inferior às estimadas por Araujo et al. (2016, p. 483) para um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho sem a presença de gado ($1.456 \text{ ind. ha}^{-1}$), por De Marchi e Jarenkow (2008, p. 243) para a floresta do rio Camaquã ($2.179 \text{ ind. ha}^{-1}$) e por Leão (2009, p. 33) para o arroio Imbaia ($1824 \text{ ind. ha}^{-1}$), e superior as obtidas por Oliveira et al. (2015, p. 250) para o rio Ibirapuitã ($816,47 \text{ ind. ha}^{-1}$) e por Araujo et al. (2016, p. 483) para a floresta ribeirinha do arroio Espinilho com a presença de gado ($1.058,3 \text{ ind. ha}^{-1}$). Entretanto, estes resultados são de difícil interpretação, visto que o método de amostragem não foi uniforme, e o histórico das áreas não é bem conhecido.

O valor de dominância absoluto obtido foi considerado inferior aos registrados em outras florestas ribeirinhas do Estado, por exemplo, para o rio Jacuí/Cachoeira do Sul: $29,6/30,6/29,83 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (ARAÚJO et al., 2004), para o rio Piratini/Arroio Grande: $46,26/40,10 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (KILCA et al., 2012) e para o rio Camaquã/Cristal: $40,107 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (DE MARCHI; JARENKOW, 2008) e superior ao encontrado para o rio Jacuí: $19,93 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$

(LONGHI et al., 1982), para o rio Jacuí/Cachoeira do Sul: 23,31 m².ha⁻¹ (LINDEMAIER; BUDKE, 2006), para o rio Botucaraí/Cachoeira do Sul: 24,85 m².ha⁻¹ (BUDKE et al., 2007) e para o arroio de Corrales/Minas de Corrales/Uruguai: 14,52m².ha⁻¹ (PIAGGIO; DELFINO, 2009). Oliveira et al. (2015, p. 250) ao estudarem a floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, no município de Sant'Ana do Livramento, encontram uma dominância absoluta de 40,7 m².ha⁻¹, valor superior ao encontrado na presente pesquisa. Estes atribuíram o alto valor de dominância ao elevado número de indivíduos ramificados (50,28% dos indivíduos eram ramificados).

As espécies com maior VIR citadas no presente estudo, *Pouteria salicifolia*, *Ocotea acutifolia*, *Eugenia uniflora* e *Gymnanthes klotzschiana*, também estiveram entre as 10 principais espécies do estrato arbóreo em outras florestas ribeirinhas do Rio Grande do Sul e do Departamento de Rivera, Uruguai (PIAGGIO; DELFINO, 2009; GRELA, 2003; OLIVEIRA et al., 2015). Conforme Callegaro et al. (2017, p. 36), variáveis pedológicas e geomorfológicas, associadas a outras variáveis como luz e temperatura também influenciam a densidade e dominância de espécies no componente arbóreo. *Ocotea acutifolia* (226 indivíduos.ha⁻¹), *Pouteria salicifolia* (202), *Allophylus edulis* (173), *Eugenia uniflora* (139), que exibiram elevada densidade, são, de acordo com Saraiva (2011, p. 52) e Kilca et al. (2012, p. 170), dispersadas por animais (zoocoria). Esta estratégia de dispersão pode ter sido um fator que atuou de forma positiva na elevação da densidade das espécies, quando estas deixam suas sementes em ambientes com condições ecológicas favoráveis. Neste sentido, percebe-se a importância de dispersores zoocóricos na conservação da estrutura de comunidades avaliadas, visto que, segundo Barbosa et al. (2012, p. 88), a dispersão de sementes é um fator essencial para a colonização de habitats e para a constituição da estrutura espacial e temporal de populações de plantas, sendo capaz de causar profundo efeito sobre a dinâmica, estrutura e composição de comunidades florestais.

Algumas das espécies da regeneração natural com maior RNR (*Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Scutia buxifolia* e *Gymnanthes klotzschiana*) são comuns no componente regenerativo da floresta ribeirinha do arroio Espinilho (ARAUJO, 2010). Observou-se que arbustos tolerantes a sombra (ex.: *Daphnopsis racemosa*) e arbustos demandantes de luz (ex.: *Celtis iguanaea*), espécies de porte pequeno, mas com diferentes exigências de luminosidade, se adaptaram ao estrato inferior da floresta. Esta situação mostra que existem tanto ambientes mais sombreados favoráveis às espécies tolerantes à sombra, quanto ambientes de maior luminosidade, condição ecológica fundamental ao crescimento de espécies exigentes de luz. Destaca-se que algumas particularidades como elevada densidade

de indivíduos, variedade de hábitos e grupos ecológicos, bem como a existência de espécies de hábito arbóreo com expressiva RNR no componente regenerante apontam a importância desse componente para o ecossistema.

Os resultados da VIR e da RNR mostraram que algumas espécies no estrato arbóreo mantêm o mesmo padrão do estrato regenerante. No caso das espécies *Eugenia uniflora* e *Styrax leprosus* observou-se elevada densidade na regeneração natural, o que pode ser atribuído à falta de fatores limitantes e à facilidade de dispersão de sementes, uma vez que são espécies zoocóricas (COLMANETTI et al., 2016; LEYSER et al., 2012).

Verificou-se que, para a ocorrência de algumas espécies do estrato arbóreo, como *Pouteria salicifolia* e *Ocotea acutifolia*, são mais determinantes o fator luminosidade solar e fatores químicos do solo. Entretanto, outras espécies como *Nectandra megapotamica*, *Allophylus edulis* e *Gymnanthes klotzschiana* responderam mais diretamente a aspectos texturais do solo. Na condição ribeirinha, os fatores físicos do solo, determinados diretamente pelo comportamento hidrológico local são mais condicionantes da distribuição e composição de espécies, em contraste com os fatores químicos do sedimento, os quais são apenas indiretamente determinados pela dinâmica do rio (RODRIGUES; SHEPHERD, 2009).

Ocotea acutifolia e *Pouteria salicifolia*, espécies que se destacaram na análise como sociologicamente mais importantes, apresentaram maior abundância nos terrenos com solos mais ricos em matéria orgânica e mais expostos à luminosidade solar. *Pouteria salicifolia* foi referida como a espécie sociologicamente mais importante em solos ricos em matéria orgânica para a floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã (OLIVEIRA et al., 2015), um dos poucos trabalhos realizados no Bioma Pampa, região da Campanha. A abundância de matéria orgânica no solo até níveis capazes de sustentar um fornecimento de nutrientes e água para a biota é fundamental no desenvolvimento dos ecossistemas (TERRA; MELLO; MELLO, 2015), sugerindo que as espécies acima mencionadas são mais exigentes em termos de fertilidade do solo.

No estudo, os maiores teores de matéria orgânica foram registrados nas faixas III, IV, V, VI, VII, VIII e IX, refletindo provavelmente condições de anaerobiose produzida em solos saturados (BUCKMAN; BRADY, 1960), podendo-se inferir uma maior permanência da água nestes locais.

Nectandra megapotamica e *Allophylus edulis* apresentaram maior abundância de indivíduos em sítios com maior profundidade do solo. Oliveira et al. (2015, p. 260) associou *Allophylus edulis* ao valor de pH e à saturação de bases. A mesma espécie também foi relacionada a estes parâmetros para a floresta do rio Botucaraf (BUDKE et al., 2007). De

acordo com Carvalho (2006, p. 149), *Nectandra megapotamica* ocorre em solos arenosos e em margens de rios, condição observada no presente estudo em que, a espécie foi abundante em sítios próximos a margem do arroio.

No geral, a regeneração natural teve a distribuição influenciada por características físicas e químicas do solo, cota altimétrica, matéria orgânica e espessura da serapilheira. Geralmente, comunidades de árvores juvenis são fortemente afetadas por condições bióticas e abióticas ao longo de gradientes, sucessionais e topográficos (SANAPHRE-VILLANUEVA et al., 2016)

Nota-se que os atributos edáficos condicionam a vegetação regenerante tanto da Classe I, quanto da Classe II no trecho de floresta avaliada. Higuchi et al. (2015, p. 256) e Scipioni et al. (2009, p. 686) destacaram a importância do grau de desenvolvimento do solo para a regeneração natural em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana no Planalto Catarinense e uma floresta Estacional Decidual da região central do Rio Grande do Sul, respectivamente.

Entretanto, os valores baixos da variância explicada por essas variáveis sugerem que a organização estrutural-florística do componente regenerativo do trecho de floresta avaliado seja pouco dependente de fatores determinísticos, relacionado às variáveis estudadas. Aparentemente, fatores de ordem estocástica e de relações ecológicas (competição, herbívora e predação), possuem maior importância. De acordo com Higuchi et al. (2015, p. 252), tal inferência se justifica ao considerar que o processo de regeneração natural no sub-bosque de uma floresta natural inicia-se a partir da entrada e posterior germinação das sementes no piso florestal.

Os resultados observados na presente pesquisa demonstram a importância das variáveis ambientais pós-processo de dispersão. A variação explicada na Classe I/plântulas (6,3%) foi inferior à observada para as Classe II/regeneração estabelecida (9,1%) e estrato arbóreo (10,8%), havendo uma tendência de aumento do efeito cumulativo das variáveis a medida que as plantas se desenvolvem. O mesmo foi observado por Higuchi et al. (2015, p. 257), ao estudarem os fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense, no qual a variação explicada na Classe 1 (menor tamanho) (11,24%) foi inferior a observada para as Classes 2 e 3 (17,7 e 17,71%).

Conclusões

Conclui-se que:

- de modo geral, as espécies do estrato arbóreo estão mantendo o mesmo padrão de importância no estrato regenerante;
- no estrato arbóreo as características edáficas e de abertura de dossel apresentaram elevada influência sobre as espécies;
- na regeneração natural as características edáficas, espessura de serapilheira e cota altimétrica apresentaram maior influência sobre as espécies;
- percebeu-se um aumento do efeito cumulativo das variáveis ambientais a medida que as plantas se desenvolvem.

Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARAUJO, A. B. C. **Efeito do pastoreio bovino sobre a estrutura da mata ciliar do arroio Espininho, Sant'Ana do Livramento, RS, Brasil**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

ARAUJO, A. B. C. et al. Estrutura de dois componentes arbóreos de Floresta Subtropical Ripária na Campanha Gaúcha, Sant'ana do Livramento, RS. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 481-490, 2016.

ARAÚJO, M. M. et al. Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 133- 147, 2004.

ÁVILA, A. L. et al. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.

BARBOSA, J. M. et al. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012. p. 85-106.

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **The nature and properties of soils**. Macmillan, New York: 1960. 567p.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, New York, v. 189, p. 187-200, 2007.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Intermediary disturbance increases tree diversity in riverine forest of southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Switzerland, v. 19, n. 8, p. 2371-2387, 2010.

BYNG, J. W. et al. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Malden, Reino Unido, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

CALLEGARO, R. M. et al. Fitossociologia e fatores ecológicos da vegetação estacional na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 72, n. 1, p. 33-43, 2017.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v. 2. 2006. 627p.

CHAZDON, R. L. et al. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 362, n. 2, p. 273-289, 2007.

COLMANETTI, M. A. M. et al. Phytosociology and structural characterization of woody regeneration from a reforestation with native species in southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 2, p. 209-218, 2016.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P., MÜLLER, S. C., CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.) **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 285-299.

DE MARCHI, T. C.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 241-248, 2008.

EMBRAPA - **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, 1997. 212 p.

FINOL, H. Nuevos parâmetros a considerar-se en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, Mérida, v. 14, n. 21, p. 24-42, 1971.

FORZZA, R. C. et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>> Acesso em: 21.04. 2015.

GRELA, I. Evaluación del estado sucesional de un bosque subtropical de quebradas en el norte de Uruguay. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 315-324, 2003.

HIGUCHI, P. et al. Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 251-259, 2015.

KILCA, R. V. et al. Cambios florísticos y estructurales entre dos comunidades arbóreas de un bosque ripario bajo condiciones ambientales contrastantes en la Pampa sur brasileña.

Iheringia: Série Botânica, v. 67, p. 165-175-175, 2012.

LEÃO, G. M. Florística e estrutura do componente arbóreo da floresta ribeirinha do arroio Imbaá, Pampa brasileiro. 58 f. **Monografia** (Graduação em Ciências Biológicas) Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Campus Uruguaiana, 2009.

LEYSER, G. et al. Regeneração de espécies arbóreas e relações com componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 74-83, 2012.

LINDENMAIER, D. de S.; BUDKE, J. C. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do rio Jacuí, sul do Brasil. **Pesquisas Botânica**, São Leopoldo, n. 57, p. 193- 216, 2006.

LONGHI, S. J.; DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. A vegetação da mata ribeirinha no curso médio do rio Jacuí, RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 4, p. 151-161, 1982.

MARCHESINI, V. A., SALA, O. E.; AUSTIN, A. T. Ecological consequences of a massive flowering event of bamboo (*Chusquea culeou*) in a temperate forest of Patagonia, Argentina. **Journal of Vegetation Science**, Hoboken, n. 20, n. 3, p. 424-432, 2009.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: campos sulinos. Porto Alegre: EST, 2004. 110 p.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas Climático: Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma Floresta Semidecídua Alto-Montana na Chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 291-309, 2004.

OLIVEIRA, M. de L. A. et al. Composição, estrutura e fatores edáfico condicionantes da distribuição das espécies do componente arbóreo em floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, Bioma Pampa. **Iheringia: Série Botânica**, v. 70, n. 2, p. 245-263, 2015.

PIAGGIO, M.; DELFINO, L. Florística y fitosociología de un bosque fluvial en Minas de Corrales, Rivera, Uruguay. **Iheringia: Série Botânica**, v. 64, n. 1, p. 45-51, 2009.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009. p. 101-107.

SANAPHRE-VILLANUEVA, L. et al. Functional diversity of small and large trees along secondary succession in a tropical dry forest. **Forests**, Switzerland, v. 7, n. 8, p.1-15, 2016.

SARAIVA, D. D. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 49-58, 2011.

SCIPIONI, M. C. et al. Regeneração natural de um fragmento da Floresta Estacional Decidual na Reserva Biológica do Ibicuí-Mirim (RS). **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 675-690, 2009.

SCOLARI, G. O. et al. Riqueza e abundância de espécies lenhosas em reflorestamento de *Pinus taeda* L. e Floresta Ombrófila Mista no Centro – Leste do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p.1361-1366, 2010.

SILVA, W. C. et al. Estrutura horizontal e vertical do componente arbóreo em fase de regeneração natural na mata Santa Luzia, no município de Catende-PE. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 863-869, 2010.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural. Porto Alegre, 2 ed., 2008. 222p.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, New York, v. 69, p. 69-77, 1988.

TERRA, M. C. N. S.; MELLO, J. M.; MELLO, C. R. Relação espacial do carbono da vegetação e matéria orgânica do solo na Serra da Mantiqueira. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, p. 446-455, 2015.

VÉLEZ, E. et al. Um panorama sobre as iniciativas de conservação dos Campos Sulinos. In PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C., CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009. cap. 28, p.356-379.

6 ARTIGO III - REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS E RELAÇÕES COM O COMPONENTE ADULTO EM UMA FLORESTA RIBEIRINHA DO PAMPA GAÚCHO, BRASIL

Resumo

A compreensão do processo de regeneração natural e de sua organização espacial em florestas nativas é essencial para se entender o funcionamento de comunidades arbóreas, pois, o potencial regenerante torna as florestas capazes de se restaurarem após distúrbios naturais ou antrópicos. O presente estudo objetivou avaliar o componente arbóreo regenerante, identificando a composição e abundância, grupos funcionais de dispersão, estratificação vertical e necessidade de luz para a germinação, estimativas de riqueza e diversidade e comparar estes valores com o componente adulto. O levantamento da regeneração natural ocorreu em 100 subunidades que diferiram em tamanho devido à classe de altura: Classe I (regeneração natural estabelecida): plantas com $h \geq 1$ m e $DAP < 5$ cm, subunidades de $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$, e Classe II (banco de plântulas): plantas com $0,1 \text{ m} \leq h < 1 \text{ m}$, subunidades de $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$. O levantamento do componente adulto, avaliado em estudo anterior, foi estabelecido em unidades amostrais de $10 \text{ m} \times 10$ metros, sendo amostrados todos os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm. Foram amostrados 1.756 indivíduos na regeneração natural (Classe I e Classe II), pertencentes a 24 espécies e distribuídos em 16 famílias botânicas. Na Classe I a densidade estimada foi $1.037 \text{ ind.ha}^{-1}$ e as espécies com maior densidade foram *Eugenia uniflora*, *Pouteria salicifolia* e *Styrax leprosus*. A densidade estimada da Classe II foi $17.975 \text{ ind.ha}^{-1}$ e as espécies com maior densidade foram *Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Celtis iguanaea*. A análise de coordenadas principais indicou separação nítida das unidades amostrais e o teste de Mantel revelou haver independência entre as matrizes de composição e abundância dos componentes adulto e regenerante ($r = 0,19$; $p = 0,00$). Dentre os grupos funcionais, verificou-se que o componente regenerante esta mantendo as mesmas proporções observadas para o componente adulto, maior proporção de espécies zoocóricas, dependentes de luz para germinação, com exceção para a estratificação.

Palavras-chave: Campanha Gaúcha, grupos funcionais, análise de coordenadas principais.

Abstract

Comprise the process of natural regeneration and its spatial organization in native forests is very important to understand the functioning of tree communities, because the regenerative potential makes forests able of restoring themselves after natural or anthropic disturbances. The goal of this study was to analyze tree regeneration by identifying composition and abundance, the ecological groups of dispersion, vertical stratification and light requirements for germination and to look for changes in expected richness, diversity and relationships with structure of adult trees. A sapling survey was conducted in plots that differed in size due to the height class of regeneration: Class I (established natural regeneration): plants with $h \geq 1$ m and diameter at breast height (DBH) < 5 cm, plots with $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$; Class II (seedling bank): plants with $0,1 \text{ m} \leq h < 1 \text{ m}$, plots $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$. Adult trees with a DBH ≥ 5 cm were surveyed in 10×10 m sampling units, according to a previous study. We sampled 1.756 living trees in natural regeneration (Class I and Class II), 24 species and 16 botanical families. In Class I the total density was $1.037 \text{ ind.ha}^{-1}$ and the species with higher absolute density were *Eugenia uniflora*, *Pouteria salicifolia* e *Styrax leprosus*. The total density of Class II was $17.975 \text{ ind.ha}^{-1}$ and the species with higher absolute density were *Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Celtis iguanaea*. A principal coordinates analysis indicated sharp differences among sampled units and a Mantel test showed no dependence among composition and abundance matrices from adult and regenerative surveys ($r = 0.19$; $p = 0.00$). Among the ecological groups we found that the regenerative component has kept the same proportions of adults, with a higher proportion of zoochorous, light demanding, except for stratification.

Keywords: Campanha Gaúcha, ecological groups, principal coordinates analysis.

Introdução

O bioma Pampa é predominante campestre, embora nele também ocorram florestas (VÉLEZ et al., 2009). Estas estão presentes nas encostas do Escudo Cristalino Rio Grandense e do Planalto da Campanha, e ao longo dos cursos d'água, nos quais se limitam a estreitos cordões ou a faixas de largura variável, segundo as características do relevo (MARCHIORI, 2004).

As florestas ribeirinhas deste bioma são importantes para proteção do solo e margens dos cursos d'água, além de destinarem-se, juntamente com os campos, como habitat natural de uma grande quantidade de espécies animais e vegetais (GRELA; BRUSSA, 2003).

A vegetação ribeirinha deste bioma não foge a regra da exploração predatória do restante das florestas ribeirinhas brasileiras, sendo constante e crescente a transformação destas formações florestais em áreas para cultivo agrícola resultando na degradação da sua vegetação.

Embora existam alguns trabalhos abordando as florestas ribeirinhas do Estado, os mesmos apresentam abordagens de cunho fisionômico, florístico e ecológico das formações arbóreas adultas e pouco a respeito da regeneração natural dessas comunidades.

A compreensão do processo de regeneração natural e de sua organização espacial em florestas nativas é importante para se entender o funcionamento de comunidades arbóreas e, assim, subsidiar estratégias de manejo florestal, objetivando a conservação e a exploração sustentável de recursos madeireiros e não-madeiros.

Cada vez mais tem se avaliado o potencial regenerante da estrutura arbórea, visto que a regeneração natural torna as florestas capazes de se restaurarem após distúrbios naturais ou antrópicos (MARCHESINI; SALA; AUSTIN, 2009). Este processo necessita de uma série de fatores como a entrada de diásporos pela chuva de sementes, a composição do banco de sementes do solo e do banco de plântulas, além da intensidade e duração do distúrbio, fatores que podem interferir no espectro de dispersão e na composição florística e estrutura das florestas, beneficiando diferentes espécies ao longo do tempo (GUO et al., 2005)

O estudo do potencial regenerante deve, portanto, retratar a estrutura e os processos envolvidos na manutenção da comunidade, identificando as espécies que constituem a regeneração natural e os grupos funcionais a que pertencem. Também é importante, entender os processos associados à manutenção de certos grupos funcionais, que são indispensáveis na definição de estratégias ligadas a conservação desses ambientes e a previsão de cenários de mudanças estruturais, associados às variáveis em diferentes escalas. Sendo assim, conhecer a

composição e a estrutura florística do componente regenerante e a posterior comparação com a estrutura da comunidade adulta pode trazer respostas instantâneas sobre a dinâmica florestal (SALLES; SCHIAVINI, 2007).

Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a estrutura do componente arbóreo regenerante de um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. Considerando esta área em médio estágio de sucessão, buscou-se verificar: existe correlação significativa entre a composição e abundância das espécies entre o componente de regeneração e componente adulto?; grupos funcionais de dispersão, necessidades de luz para germinação e estratificação vertical refletem o estágio sucessional do trecho de floresta ribeirinha estudado?, e possíveis variações estruturais se refletem em diferenças de riqueza?

Materiais e Métodos

Área de estudo

O presente estudo foi realizado em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, entre as coordenadas 30°52'44" S e 55°51'28" O e 30°52'49" S e 55°51'26" O, localizado no município de Sant'Ana do Livramento, Rio Grande do Sul, Brasil. Este arroio pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí, situada a sudoeste do RS e integrante do bioma Pampa na região da Campanha Gaúcha (IBGE, 2006), cuja vegetação ciliar insere-se na Região Fitoecológica da Savana. Na atualização do mapeamento das Regiões Fitoecológicas do Estado (IBGE, 1986), Cordeiro e Hasenack (2009, p. 295), ampliaram a delimitação da Savana-Estéptica, na qual as formações ribeirinhas foram classificadas como pertencentes ao Bloco Ciliar da Floresta Estacional Decidual.

Nesta região há predominância de uma paisagem campestre, verificando-se a ocorrência de formações florestais nas áreas de drenagens entre coxilhas e notadamente ao longo dos rios e arroios (OLIVEIRA et al., 2015), além da ocorrência de árvores esparsas inseridas na matriz campestre.

O clima da região é classificado como Cfa (Subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes) (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 17,8 °C e a precipitação pluviométrica anual média em torno de 1.700 mm (MATZENAUER; RADIN; ALMEIDA, 2011).

Toda a região da Campanha tem ampla dominância de Neossolos Litólicos ou Regolíticos Eutróficos (Unidade Pedregal), normalmente situados em relevo suave ondulado e

também ocorrendo em áreas com relevo forte ondulado em associação com afloramentos de rocha. Associados a estes, ocorrem Chernossolos Ebônicos Carbonáticos Vertissólicos (Unidade Uruguaiana) em áreas quase planas, expressivas na calha dos rios Quarai e de outros rios da região (STRECK et al., 2008).

Amostragem e análise dos dados

O levantamento do componente arbóreo adulto foi realizado, abrangendo indivíduos com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) ≥ 5 cm, amostrados em 100 unidades amostrais de 10 m \times 10 m, totalizando 1 ha, em 9 transectos com 50 m de equidistância.

Dentro destas unidades amostrais foram instaladas subunidades para realizar o levantamento da regeneração natural. As subunidades diferiram no tamanho em função da classe de altura da regeneração: Classe I (banco de plântulas): plantas com $10 \text{ cm} \leq h < 1 \text{ m}$, avaliadas em subunidades de 2 m \times 2 m (4 m²); Classe II (regeneração natural estabelecida): plantas com altura (h) maior ou igual a 1 m e DAP < 5 cm, avaliadas em subunidades de 5 m \times 5 m (25 m²). Assim, foram alocadas 100 subunidades para cada classe de tamanho, totalizando 400 m² de área amostrada para a Classe I e 2.500 m² de área amostrada para a Classe II. A altura das plântulas foi medida com auxílio de uma trena métrica, enquanto que a circunferência a altura do peito (CAP) foi medida com uma fita métrica quando a planta apresentava altura superior a 1,30 m. O levantamento de dados foi realizado nos meses de janeiro, fevereiro, março e junho de 2015.

A identificação foi realizada in loco ao nível de espécie e material vegetativo dos indivíduos não identificados foi coletado para posterior identificação com auxílio de bibliografias e especialistas, no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). As espécies foram classificadas dentro das famílias reconhecidas pelo sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (BYNG et al., 2016) e a confirmação da nomenclatura científica foi baseada na Lista de Espécies da Flora do Brasil (FORZZA et al., 2015).

Os parâmetros fitossociológicos do componente regenerante foram estimados pelo programa FITOPAC 2 (SHERPHERD, 2006) obtendo-se os valores absolutos de densidade e frequência.

Para avaliar a relação entre a abundância das espécies pertencentes ao componente regenerante e ao componente adulto, foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) a partir de uma matriz de abundância de cada componente, empregando-se o índice

de similaridade de Bray-Curtis entre as unidades amostrais. Também foi realizado o teste de Mantel (9.999 interações) com a finalidade de comparar as similaridades entre as matrizes e verificar se houve associação entre elas, supondo encontrar uma relação de dependência derivada do componente regenerante para o adulto. A PCoA foi realizada no programa PAST (HAMMER et al., 2001).

As espécies foram distribuídas em grupos funcionais: necessidade de luz para germinação de sementes e estabelecimentos de indivíduos; estratificação vertical e estratégias de dispersão. Quanto à necessidade de luz para germinação, as espécies foram classificadas como tolerantes a sombra, dependentes de luz e pioneiras (SWAINE; WHITMORE, 1988). A determinação da estrutura vertical das espécies arbóreas foi realizada pela metodologia descrita por Vale et al. (2009, p. 420) e Milhomem, Araújo e Vale (2013, p. 681). Neste estudo foram determinados os estratos apenas para espécies que apresentaram, no mínimo, três indivíduos amostrados no componente adulto. Os critérios e intervalos para classificação da estratificação florestal foram: Estrato 1 (denominado sub-bosque): $Q3e \leq Mc$; Estrato 2 (denominado estrato intermediário): $Mc < Q3e \leq Q3c$; Estrato 3 (denominado dossel): $Q3e > Q3c$, Onde: $Q3e$ = terceiro quartil das alturas dos indivíduos amostrados da espécie; Mc = mediana das alturas dos indivíduos amostrados da comunidade; $Q3c$ = terceiro quartil das alturas dos indivíduos. Para determinar as estratégias de dispersão foi realizada a observação in loco, consulta à literatura e adotada a classificação que caracteriza as espécies como zoocóricas, anemocóricas e autocóricas (VAN DER PIJL, 1982). Foi utilizado o teste Qui-quadrado para verificar se houve diferenças significativas entre os grupos funcionais (ZAR, 1996) para cada categoria (proporção de espécies e indivíduos) e o teste G para a comparação da proporção de cada categoria ecológica entre componentes.

Por último, avaliou-se a riqueza específica dos levantamentos, através de curvas de rarefação que geraram estimativas de riqueza de espécies a um valor padronizado de indivíduos amostrados, provendo desta forma, uma base estatística de comparação (GOTELLI; COLWELL, 2001). Estas análises foram realizadas no programa PAST (HAMMER et al., 2001).

Resultados

No levantamento do componente regenerante foi amostrado um total de 1.756 indivíduos, reunindo a Classe I (banco de plântulas) e a Classe II (regeneração natural estabelecida). Os indivíduos amostrados pertencem a 24 espécies, distribuídas em 16 famílias. As famílias com maior número de espécies foram Myrtaceae (5), Anacardiaceae (2), Lauraceae (2), Sapindaceae (2) e Verbenaceae (2) (Tabela 5).

Tabela 5 – Famílias, espécies, grupo funcional e parâmetros estruturais da regeneração natural arbórea amostrada em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.

(continua)

Família/Espécies	GF	Classe I		Classe II	
		DA	FA	DA	FA
ANACARDIACEAE					
<i>Schinus lentiscifolia</i> Marchand	Zoo ⁷ -Pi ⁹ -In	-	-	20	2
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Zoo ¹¹ -Pi ¹¹ -Do	50	2	-	-
CANNABACEAE					
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Zoo ¹¹ -Pi ¹¹ -Sb	1950	31	204	16
CELASTRACEAE					
<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reissek	Zoo ² -TS ⁸ -Ne	50	2	-	-
EUPHORBIACEAE					
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	Au ¹ -Pi ¹ -In	1250	28	52	9
FABACEAE					
<i>Calliandra tweedii</i> Benth.	Au ⁴ -Pi ¹ -Ni	750	8	4	1
LAURACEAE					
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Zoo ¹ -DL ¹ -Do	-	-	52	6
<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	Zoo ¹² -DL ¹² -Do	450	7	196	12
MYRTACEAE					
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Zoo ⁵ -DL ⁵ -Do	2625	46	48	6
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Zoo ¹ -DL ¹ -Sb	4075	56	1980	78
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	Zoo ¹⁰ -DL ¹⁰ -Sb	450	9	24	5
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	Zoo ¹¹ -DL ¹¹ -Do	125	3		
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	Zoo ⁵ -DL ⁵ -Ni	1575	29	64	13
QUILLAJACEAE					
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St.- Hil. & Tul.) Mart.	An ¹ -Pi ¹ -Do	25	1	-	-
RHAMNACEAE					
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Zoo ¹ -DL ¹ -Sb	625	17	308	25
RUTACEAE					
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Zoo ¹⁰ -Pi ¹⁰ -Do	125	5	4	1

Tabela 5 – Famílias, espécies, grupo funcional e parâmetros estruturais da regeneração natural arbórea amostrada em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

Família/Espécies	GF	(conclusão)			
		Classe I		Classe II	
		DA	FA	DA	FA
SALICACEAE					
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	Zoo ¹¹ -Pi ¹¹ -Ni	1225	32	12	2
SAPOTACEAE					
<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	Zoo ⁵ -Pi ¹ -In	525	15	588	37
SAPINDACEAE					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Zoo ⁶ -DL ⁶ -In	575	14	12	3
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Zoo ¹ -DL ¹ -Ni	225	6	-	-
STYRACACEAE					
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Zoo ⁶ -DL ⁶ -In	775	13	448	39
THYMELAEACEAE					
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	Zoo ¹ -TS ¹ -Sb	25	1	-	-
VERBENACEAE					
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	Zoo ³ -Pi ³ -Sb	75	2	112	6
<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	Zoo ⁵ -DL ⁵ -Do	425	12	20	1

Fonte: Autora.

Em que: GF= grupo funcional; DA= densidade absoluta (ind.ha⁻¹); FA= frequência absoluta; Zoo= zoocórica; Au= autocórica; An= anemocórica; Pi= pioneira; DL= dependente de luz; TS= tolerante a sombra; In= intermediária; Do= dossel e Sb= sub-bosque; Ne= espécie não encontrada no componente adulto; Ni= espécie com número de indivíduos insuficientes para a determinação do estrato.

¹ Budke; Jarenkow; oliveira-filho (2008); ² Corrêa et al. (2014); ³ Cielo-Filho et al. (2017); ⁴ Grings e Brack (2009); ⁵ Kilca et al. (2012); ⁶ Leyser et al. (2012); ⁷ Lopes (2017); ⁸ Maramgnon (2007); ⁹ Rio Grande do Sul (2007); ¹⁰ Santos; Budke; Muller (2012); ¹¹ Scipioni; Galvão; Longhi (2013); ¹² Saraiva (2011);

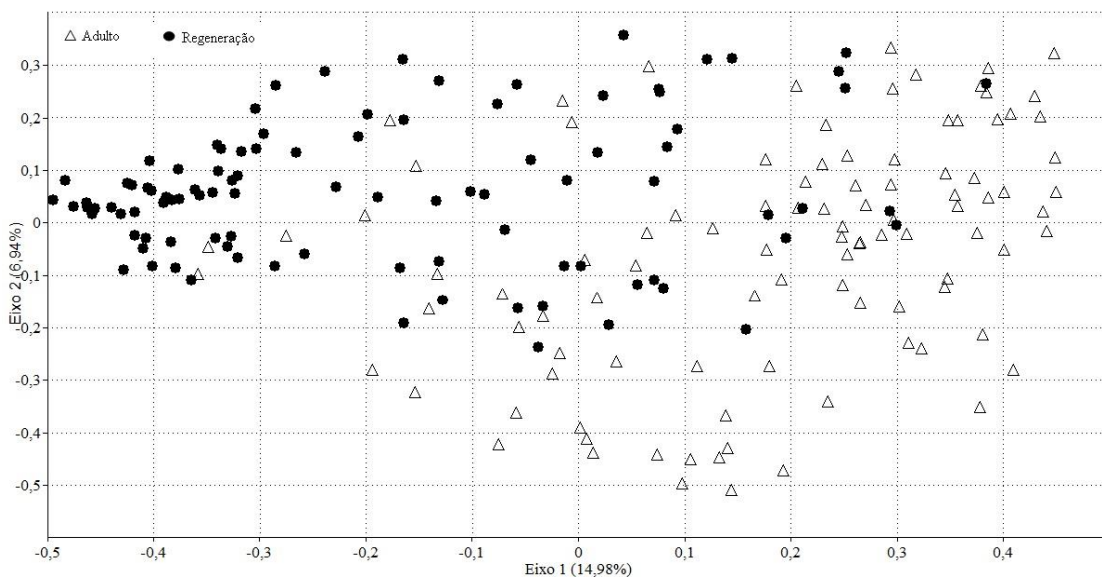
Na Classe I a densidade total estimada foi de 17.975 ind.ha⁻¹ com 22 espécies distribuídas em 17 famílias (Tabela 5). Na Classe II foram estimados 4.148 ind.ha⁻¹ com 18 espécies dispostas em 13 famílias (Tabela 5).

As espécies *Eugenia uniflora* (4075 ind.ha⁻¹), *Blepharocalyx salicifolius* (2625 ind.ha⁻¹) e *Celtis iguanaea* (1950 ind.ha⁻¹) apresentaram, respectivamente, as maiores densidades absolutas na Classe I, contribuindo com 48% do total de indivíduos amostrados. As maiores frequências absolutas foram observadas para as espécies *Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Xylosma tweediana*. Na Classe II as maiores densidades absolutas foram encontradas para *Eugenia uniflora* (1980 ind.ha⁻¹), *Pouteria salicifolia* (588 ind.ha⁻¹) e *Styrax leprosus* (488 ind.ha⁻¹), participando com 72,4% do somatório dos indivíduos encontrados.

Com relação à frequência, as espécies que se destacaram foram *Eugenia uniflora*, *Styrax leprosus* e *Pouteria salicifolia* (Tabela 5).

A análise de Coordenadas Principais (PCoA) indicou uma tendência de separação das matrizes entre os componentes, regenerante e adulto (Figura 15), o que pode ser verificado pelos valores do teste de Mantel, que revelou não haver associação entre as matrizes ($r=0,19$; $p=0,00$).

Figura 15 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) entre unidades amostrais do componente arbóreo regenerante e adulto em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

Os grupos funcionais apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,001$) dentro de cada componente, exceto na categoria estratificação, porcentagem de espécies no componente adulto e componente regenerante. Já na comparação entre os componentes adulto e regenerante, apenas o grupo funcional estratificação apresentou diferenças significativas na porcentagem de indivíduos, o restante das categorias funcionais não apresentaram diferenças significativas (Tabela 6).

Quanto à dependência de luz para a germinação e estabelecimento inicial, 12 espécies se enquadram na categoria dependente de luz para a germinação, seguida pela categoria pioneira com 10 espécies. Apenas *Daphnopsis racemosa* e *Maytenus ilicifolia* enquadraram-se na categoria tolerante a sombra. A categoria dependente de luz correspondeu a mais da

metade do total de indivíduos (73,8%) (Tabela 6), influenciada pela abundância de algumas espécies, como: *Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrrhimum atropurpureum* (Tabela 5).

Tabela 6 – Proporção de espécies e indivíduos arbóreos adultos e em regeneração, distribuídos nos diferentes grupos funcionais em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.

Grupos Funcionais	% de espécies		G	% de indivíduos		G
	adulto	regenerante		adulto	regenerante	
Necessidade de Luz						
pioneiras	42,8	41,7		30,9	26,0	
dependentes de luz	57,1	50,0	11,9 ns	69,0	73,8	0,9 ns
tolerantes a sombra	0,0	8,3		0,0	0,2	
	χ^2 53,0*	29,2*		71,7*	83,7*	
Dispersão						
zoocórica	82,1	87,5		90,0	94,6	
anemocórica	10,7	4,2	3,2 ns	0,4	1,8	3,8 ns
autocórica	7,1	8,3		9,5	3,6	
	χ^2 107,5*	132,3*		146,1*	167,8*	
Estratificação						
dossel	35,7	33,3		31,3	13,3	
sub-bosque	17,9	25,0	1,6 ns	20,9	53,8	37,7 *
intermediária	25,0	20,8		46,9	23,1	
Não determinado	21,4	20,8		0,8	8,1	
	χ^2 7,1 ns	4,2 ns		44,9*	51,1*	

Fonte: Autora.

χ^2 = Qui-quadrado para uma amostra independente; G = teste G para proporções em amostras independentes.

*p < 0,001; ns = não significativo.

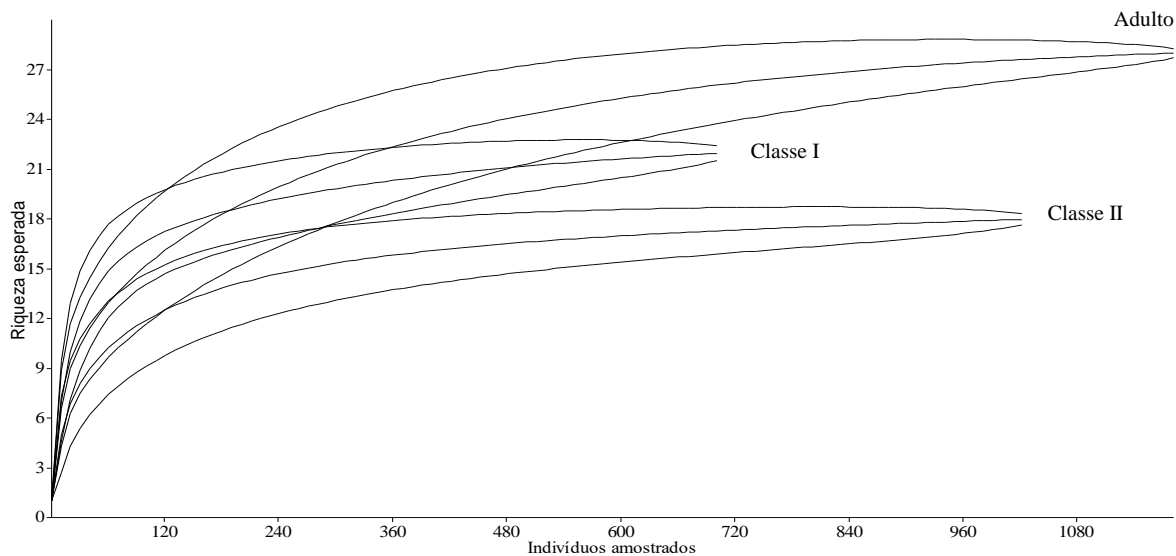
Do total de espécies amostradas, a maior proporção foi de dispersão zoocórica (87,5%), sendo seguida por uma baixa proporção de espécies autocóricas (8,3%) e anemocóricas (4,2%) (Tabela 6). Apenas *Gymnanthes klotzschiana* apresentou síndrome de dispersão autocórica (Tabela 5).

A estratificação da floresta configurou maior proporção de espécies pertencentes à categoria dossel (33,3%), seguida por espécies de sub-bosque (25,0%) e intermediárias (20,8%), porém, a proporção de indivíduos pertencentes ao sub-bosque (53,8%) foi maior que a categoria dossel (13,3%) (Tabela 6). A espécie *Maytenus ilicifolia* não foi encontrada no componente adulto e, portanto, não teve a categoria sucessional determinada. As espécies *Calliandra tweedii*, *Myrrhimum atropurpureum*, *Xylosma tweediana* e *Matayba elaeagnoides*

apresentaram menos de 3 indivíduos no componente adulto, o que não permitiu a classificação das mesmas (Tabela 1). *Daphnopsis racemosa* não foi encontrada no componente adulto, porém, foi classificada como de sub-bosque, pois, a mesma dificilmente atinge o estrato superior.

As curvas de riqueza esperada de espécies do componente adulto e regenerante (Classe I e Classe II) (Figura 16) revelaram diferenças significativas a partir de 500 indivíduos aleatoriamente amostrados. Pode-se ainda observar que as curvas apresentaram tendência à estabilização, principalmente a curva da Classe II. A riqueza total estimada (Jackknife 1) para o componente regeneração Classe I foi de 23,9 espécies (92% das espécies amostradas) e para a Classe II foi 21,9 espécies (82,2% das espécies amostradas), enquanto para a componente adulto foi de 33,9 espécies (82,5% das espécies amostradas). A equabilidade variou entre os componentes, regeneração (Classe I: 0,8 e Classe II: 0,6) e adulto (0,7).

Figura 16 – Curvas de rarefação de espécies entre unidades amostrais do componente arbóreo regenerante e adulto em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho. Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

Discussão

A redução da densidade entre as classes de tamanho, banco de plântulas e regeneração natural estabelecida sugere a existência de um gargalo demográfico. Em comunidades

arbóreas, gargalos demográficos podem ser definidos a partir de um filtro ambiental (GANDOLFI; JOLY; RODRIGUES, 2007; JABOT; ETIENNE; CHAVE, 2008) ou, devido a fatores relacionados a interações ecológicas existentes, como competição, herbívoros e predação (JANZEN, 1970). A diminuição na riqueza em função da classe de tamanho indica igualmente que os fatores que controlam a densidade da comunidade atuam também como filtro, reduzindo o número de espécies na classe de maior tamanho (HIGUCHI et al., 2015).

A variação das espécies mais abundantes entre as classes de tamanho provavelmente é explicada pelas diferentes estratégias de vida das mesmas e a respectiva capacidade que possuem de se desenvolverem no sub-bosque florestal. Certas espécies podem produzir maior quantidade de propágulos, no entanto, são competidoras pouco eficientes, diminuindo suas participações nas classes de maior tamanho. Entretanto, algumas espécies podem produzir poucos propágulos, mas, com boa capacidade competitiva, mostrando aumento nas classes de maior tamanho (HIGUCHI et al., 2015).

Comparando os resultados de densidade do componente adulto e regenerante adulto da floresta ribeirinha estudada percebe-se a espécie *Ocotea acutifolia* que mais caracteriza o a floresta adulta difere do estrato regenerante, onde a mesma foi a décima quarta Classe I e a quinta na Classe II.

A análise de Coordenadas Principais revelou haver uma tendência a separação estrutural entre os componentes arbóreo adulto e regenerante, também verificado pelo teste de Mantel, evidenciando a não existência de correlação entre as matrizes. O padrão verificado pode estar relacionado a uma separação de nichos, definindo-se como a ocupação diferencial de cada fração de habitat pela espécie ao longo do seu ciclo de vida ou entre fases ontogenéticas do ciclo (DEVICTOR et al., 2010).

Em grande parte das unidades amostrais, tanto do componente regenerativo quanto do adulto, verificou-se a dispersão entre as unidades representando dissimilaridade entre elas. Em se tratando de uma floresta ribeirinha, isso revela a importância de distúrbios, como os provenientes da atuação diferencial da umidade ou encharcamento do solo na seletividade das espécies (RODRIGUES; SHEPHERD, 2009), proporcionando mudanças típicas de dinâmica de mosaicos (GLENN-LEVIN; VAN DER MAAREL, 1992) nestas formações florestais.

A existência de fatores restritivos ao estabelecimento ou manutenção dos indivíduos de uma ou mais espécies, conforme Leyzer et al. (2012, p. 79) podem gerar gradientes de substituição de espécies, de acordo com a tolerância aos distúrbios que acontecem na comunidade. Desta forma, a organização das comunidades é confinada as diferentes estratégias que cada espécie apresenta, obtendo a influência tanto de fatores determinísticos

quanto estocásticos, sem contabilizar a importância de cada um deles (HIURA, 2001). Sendo assim, parte-se do pressuposto da existência do nicho ecológico para que exista preferência por habitats, conduzindo a uma estruturação diferencial da comunidade e em decorrência, a emergência de padrões distintos de riqueza e biodiversidade (HARMS et al., 2001).

A separação entre as matrizes do componente regenerante e adulto, no presente estudo, aponta que estes padrões estruturantes diferenciados podem estar associados a mudanças nas taxas de recrutamento de indivíduos tolerantes ou adaptados às inundações em épocas de precipitações mais intensas na área. Espécies arbóreas tolerantes a inundações são favorecidas e aumentam a densidade ou as taxas de crescimento, enquanto outras simplesmente são distribuídas onde a inundação não é um fator limitante (SHIAVINI, 1997). Embora a heterogeneidade ambiental das florestas ribeirinhas possa representar uma gama ideal de locais para recrutamento de plantas (TABACCHI et al., 1998), os regimes de inundação com a presença duradoura de água subterrânea podem causar restrições para o estabelecimento de plantas, resultando em planícies de inundação com pouca riqueza e diversidade de espécies (WHITTAKER, 1972).

Sendo assim, é provável que as inundações sejam o principal distúrbio associado à dinâmica do trecho de floresta ribeirinha estudado, pois, deve haver uma prevalência no recrutamento de espécies e indivíduos tolerantes a inundações, tornando a matriz de regeneração distinta do componente adulto.

Com relação aos grupos funcionais, foi constatada a hipótese inicial de maior proporção de espécies com síndrome de dispersão zoocóricas e dependentes de luz para a germinação e estabelecimento inicial, padrão correspondente ao identificado por Lindermaier e Budke (2006, p. 200) para florestas Estacionais subtropicais no Brasil. Esta característica é observada em formações florestais em estágio médio e avançado de regeneração. Na área estudada, percebe-se que as espécies estão divididas, na sua maioria, nas categorias pioneiras e dependentes de luz para germinação, havendo o registro, dentro das unidades amostrais, de apenas uma espécie tolerante a sombra. De acordo com Rodrigues e Shepherd (2009, p. 103), espécies de rápido crescimento (iniciais de sucessão) conseguem se estabelecer melhor e mais rapidamente em florestas ribeirinhas favorecendo-se dos fatores condicionantes dessas áreas. Budke; Jarenkow e Oliveira-Filho (2007, p. 194) estudando a relação da estrutura arbórea com a topografia e solo da floresta ribeirinha do rio Botucaraí/RS, perceberam o sucesso de espécies pioneiras e dependentes de luz em ambientes com ciclos de inundações periódicos.

A maioria das espécies apresentou síndrome de dispersão zoocórica tanto no componente regenerante quanto adulto. O mesmo resultado foi encontrado por Layser et al.

(2012, p. 79) para o componente regenerante de uma Floresta Estacional Decidual no vale do rio Uruguai, onde os autores destacaram que esta síndrome apresentou aproximadamente 70% do componente. Já a proporção de espécies anemocóricas e autocóricas encontradas no estudo foi muito menor que as encontradas em áreas ribeirinhas no sul do Brasil (BUDKE et al., 2005; LEYSER et al., 2013).

O componente regenerante apresentou maior parte das espécies classificados como dossel, indicando alto recrutamento para este estrato, destacando-se *Blepharocalyx salicifolius*, *Ocotea acutifolia* e *Citharexylum montevidense* com as maiores abundâncias. As espécies da categoria sub-bosque apresentaram a segunda maior proporção de espécies encontradas na área e a maior abundância de indivíduos, já a categoria intermediária apresentou a terceira maior proporção. O alto valor de indivíduos de sub-bosque no componente regenerante (53,8%) foi substituído no componente adulto por uma maior abundância de indivíduos na categoria intermediária (46,9%). No entanto, ainda assim, os dados confirmaram que indivíduos de baixa altura são um dos principais formadores das florestas estacionais (LEYSER et al., 2013).

Observou-se um decréscimo de riqueza do componente adulto ao regenerante, porém a densidade de indivíduos em regeneração foi elevada quando comparado ao número de indivíduos adultos. No entanto, o componente regeneração Classe I apresentou maior uniformidade de espécies em relação a Classe II e ao componente adulto.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que:

- o componente regenerante está mantendo as mesmas proporções de grupos funcionais observadas para o componente adulto, de espécies zoocóricas e dependentes de luz;
- há um decréscimo de riqueza do componente adulto em relação ao componente de regeneração;
- o componente de regeneração Classe I apresentou maior uniformidade de espécies.

Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BYNG, J.W. et al. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Reino Unido, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BUDKE, J. C. et al. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 60, n. 1, p. 17-24, 2005.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, Nova Iorque, v. 189, n. [s.n], p. 187-200, 2007.

BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Tree community features of two stands of riverine forest under diferente flooding regimes in Southern Brazil. **Flora**, [S.l], v. 203, n. [S.n.], p.162–174, 2008.

CIELO-FILHO, R. et al. Tree and shrub flora in the surroundings of the Parque Nacional do Iguaçu, Paraná State, Brazil: contribution to ecological restoration. **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 473-489, 2017.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 285-299.

CORRÊA, L. S. et al. Estrutura, composição florística e caracterização sucessional em remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.5, p.799-809, 2014.

DEVICTOR, V. et al. 2010. Defining and measuring ecological specialization. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 47, n. 1, p. 15-25, 2010.

FORZZA, R. C. et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>> Acesso em: 21.04. 2015.

GRELA, I.; BRUSSA, C. Relevamiento florístico y análisis comparativo de comunidades arbóreas de Sierra de Ríos (Cerro Largo – Uruguay). **Revista Agrociência**, Montevideo, v. 7, n. 2, p. 11-26, 2003.

GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R. Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filter. **Sciencia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 433-438, 2007.

GLENN-LEVIN, D. C.; VAN DER MAAREL, E. Patterns and process of vegetation dynamics. In: GLENN-LEVIN, D. C.; PEET, R. K.; VEBLEN, T. T. (Eds.). **Plant succession, theory and prediction**. Londres, Chapman & Hall, 1992.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecological Letters**, Malden, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.

GRINGS, M.; BRACK, P. Árvores na vegetação nativa de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 64, n. 1, p. 5-22, 2009.

GUO, Q. et al. Spatial-temporal opulation dynamics across species range: from center to margin. **Oikos**, Hoboken, v. 108, n. 1, p. 47-57, 2005.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics soft ware package for education and data analysis. **Palaentologia Electronica**, Condado de Lincoln, v. 4, n. 1, p.9. 2001.

HARMS, K. E. et al. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. **Journal of Ecology**, Londres, v. 89, n. 6, p. 947-959, 2001.

HIURA, T. Stochasticity of species assemblage of canopy trees and understorey plants in a temperate secondary forest created by major disturbances. **Ecological Research**, Kyushu, v. 16, n. 5, p. 887-893, 2001.

HIGUCHI, P. et al. Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 251-259, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas das representações literárias de regiões brasileiras – Brasil Meridional**. Rio de Janeiro: 2006. 88p. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/atlas/tematicos/atlas_representacoes-literarias/vol_1_brasil_meridional.pdf> Acesso em: 20.05.2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha SH.22 Porto Alegre parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p. 796 (Levantamento de Recursos Naturais, 33). 1986.

JABOT, F.; ETIENNE, R. S.; CHAVE, J. Reconciling neutral community models and environmental filtering: theory and empirical test. **Oikos**, Hoboken, v. 117, n. 9, p. 1308-1320, 2008.

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American naturalist**, Chicago, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970.

KILCA, R. V. et al. Cambios florísticos y estructurales entre dos comunidades arbóreas de un bosque ripario bajo condiciones ambientales contrastantes en la Pampa sur brasileña. **Iheringia: Série Botânica**, v. 67, p. 165-175-175, 2012.

LEYSER, G. et al. Regeneração de espécies arbóreas e relações com componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 74-83, 2012.

LINDENMAIER, D.S.; BUDKE, J.C. Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma Floresta Estacional na Bacia do Rio Jacuí, sul do Brasil. **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, v. s/v, n. 57, p. 193-216. 2006.

- LOPES, L. G. *Schinus lentiscifolia* Marchand - Aroeira cinzenta. Disponível em: <<http://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/12054-2/>> Acesso em: 25.9.2017
- MARANGON, L. C. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 208-221.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: campos sulinos. Porto Alegre: EST Edições, 2004. 110 p.
- MARCHESINI, V. A.; SALA, O. E.; AUSTIN, A. T. Ecological consequences of a massive flowering event of bamboo (*Chusquea culeou*) in a temperate forest of Patagonia, Argentina. **Journal of Vegetation Science**, Washington, v. 40, n. 3, p. 424-432, 2009.
- MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas Climático: Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011.
- MILHOMEM, M. E. V.; ARAÚJO, G. M.; VALE, V. S. Estrutura do estrato arbóreo e regenerativo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Itumbiara, GO. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 679-690, 2013.
- OLIVEIRA, M. de L. A. et al. Composição, estrutura e fatores edáfico condicionantes da distribuição das espécies do componente arbóreo em floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, Bioma Pampa. **Iheringia: Série Botânica**, v. 70, n. 2, p. 245-263, 2015.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado, Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Diretrizes ambientais para restauração de Matas Ciliares**. Porto Alegre: SEMA/DEFAP, 2007. 32p. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/upload/Diretrizes_Restauracao_MatasCiliares.pdf> Acesso em: 08.07.2015.
- RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. 2009. Fatores Condicionantes da Vegetação Ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP/ FAPESP, 2009. p. 101-107.
- SALLES, J. C.; SCHIAVINI, I. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 21, n. 1, p. 223-233, 2007.
- SANTOS, S. C. dos; BUDKE, J. C.; MULLER, A. Regeneração de espécies arbóreas sob a influência de *Merostachys multiramea* Hack. (Poaceae) em uma floresta subtropical. **Acta Botanica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 218-229, 2012.
- SARAIVA, D. D. Composição e estrutura de uma floresta ribeirinha no sul do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, n. 24, v. 4, p. 49-58, 2011.
- SCHIAVINI, I. Environmental characterization and groups of species in gallery forests, In: **Proceedings of the International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests**

in **Tropical Dry Regions with Special Reference to Gallery Forests**. Brasília: UNB, 1997. P. 107–113.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 241-254, 2013.

SHEPHERD, G.J. **Fitopac 2: manual do usuário**. Campinas, Unicamp. 2006.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. Ed. Porto Alegre: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Sul/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural, 2008. 222 p.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, Nova Iorque, n. 75, v. (1/2), p. 81-86, 1988.

TABACCHI, E. et al. Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. **Freshwater Biology**, Cumbria, v. 40, p. 497–516, 1998.

VALE, V. S. et al. Composição florística e estrutura do componente arbóreo em um remanescente primário de Floresta Estacional Semidecidual em Araguari, Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36, p. 417-429, 2009.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1982.

VÉLEZ, E. et al. Um panorama sobre as iniciativas de conservação dos Campos Sulinos. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; MÜLLER, CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Orgs). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 28, p. 356-379.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, Viena, v. 21, n. (2/3), p. 213–25, 1972.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1996. 662 p.

7 ARTIGO IV - MECANISMOS DE REGENERAÇÃO NATURAL DE UMA FLORESTA RIBEIRINHA NO BIOMA PAMPA, RS, BRASIL

Resumo

A floresta possui mecanismos próprios de recuperação e manutenção de diversidade, com mecanismos que compreendem a chuva de sementes, o banco de sementes do solo e o banco de plântulas. O presente estudo objetivou caracterizar os mecanismos de regeneração natural em um trecho de Floresta Estacional Decidual ribeirinha no Bioma Pampa. A pesquisa foi realizada no médio curso do arroio Espinilho em Sant'Ana do Livramento, RS, utilizando 100 parcelas (10 m × 10 m). A amostragem da chuva de sementes (CS) foi realizada em 100 coletores circulares (0,5 m²) distribuídos aleatoriamente no interior de cada parcela. O banco de sementes do solo (BS) foi amostrado de forma aleatória, distantes 20 cm de cada coletor de CS, e a regeneração natural foi avaliada em duas classes: banco de plântulas (BP) e a regeneração natural estabelecida (RNE), onde foram identificados e medidos indivíduos com $h \geq 10$ cm e $DAP < 5$ cm. Os mecanismos de regeneração foram avaliados quanto à composição florística e estrutura horizontal. Na CS foram amostrados 24 espécies, 20 gêneros e 14 famílias botânicas, no BS, 129 espécies, 55 gêneros e 35 famílias, no banco de plântulas, 22 espécies, 22 e 17 e na regeneração natural estabelecida, 18 espécies, 18 gêneros e 13 famílias, respectivamente. A abundante frutificação de espécies com dispersão zoocórica revela a importância da chuva de sementes como mecanismo estratégico para o equilíbrio da fauna e flora do ecossistema. O banco de sementes do solo demonstra potencial para colonização e restabelecimento da vegetação após perturbações, especialmente por herbáceas. A regeneração natural (BP e RNE) consiste no principal mecanismo de regeneração de muitas espécies que compõe a atual estrutura da floresta.

Palavras-chave: Campanha Gaúcha, chuva de sementes, banco de sementes do solo, regeneração natural.

Abstract

The forest has its own mechanisms of recovery and maintenance of its diversity, such as mechanisms of natural regeneration, which include seed rain, soil seed bank and seedling bank. This study aimed to characterize the mechanisms of natural regeneration in a riverine seasonal forest on Pampa biome. This search was carried on middle course of Espinilho stream in Sant'Ana do Livramento, RS, using 100 plots (10 m × 10 m). The sampling of the seed rain (SR) was carried out in 100 circular collectors (0,5 m²) distributed Randomly of each plot. The soil seed bank (SB) was sampled in a distance of 20 cm of each SR collector, and the natural regeneration was evaluated in two classes: seedling bank (SeB) and established natural regeneration (ENR), where individuals $h \geq 10$ cm and $DBH < 5$ cm, were identified and measured. The regeneration mechanisms were evaluated through the floristic composition and horizontal structure. In SR, were sampled 24 species, 20 genres and 14 botanicals families, in SB, 129 species, 55 genres and 35 botanicals families, SeB, 22 species, 22 genres and 17 botanicals families and ENR, 18 species, 18 genres e 13 botanicals families, respectively. The presence of species with abundant fruit and seed dispersal by animals, indicate the importance of seed rain as a stretegic mechanism for the balance of flora and fauna in the ecosystem. The soil seed bank demonstrated potential for colonization and restoration of vegetation after disturbances, especially with species herbaceous. The natural regeneration (SeB and ENR) consistent in main mechanism of the regeneration of many tree species of that make up the current structure of the forest.

Key-words: Campanha Gaúcha, seed rain, soil seed bank, natural regeneration.

Introdução

As florestas ribeirinhas são locais frágeis do ponto de vista físico e biótico e, por tal motivo, são protegidas pela legislação brasileira. Tais formações prestam serviços ambientais

importantes, como manutenção da qualidade da água, estabilidade do solo, das áreas marginais, regularização do regime hídrico, corredores para o movimento da fauna, assim como para a dispersão vegetal e manutenção do ecossistema aquático.

Apesar de sua importância ambiental e, mesmo sendo reconhecida legalmente como área de preservação permanente (Código Florestal – Lei 12.651/12) (BRASIL, 2012), a realidade dessa tipologia florestal no estado do Rio Grande do Sul é de fragmentação. A diminuição dessas matas provoca o aumento dos processos de erosão dos solos, com prejuízos a hidrologia regional, reduzindo a biodiversidade e causando degradação de grandes áreas (BARBOSA, 1999).

Cada vez mais é evidente a necessidade de conservação e recuperação da vegetação no entorno de nascentes e ao longo dos cursos d'água. Diante disto, a pesquisa científica tem papel primordial na geração de informações sobre a dinâmica desses ecossistemas, possibilitando a introdução de práticas que tenham como propósito a sua conservação, recuperação e uso sustentável. A manutenção de espécies ameaçadas e a restauração podem ser favorecidas por práticas embasadas no conhecimento sobre o processo de renovação da floresta, sendo o conhecimento sobre a dinâmica da regeneração um dos pressupostos para um sistema silvicultural baseado na regeneração natural (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007; CARVALHO, 1997).

A floresta possui mecanismos próprios de recuperação e manutenção de sua diversidade, como os mecanismos de regeneração natural, que compreendem a chuva de sementes, o banco de sementes do solo e o banco de plântulas (ALVAREZ-BUYLLA; MARTÍNEZ-RAMOS, 1990).

A chuva e o banco de sementes formam importante fonte de diásporos para o recrutamento de novos indivíduos e espécies para os ecossistemas terrestres (GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002). A chuva de sementes está associada à dispersão de diásporos e a área abrangida por este processo, contribuindo para o estabelecimento da plântula (ALMEIDA-CORTEZ, 2004). O banco de sementes do solo é o conjunto de sementes viáveis encontradas na superfície e enterradas no solo (ALMEIDA-CORTEZ, 2004; GARWOOD, 1989), sendo potencialmente capaz de substituir as plantas adultas que morrem (BAKER, 1989).

Estudos sobre os mecanismos de regeneração natural em ambientes ribeirinhos presentes na matriz campestre do Bioma Pampa, na região da Campanha Gaúcha são raros. Em decorrência disto e da incidente pressão sobre estes ambientes a presente pesquisa objetivou avaliar os mecanismos de regeneração natural (chuva de sementes, banco de

sementes, banco de plântulas e regeneração natural estabelecida), procurando caracterizar a sua participação no processo regenerativo de um trecho de floresta ribeirinha em Sant'Ana do Livramento, RS.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O presente estudo foi realizado em um trecho de floresta ribeirinha do arroio Espinilho, entre as coordenadas 30°52'44" S e 55°51'28" O e 30°52'49" S e 55°51'26" O, localizado no município de Sant'Ana do Livramento, Rio Grande do Sul, Brasil. Este arroio pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Quaraí, situada a sudoeste do RS e integrante do bioma Pampa na região da Campanha Gaúcha (IBGE, 2006), cuja vegetação ciliar insere-se na Região Fitoecológica da Savana. Na atualização do mapeamento das Regiões Fitoecológicas do Estado (IBGE, 1986), Cordeiro e Hasenack (2009, p. 295), classificaram as formações ribeirinhas como pertencentes ao Bloco Ciliar da Floresta Estacional Decidual.

Nesta região há predominância de uma paisagem campestre, verificando-se a ocorrência de formações florestais nas áreas de drenagens entre coxilhas e notadamente ao longo dos rios e arroios (OLIVEIRA et al., 2015), além da ocorrência de árvores esparsas inseridas na matriz campestre.

O clima da região é classificado como Cfa (Subtropical úmido, sem estação seca definida e com verões quentes) (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 17,8 °C e a precipitação pluviométrica anual média em torno de 1.700 mm (MATZENAUER; RADIN; ALMEIDA, 2011).

Caracterização dos mecanismos de regeneração natural

Os mecanismos de regeneração natural avaliados neste estudo foram: chuva de sementes (CS), banco de sementes do solo (BSS), banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE).

Os mecanismos de regeneração natural foram avaliados em faixas sistemáticas e perpendiculares à margem do arroio. Cada faixa tinha 10 metros de largura com comprimento variável, conforme o tamanho da faixa de floresta na direção dique/borda. Cada faixa foi

distanciada 50 m uma da outra e as mesmas foram subdivididas em parcelas 10 m × 10 m, totalizando 100 parcelas. Dentro destas parcelas procedeu-se o estudo de cada mecanismo.

Chuva de Sementes (CS)

A chuva de sementes foi avaliada em 100 coletores circulares com área interna de 0,5 m² e profundidade de bojo de aproximadamente 15 cm, suspensos a 80 cm de altura do solo por meio de estacas de madeira (PIVELLO et al., 2006), dispostos aleatoriamente no interior das parcelas de 10 m × 10 m. A coleta do material depositado nos coletores foi realizada mensalmente num período de 24 meses (16 de abril de 2015 a 16 de março de 2017), cujos propágulos depositados foram armazenados em sacos plásticos, etiquetados com o número do coletor e levados para a separação das sementes no Laboratório de Fitotecnia do Instituto Federal Farroupilha/Alegrete. Todas as sementes com mais de 1 mm foram separadas da serapilheira e identificadas.

Banco de semente no solo (BSS)

Para o estudo do banco de sementes foram coletadas, aleatoriamente, 100 amostras de solo, distantes 20 cm dos coletores de CS, sorteadas nos pontos cardeais: norte, sul, leste, oeste. Para a realização das coletas foi utilizando um gabarito de ferro de 0,25 m x 0,25 m (0,0625 m²) e 0,05 m de altura (SOUZA et al., 2006, CHAMI et al., 2011, AVILA et al., 2013), desconsiderando a camada de serapilheira (SCCOTI et al., 2011). A coleta foi realizada em março de 2015.

O material do BS foi armazenado em sacos plásticos identificados e conduzidos para a estufa agrícola do Instituto Federal Farroupilha/Alegrete com o objetivo de estimular a germinação. O solo coletado foi espalhado sobre 3 cm de vermiculita e mantidos sobre bandejas plásticas, que foram distribuídas aleatoriamente sobre as bancadas. As amostras foram cobertas por sombrite (50% de sombreamento) para evitar contaminação por propágulos externos. A verificação de possíveis contaminantes foi realizada pelo uso de sete bandejas testemunhas (ARAÚJO et al., 2004, AVILA et al., 2013). O estudo do BS foi conduzido por seis meses, com irrigação e monitoramento diário. A contagem das plântulas germinadas e a identificação foram realizadas mensalmente. A análise fisionômica da vegetação presente nesse mecanismo foi realizada por meio da identificação das formas de vida: árvore (vegetal lenhoso, com altura mínima de 5 m e fuste simples até a ramificação da

copa); arbusto (vegetal lenhoso, com altura menor que 5 m e ramificado desde a base); erva (vegetal não lignificado e comumente anual); liana (vegetal com hábito sarmentoso) (FONTQUER, 1979). As trepadeiras foram computadas como lianas e os graminóides como ervas. No quinto mês, considerando a diminuição na densidade de sementes germinadas, foi realizado o revolvimento, buscando estimular a germinação de sementes remanescentes.

Banco de plântulas e Regeneração natural estabelecida

A regeneração natural considerou indivíduos arbóreos e arbustivos com h (altura) ≥ 10 cm e DAP (diâmetro a altura do peito) < 5 cm, divididos em duas classes de tamanho.

Regeneração natural estabelecida (RNE): indivíduos com DAP < 5 cm e $h \geq 1$ m, avaliadas em 100 parcelas de 5 m \times 5 m;

Banco de plântulas (BP): indivíduos com $10 \text{ cm} \leq h < 1$ m, avaliadas em 100 parcelas de 2 m \times 2 m.

Para as classes de regeneração natural foram medidas a altura total dos indivíduos e para RNE, da regeneração, também foi medida o DAP, quando o indivíduo apresentava altura superior a 1,30 m.

Em todos os mecanismos, a identificação das espécies, quando possível, foi realizada no local do estudo ou por meio de averiguação em literatura ilustrada, sementeira e transplante, confecção de exsiccatas, consulta a especialistas e ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). As espécies foram classificadas dentro das famílias reconhecidas pelo sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (BYNG et al., 2016) e a confirmação da nomenclatura científica foi baseada na Lista de Espécies da Flora do Brasil (FORZZA et al., 2015).

Análise dos Dados

Para a caracterização dos mecanismos de regeneração foi descrito a composição florística, o índice de diversidade de Shannon (H'), criado por Shannon e Wiener (KANIESK, 2010) e a equabilidade de Pielou, que indica a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre espécies (BROWER; ZAR, 1977), sendo também analisados os valores de densidade. A similaridade foi analisada pelo índice de Jaccard utilizando os mecanismos: chuva de sementes, banco de sementes do solo e a regeneração natural (BP e RNE), considerando apenas as espécies arbóreas e arbustivas.

A CS foi descrita quanto à composição florística, síndromes de dispersão, densidade de sementes ao longo do tempo e períodos de frutificação. Para o BSS, foi avaliada a florística, a forma de vida e a porcentagem de sementes germinadas no tempo. Para todos os mecanismos, foi verificado o grupo ecológico das espécies pertencentes à forma de vida: árvore e arbusto, que obtiveram identificação completa, seguindo a classificação de Swaine e Whitmore (1988): pioneira (Pi), dependente de luz (DL) e tolerante a sombra (TS).

A riqueza específica dos levantamentos do BP e RNE foram avaliadas por meio de curvas de rarefação, que geraram estimativas de riqueza de espécies a um valor padronizado de indivíduos amostrados.

Resultados

Durante 2 anos de observações da chuva de sementes foram contabilizadas um total de 21.517 sementes, distribuídas em 24 espécies, 20 gêneros e 14 famílias botânicas, sendo que 6 sementes não foram identificadas, as quais foram denominadas de morfoespécies (Tabela 7). As famílias com maior riqueza, nesse mecanismo foram: Anacardiaceae (4), Myrtaceae (4) e Lauraceae (3), e as demais famílias foram representadas por 1 ou 2 espécies.

A densidade observada durante os dois anos de avaliação na área foi de 430,34 sementes.m⁻². No primeiro ano, a densidade foi de 76,24 sementes.m⁻², sendo observadas 21 espécies pertencentes a 13 famílias botânicas. As famílias com maior riqueza foram Anacardiaceae com quatro espécies, Myrtaceae e Lauraceae com três espécies cada, sendo o restante das famílias representadas por uma ou duas espécies. No segundo ano, observou-se um considerável aumento na densidade de sementes, 354,10 sementes.m⁻² dentre as quais, encontrou-se 24 espécies pertencentes a 14 famílias. Anacardiaceae (quatro espécies), Myrtaceae (quatro espécies) e Lauraceae (três espécies), novamente repetiram-se como as famílias de maior riqueza.

Das espécies identificadas, a principal síndrome de dispersão foi zoocórica (91,66%), seguida pela síndrome autocórica e anemocoria (4,16%). A classificação em grupos ecológicos indicou haver apenas espécies pioneiras (50%) e dependentes de luz (50%).

Tabela 7 – Espécies identificadas e formas de vida (FV) observadas em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. CS: chuva de sementes; BSS: banco de sementes no solo, BP: banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE). Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

(continua)						
Família/Espécie	FV	CS (sementes.m ⁻²)*		BSS** (ind.m ⁻²)	BP*** (ind.ha ⁻¹)	RNE*** (ind. ha ⁻¹)
		Ano I	Ano II			
Amaryllidaceae						
<i>Tristagma uniflorum</i> (Lindl.) Traub	erva	-	-	0,016	-	-
Anacardiaceae						
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	árvore	6,180	14,240	0,028	50	-
<i>Schinus lentiscifolia</i> Marchand	árvore	0,040	0,400	0,005	-	20
<i>Schinus molle</i> L.	árvore	0,320	2,020	0,027	-	-
<i>Schinus polygama</i> (Cav.) Cabrera	árvore	1,120	0,620	-	-	-
Apiaceae						
<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav.	erva	-	-	0,060	-	-
<i>Daucus pusillus</i> Michx	erva	-	-	0,193	-	-
Araliaceae						
<i>Hydrocotyle</i> cf. <i>exigua</i> (Urb.) Malme	erva	-	-	0,442	-	-
Asteraceae						
<i>Calyptracarpus brasiliensis</i> (Nees & Mart.) B. Turner	erva	-	-	1,608	-	-
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	erva	-	-	0,088	-	-
<i>Exostigma notobellidiastrum</i> (Griseb.) G. Sancho	erva	-	-	0,254	-	-
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	-	-	-	0,005	-	-
<i>Gamochaeta coarctata</i> (Willd.) Kerguélen	erva	-	-	0,801	-	-
<i>Gnaphalium coarctatum</i> Willd.	erva	-	-	0,309	-	-
<i>Perezia multiflora</i> Less.	erva	-	-	0,016	-	-
<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabrera	erva	-	-	0,204	-	-
<i>Senecio selloi</i> (Spreng.) DC.	erva	-	-	0,016	-	-
<i>Senecio</i> sp.	erva	-	-	0,165	-	-
<i>Soliva sessilis</i> Ruiz et Pavón	erva	-	-	0,343	-	-
Begoniaceae						
<i>Begonia</i> sp.	erva	-	-	0,005	-	-
Boraginaceae						
<i>Heliotropium</i> sp.	erva	-	-	0,060	-	-
Cannabaceae						
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	arbusto	0,520	1,500	0,022	1950	204
Caryophyllaceae						
<i>Cerastium</i> cf. <i>glomeratum</i> Thuill	erva	-	-	1,121	-	-
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	erva	-	-	1,282	-	-

Tabela 7 – Espécies identificadas e forma de vida (FV) observadas em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. CS: chuva de sementes; BSS: banco de sementes no solo, BP: banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE). Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

(continuação)

Família/Espécie	FV	CS (sementes.m ⁻²)*		BSS** (ind.m ⁻²)	BP*** (ind.ha ⁻¹)	RNE*** (ind. ha ⁻¹)
		Ano I	Ano II			
Celastraceae						
<i>Maytenus muelleri</i> Schw.	arbusto	-	-	-	50	-
Commelinaceae						
<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.	erva	-	-	0,138	-	-
Convolvulaceae						
<i>Ipomoea</i> sp.	erva	-	-	0,016	-	-
Cyperaceae						
<i>Cyperus</i> sp.	erva	-	-	2,420	-	-
Euphorbiaceae						
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	árvore	1,700	36,540	0,011	1250	52
Fabaceae						
<i>Calliandra tweedii</i> Benth.	arbusto	-	-	0,005	750	4
<i>Desmodium</i> sp.	erva	-	-	0,083	-	-
<i>Erythrina cristagalli</i> L.	árvore	-	0,003	-	-	-
Geraniaceae						
<i>Geranium dissectum</i> L.	erva	-	-	0,055	-	-
Iridaceae						
<i>Sisyrinchium fasciculatum</i> Klatt	erva	-	-	0,387	-	-
Lamiaceae						
<i>Ocimum carnosum</i> (Spreng.) Link & Otto ex Benth.	erva	-	-	0,005	-	-
Lauraceae						
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	árvore	2,140	3,140	-	-	52
<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	árvore	28,860	6,380	-	450	196
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	árvore	2,480	7,680	0,005	-	-
Malvaceae						
<i>Sida rhombifolia</i> L.	erva	-	-	0,022	-	-
Myrtaceae						
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	árvore	4,920	14,000	0,016	125	-
<i>Eugenia uniflora</i> L.	árvore	0,100	1,540	-	4075	1980
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	árvore	-	0,017	0,017	2625	48
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	árvore	0,760	0,800	-	1575	64
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	árvore	-	-	-	450	24

Tabela 7 – Espécies identificadas e formas de vida (FV) observadas em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. CS: chuva de sementes; BSS: banco de sementes no solo, BP: banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE). Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

(continuação)

Família/Espécie	FV	CS (sementes.m ⁻²)*		BSS** (ind.m ⁻²)	BP*** (ind.ha ⁻¹)	RNE**** (ind. ha ⁻¹)
		Ano I	Ano II			
Oxalidaceae						
<i>Oxalis eriocarpa</i> DC.	erva	-	-	0,359	-	-
<i>Oxalis lasiopetala</i> Zuccarini	erva	-	-	0,088	-	-
<i>Oxalis sellowiana</i> Zucc	erva	-	-	0,061	-	-
Passifloraceae						
<i>Passiflora caerulea</i> L.	liana	-	-	0,005	-	-
Plantaginaceae						
<i>Plantago cf tomentosa</i> Lam.	erva	-	-	0,083	-	-
<i>Stemodia verticillata</i> (Mill.) Hassl.	erva	-	-	1,757	-	-
<i>Plantago</i> sp.	erva	-	-	0,011	-	-
<i>Veronica peregrina</i> L.	erva	-	-	0,105	-	-
Poaceae						
<i>Briza minor</i> L.	erva	-	-	0,038	-	-
<i>Digitaria</i> sp.	erva	-	-	0,044	-	-
Polygonaceae						
<i>Polygonum</i> sp.	erva	-	-	0,016	-	-
Portulacaceae						
<i>Portulacca</i> sp.	erva	-	-	0,005	-	-
Pteridaceae						
<i>Adiantopsis perfasciculata</i> Sehnem	erva	-	-	0,005	-	-
<i>Adiantum pseudotinctum</i> Hieron.	erva	-	-	0,265	-	-
<i>Doryopteris concolor</i> (Langsd. & Fisch.) Kuhn	erva	-	-	0,481	-	-
<i>Pityrogramma chaerophylla</i> (Desv.) Domin	erva	-	-	0,646	-	-
Quillajaceae						
<i>Quillaja brasiliensis</i> (A. St. - Hil. & Tul.) Mart.	árvore	10,160	29,880	-	25	-
Rhamnaceae						
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	árvore	1,820	3,680	-	625	308
Rosaceae						
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	árvore	1,480	1,260	-	-	-
Rubiaceae						
<i>Spermacoce</i> sp1.	erva	-	-	0,005	-	-
<i>Spermacoce</i> sp2.	erva	-	-	0,110	-	-
Rutaceae						
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	árvore	-	-	0,005	125	4

Tabela 7 – Espécies identificadas e formas de vida (FV) observadas em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa. CS: chuva de sementes; BSS: banco de sementes no solo, BP: banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE). Sant’Ana do Livramento/RS. 2017.

Família/Espécie	FV	CS		BSS** (ind.m ⁻²)	BP*** (ind.ha ⁻¹)	RNE*** (ind. ha ⁻¹)
		(sementes.m ⁻²)*				
		Ano I	Ano II			
(conclusão)						
Salicaceae						
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos.) Eichler	árvore	-	-	-	1225	12
Sapindaceae						
<i>Allophylus edulis</i> (A. St. - Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	árvore	4,700	180,320	0,011	575	12
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	árvore	0,180	0,360	-	225	-
Sapotaceae						
<i>Pouteria salicifolia</i> (Spreng.) Radlk.	árvore	0,120	0,480	0,005	525	588
Santalaceae						
<i>Acanthosyris spinescens</i> (Mart. & Eichler) Griseb.	árvore	0,220	0,060	-	-	-
Solanaceae						
<i>Solanum aculeatissimum</i> Jacq.	erva	-	-	0,011	-	-
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	erva	-	-	0,011	-	-
<i>Solanum</i> sp1.	erva	-	-	0,016	-	-
Styraceae						
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	árvore	6,740	14,540	-	775	448
Thelypteridaceae						
<i>Thelypteris</i> sp.	erva	-	-	0,331	-	-
Thymelaeaceae						
<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	arbusto	-	-	-	25	-
Urticaceae						
<i>Urtica circularis</i> (Hicken) Sorarú	erva	-	-	0,110	-	-
Verbenaceae						
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook.) Tronc.	árvore	-	0,006	0,016	75	112
<i>Citharexylum montevidense</i> (Spreng.) Moldenke	árvore	0,820	33,640	0,011	425	20

Fonte: Autora.

A composição das espécies encontradas na chuva de sementes no primeiro e segundo ano apresentou índice de diversidade Shannon (H') de 2,14 e 1,79 e equabilidade de Pielou (J') de 0,70 e 0,56, respectivamente. Estes valores indicam que o primeiro ano houve maior diversidade e maior uniformidade de espécies.

As espécies com maior número de sementes no primeiro ano foram: *Ocotea acutifolia* (28,86 sementes.m²), *Quillaja brasiliensis* (10,16 sementes.m²), *Styrax leprosus* (6,74 sementes.m²), *Lithraea molleoides* (6,18 sementes.m²), *Myrcianthes pungens* (4,92 sementes.m²) e *Allophylus edulis* (4,7 sementes.m²). Já no segundo ano as espécies que se destacaram na produção de sementes foram: *Allophylus edulis* (180,32 sementes.m²), *Gymnanthes klotzschiana* (36,54 sementes.m²), *Citharexylum montevidense* (33,64 sementes.m²), *Quillaja brasiliensis* (29,88 sementes.m²), *Styrax leprosus* (14,54 sementes.m²), *Lithraea molleoides* (14,24 sementes.m²) e *Myrcianthes pungens* (14 sementes.m²) (Tabela 7).

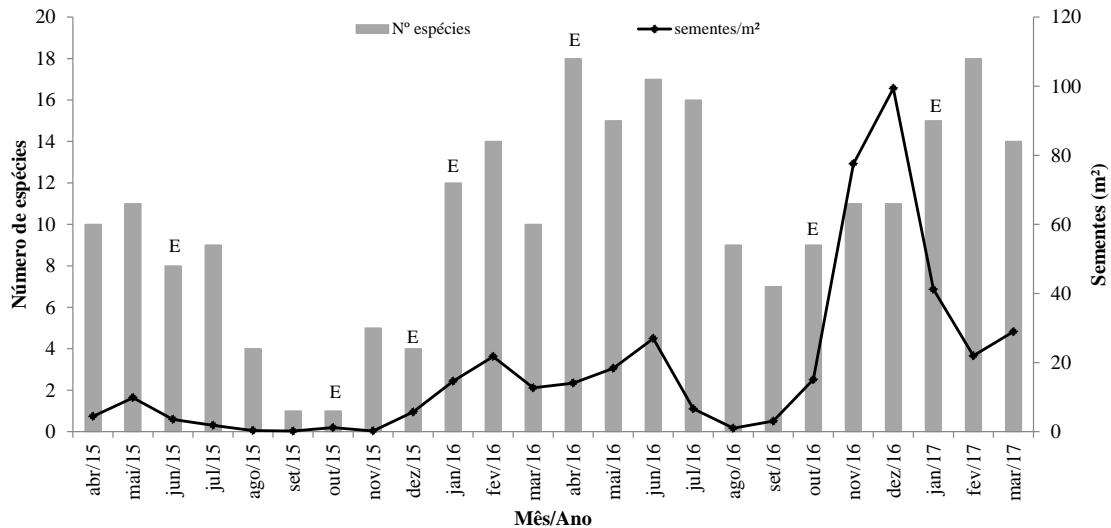
Os meses de maior produção de sementes no primeiro ano foram abril/2015; maio/2015; dezembro/2015; janeiro/2016; fevereiro/2016 e março/2016, ou seja, a maior produção concentrou-se durante o verão, enquanto a menor produção ocorreu no período de julho a novembro de 2015. Percebe-se que a produção manteve-se baixa, no primeiro ano, inclusive no início da primavera em que ocorre a elevação das temperaturas, devido, provavelmente a ocorrência de geadas tardias nos meses de agosto e setembro desse ano, prejudicando espécies como *Eugenia uniflora*, verificação feita pelos pesquisadores in loco, que estava no início da floração. No segundo ano a produção de sementes acumulou-se nos meses de abril/2016, maio/2016, junho/2016, outubro/2016, novembro/2016, dezembro/2016, janeiro/2017, fevereiro/2017 e março/2017 (Figura 17).

No banco de sementes do solo foram encontradas 129 espécies diferentes, distribuídas em 55 gêneros e 35 famílias botânicas. Destas espécies 49 foram identificadas em nível de espécie, 14 em nível de gênero e 16 em nível de família e 50 não foram identificadas. A diversidade (H') encontrada para esse mecanismo foi de 2,35, com equabilidade de 0,57, apontando heterogenia das espécies.

As famílias com maior número de espécies foram Asteraceae (11 espécies), Plantaginaceae (quatro espécies), Pteridaceae (quatro espécies), Anacardiaceae (tês espécies), Oxaladiaceae (três espécies) e Solanaceae (três espécies). As famílias como maior número de plântulas germinadas foram: Cyperaceae, Asteraceae, Pteridaceae e Plantaginaceae.

Anacardiaceae foi uma das famílias com maior número de espécies e também com maior densidade entre as espécies arbóreas, sendo representada por *Schinus molle*, *Lithraea molleoides* e *Schinus lentiscifolia*.

Figura 17 – Quantidade de sementes, espécies dispersadas e meses com extravasamento do arroio (E), durante dois anos de avaliação da chuva de sementes, em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Sant'Ana do Livramento/RS, Brasil.

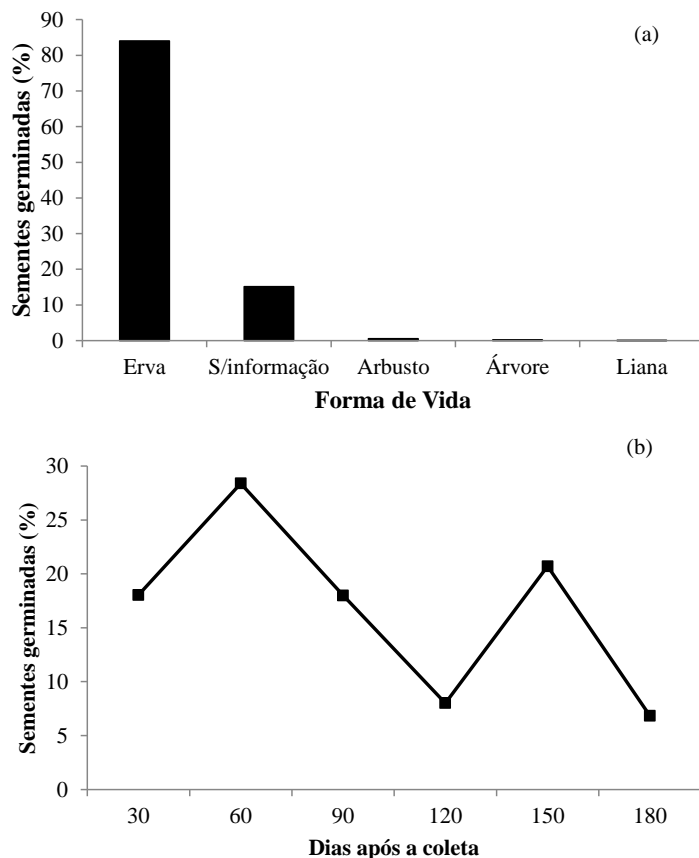


Fonte: Autora.

Das espécies observadas no banco de sementes, 84,09% são herbáceas, 0,55% são arbustivas, 0,2% são arbóreas, 0,02% são lianas e 15,1% não tiveram a forma de vida definida (Figura 18a). Dentre as espécies arbóreas e arbustivas, 66,67% são pioneiras e 33,33% são dependentes de luz para germinação.

A densidade de sementes germinadas foi de 2.828,64 sementes.m⁻² e a maior proporção de sementes germinadas ocorreu nos três primeiros meses de estudo, diminuindo a partir do quarto mês (Figura 18b). No início do quinto mês, quando as amostras foram revolvidas, houve um aumento na germinação, decaindo novamente no mês seguinte. O revolvimento do solo, provavelmente, proporcionou que as sementes pequenas fossem expostas à mudança de luz e/ou temperatura ocorrendo um aumento da germinação. Nos primeiros 90 dias, foi observada elevada abundância na germinação de sementes pertencentes as famílias Cyperaceae, Asteraceae, Oxalidaceae e Caryophyllaceae. Entre as primeiras espécies arbóreas e arbustivas identificadas destacam-se *Allophylus edulis*, *Citharexylum montevidense*, *Pouteria salicifolia* e *Schinus molle*. No quinto mês observou-se uma explosão na germinação de samambaias das espécies *Adiantopsis perfasciculata*, *Adiantum pseudotinctum*, *Doryopteris concolor*, *Pityrogramma chaerophylla* e *Thelypteris* sp.

Figura 18 - Porcentagem de sementes germinadas por forma de vida (a) e ao longo de 180 dias de avaliação (b) em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.



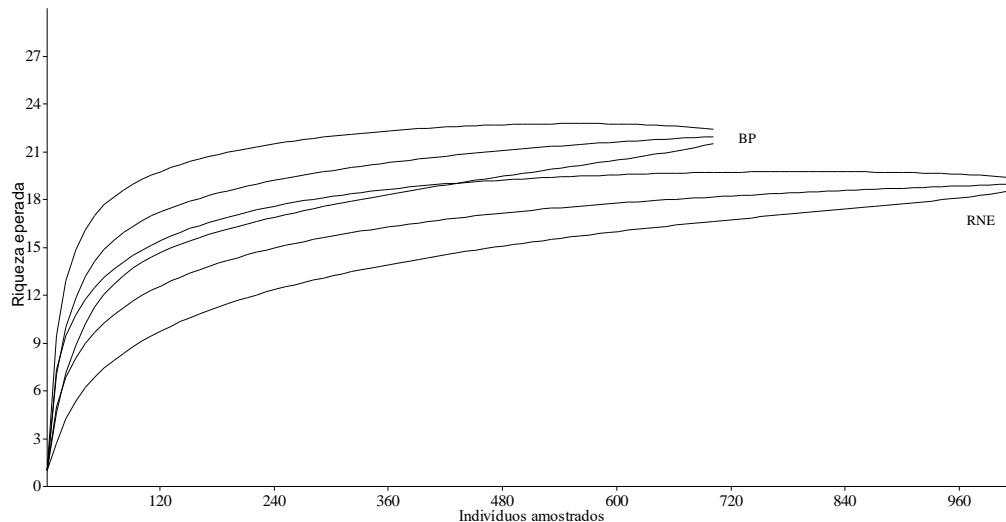
Fonte: Autora.

No banco de plântulas ($10 \text{ cm} \leq h < 1 \text{ m}$) foram identificadas 22 espécies, 22 gêneros e 16 famílias e, na regeneração natural estabelecida ($\text{DAP} < 5 \text{ cm}$ e altura $h \geq 1 \text{ m}$) foram amostradas 18 espécies, 18 gêneros e 13 famílias.

As famílias com maior representatividade no banco de plântulas foram Myrtaceae, Sapindaceae e Verbenaceae, resultado semelhante ao observado na regeneração natural estabelecida: Myrtaceae, Lauraceae e Verbenaceae.

Pode-se observar nas curvas de riqueza esperada de espécies que ambas apresentaram tendência à estabilização, principalmente a curva da regeneração natural estabelecida (Figura 19).

Figura 19 - Curvas de rarefação das espécies amostradas no banco de plântulas (BP) e regeneração natural estabelecida (RNE) em um trecho de floresta ribeirinha do bioma Pampa, Sant'Ana do Livramento/RS. 2017.



Fonte: Autora.

O índice de diversidade de Shannon foi de 2,5 para banco de plântulas e 1,8 para regeneração natural estabelecida e, para a equabilidade obtiveram-se os valores de 0,81 e 0,62, respectivamente. Houve, portanto, maior diversidade e maior uniformidade das espécies no banco de plântulas.

A análise dos grupos ecológicos indicou que 50% das espécies são dependentes de luz para a germinação, 45,8% são pioneiras e 4,2% são tolerantes a sombra.

A densidade absoluta de indivíduos no banco de plântulas foi de 17.975 ind.ha⁻¹ e 4.148 ind.ha⁻¹ na regeneração natural estabelecida. As espécies com maior abundância no banco de plântulas foram *Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Celtis iguanaea*, enquanto na regeneração natural estabelecida foram as espécies *Eugenia uniflora*, *Pouteria salicifolia* e *Styrax leprosus*.

As espécies *Schinus lentiscifolia*, *Celtis iguanaea*, *Gymnanthes klotzschiana*, *Allophylus edulis* e *Citharexylum montevidense* foram observadas em todos os mecanismos de regeneração avaliados (chuva de sementes, banco de sementes no solo, banco de plântulas e regeneração natural estabelecida).

As espécies *Schinus molle* e *Myrcianthes pungens* foram encontradas na chuva de sementes, banco de sementes no solo e banco de plântulas. Já as espécies *Calliandra tweedii*,

Zanthoxylum rhoifolium, *Pouteria salicifolia* e *Aloysia gratissima* foram observadas no banco de sementes no solo, banco de plântulas e regeneração natural estabelecida e *Scutia buxifolia*, *Ocotea acutifolia* e *Styrax leprosus* foram verificadas na chuva de sementes, banco de plântulas e regeneração natural estabelecida.

A espécie *Quillaja brasiliensis* apresentou densidade elevada na sementes da chuva de sementes, no entanto, não foi encontrada no banco de sementes no solo e tampouco na regeneração natural estabelecida, apenas apresentou indivíduos no banco de plântulas. Isso provavelmente sugere algum filtro ambiental que impede o seu desenvolvimento na área.

As espécies *Eugenia uniflora*, *Blepharocalyx salicifolius* e *Pouteria salicifolia* apesar da elevada densidade no banco de plântulas e regeneração natural estabelecida apresentaram baixa densidade na chuva de sementes e no banco de sementes.

A maior similaridade florística (índice de Jaccard) ocorreu entre a chuva de sementes e a regeneração (64,3%) e a menor similaridade ocorreu entre o banco de sementes do solo e a regeneração (44%). Isso demonstra a relação existente entre a dispersão de sementes e a atual composição florística da flora regenerante, tornando esses mecanismos fundamentais para a conservação da floresta. Em contrapartida, o banco de sementes do solo também representa um mecanismo chave no ecossistema, pois possibilita o processo de sucessão na presença de alguma perturbação, natural ou antrópica.

Discussão

Na área estudada verificou-se um padrão diferenciado de densidade de sementes na chuva de sementes entre os dois anos de avaliação. Esta flutuação na produção de propágulos também foi observada por Araújo et al. (2004, p. 132) em uma Floresta Estacional Decidual ripária no município de Cachoeira do Sul/RS na qual, os pesquisadores encontraram no primeiro ano 155 sementes.m⁻² e no segundo ano 71 sementes.m⁻². Os autores atribuíram a menor dispersão de sementes no segundo ano aos vários extravasamentos e ou enchentes ocorridas na área durante o período de estudo, pois, de acordo com os mesmos, essas perturbações naturais ocorridas no local podem ter afetado os processos fisiológicos das plantas.

Fenômeno semelhante foi observado na área de estudo, onde ocorreram extravasamentos do arroio, tanto no primeiro ano, quanto no segundo ano de avaliação. Isto gera um processo de estresse na planta fazendo com que a reprodução e o crescimento das mesmas sejam prejudicados (LAMBERS; CHAPIN; PONS, 1998). Além do mais, a

estacionalidade climática é uma das pressões seletivas que determinam a frutificação sazonal das plantas em comunidades (MORELLATO, 1995).

Outro fator que pode ter contribuído para a baixa produção de sementes no inverno são as baixas temperaturas e a pouca intensidade luminosa que reduzem o processo fotossintético das plantas assim como, a translocação de fotossintatos para o processo reprodutivo (LARCHER, 2000).

A família Myrtaceae, uma das famílias com maior riqueza na chuva de sementes da floresta estudada, também apresentou elevada riqueza nos estudos realizados por Scoti et al. (2011, p. 463) em Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Maria/RS e Avila et al. (2013, p. 623) em Floresta Ombrófila Mista, no município de São Francisco de Paula/RS. Tabarelli; Peres (2002, p. 170) avaliando a regeneração em Floresta Atlântica nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, observaram que as famílias Myrtaceae e Lauraceae demonstram elevada interação com a fauna.

A elevada presença de espécies dispersas pela fauna, como é o caso do presente estudo, é frequentemente relatada em estudos de chuva de sementes realizados no Rio Grande do Sul, como os de Scoti et al. (2011, p. 467) e Avila et al. (2013, p. 624) e em outros estados do Brasil, conforme observado por Pivello et al. (2006, p. 850), em Floresta Ombrófila Densa/SP. A zoocoria é a síndrome de dispersão mais frequente em florestas tropicais, podendo chegar a 90% das espécies (MORELLATO; LEITÃO, 1992). Portanto, o estabelecimento da relação planta-frugívoro certamente é essencial para a conservação de uma floresta ou mesmo para acelerar o processo de restauração da mesma (BARBOSA et al., 2012).

A densidade encontrada no banco de sementes do solo no presente estudo (2.828,64 sementes.m⁻²), dada pelo número total de sementes viáveis na amostragem, mostra-se dentro dos valores apresentados para florestas, que oscilam de 25 a 3.350 sementes.m⁻² (GARWOOD, 1989).

Comparativamente, trabalhos realizados em Floresta Estacional mostraram ter densidades em geral menores. Araújo et al. (2004, p. 135) observaram 137, 132 e 27 sementes.m⁻² em 3 diferentes grupos florísticos encontrados no interior de floresta ribeirinha; Scherer e Jarenkow (2006, p. 69) encontraram 74 e 78 sementes.m⁻² observadas no outono e na primavera, respectivamente e Scoti et al. (2011, p. 468) encontraram 853 e 817 sementes.m⁻² em dois grupos florísticos distintos dentro da floresta. Araújo et al. (2004, p. 131) e Scoti et al. (2011, p. 462) coletaram o solo até 5 cm de profundidade e avaliaram

todas as formas de vida, enquanto Scherer e Jarenkow (2006, p. 69) coletaram serapilheira e solo em 5 e 10 cm de profundidade e avaliaram apenas as formas de vida arbórea.

A densidade do BS no presente estudo também se mostra maior quando comparada a pesquisas realizadas em Floresta Ombrófila Mista, Caldato et al. (1996, p. 34) observaram densidades em 2 tipos de florestas (10,4 e 37 sementes.m⁻²), cujas coletas foram realizadas até três cm de profundidade e Avila et al. (2013, p. 625), encontraram densidade de 868 sementes.m⁻² com coletas de solo realizadas até 5 cm.

Essas discrepâncias de densidades entre trabalhos podem refletir as variações na estrutura da floresta e composição das espécies, da entrada de sementes de distintos locais pela ação de dispersores e da longevidade das sementes no solo (DALLING; SWAINE; GARWOOD, 1998; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002), mas também a falta de padronização metodológica, o que dificulta comparações ecológicas diretas (BUTLER; CHAZDON, 1998; GROMBONE-GUARATINI; RODRIGUES, 2002).

A riqueza da família Asteraceae em estudos de banco de sementes no solo é relatada com frequência, tanto em Floresta Estacional Decidual, Araújo et al. (2004, p. 136) e Scoti et al. (2011, p. 467) quanto em Floresta Ombrófila Mista, Avila et al. (2013, p. 624), Chami et al. (2011, p. 253) e Capelesso et al. (2015, p. 823). Assim como, os relatos do predomínio de espécies herbáceas e do baixo número de espécies arbóreas e arbustivas em trabalhos sobre banco de sementes do solo (ARAÚJO et al., 2004; AVILA et al., 2013; CAPELESSO; SANTOLIN; ZANIN, 2015; CHAMI et al., 2011; SCCOTI et al., 2011).

De acordo com Araújo et al. (2004, p. 136), a elevada proporção de sementes de ervas no solo provavelmente, está relacionada a produção anual ou contínua da maioria das espécies observadas no banco de sementes, além do mais, o pequeno tamanho das sementes de ervas e seu tegumento duro, muitas vezes tolerantes a maior perda d'água, possibilita que se mantenham viáveis por mais tempo no solo (MELO, 2004).

A alta densidade da espécie arbórea *Lithraea molleoides* no banco de sementes provavelmente, deva-se ao fato das sementes serem portadoras de dormência relativa, com intensidade variável entre indivíduos de uma mesma população, conforme relata o estudo realizado por Berger, Ranal e Santana (2014, p. 330).

A presença de elevada densidade de indivíduos e espécies de samambaias no estudo do BSS é um fenômeno natural, pois, no início do processo da regeneração natural aparecem samambaias e gramíneas formando grandes touceiras. Estas iniciam um processo de modificação do solo, aumentando sua aeração e quantidade de matéria orgânica (REIS; ZAMBONIN; NAKAZONO, 1999).

Tanto no banco de plântulas quanto na regeneração natural estabelecida a família Myrtaceae foi predominante. Essa família é comumente registrada em outros estudos sobre a flora regenerante, de espécies arbóreas e arbustivas como dominante em Floresta Estacional Decidual (ARAÚJO et al., 2004; SCCOTI et al., 2011) e em Floresta Ombrófila Mista (AVILA et al., 2013; CALDATO et al., 1996; CHAMI et al., 2011; NARVAES; BRENA; LONGHI, 2005).

O predomínio de espécies pioneiras e dependentes de luz na regeneração natural, geralmente é decorrente da perturbação natural que a vegetação de áreas ribeirinhas sofre e, nesses locais, ocorre o favorecimento de espécies de grupos iniciais de sucessão, sendo esse padrão relatado em outros estudos (DURIGAN; LEITÃO-FILHO, 1995).

Conclusões

Os resultados da pesquisa permitem concluir que:

- a chuva de sementes contribui para a sustentação da dinâmica do processo de regeneração das espécies florestais que formam atualmente a estrutura da floresta;
- a presença de famílias e espécies zoocóricas que frutificam de forma abundante, como *Allophylus edulis*, *Citharexylum montevidense*, *Myrcianthes pungens*, *Styrax leprosus*, *Lithraea molleoides* e *Ocotea acutifolia* mostram a importância da chuva de sementes como fonte de alimento para a fauna do ecossistema, colaborando para o seu equilíbrio;
- o banco de sementes do solo demonstra capacidade para colonização da área após perturbações, especialmente, com espécies herbáceas;
- a regeneração natural apresenta-se como o principal mecanismo de perpetuação de muitas espécies, relacionando-se constantemente com a chuva de sementes que garante o aporte de propágulos para a sua renovação.

Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.) **Germinação: do básico ao aplicado**, Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 225-235.

ALVAREZ-BUYLLA, E. R.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. Seed bank versus seed rain in the regeneration of a tropical pioneer tree. **Oecologia**, [S.l.], v.84, n.3, p.314-325, 1990.

ARAÚJO, M. M. et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. s/v, n. 66, p. 128-141, 2004.

AVILA, A. L. de et al. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 621-628, 2013.

BAKER, H. G. Some aspects of the natural history of seed banks. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds) **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989. p. 9-21.

BARBOSA, L. M. Implantação de mata ciliar. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE; CEMIG, 1999. p. 111-135.

BARBOSA, J. M. et al. **Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais**. In: MARTINS, S. V. (Org.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa: 2 ed. rev. e ampl. –Ed. UFV, 2012. cap. 3, p. 85-106.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.

BERGER, A. P. de A.; RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. de. Variabilidade na dormência relativa dos diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 1-13, 2014.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 12 de set. de 2015.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2nd ed. Iowa: Brown, 1977. 194 p.

BUTLER, B. J.; CHAZDON, R. L. Species richness, spatial variation, and abundance of the soil seed bank of a secondary tropical rain forest. **Biotropica**, Connecticut, v. 30, n.2, p. 214-222, 1998.

BYNG, J. W. et al. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Malden, Reino Unido, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

CALDATO, S. L. et al. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-38, 1996.

CAPELLESSO, E. S.; SANTOLIN, S. F.; ZANIN, E. M. Banco e chuva de sementes em área de transição florestal no sul do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 821-829, 2015.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de Florestas Naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1997. p. 43-55. (Documentos, 34).

CHAMI, L. B. et al. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p. 251-259, 2011.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 285-299.

DALLING, J. W., SWAINE, M. D.; GARWOOD, N. C. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. **Ecology**, Washington, v.79, n.2, p. 564-578, 1998.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F. Florística e fitossociologia de matas ciliares do Oeste paulista. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 197-239, dez. 1995.

FONT-QUER, P. **Diccionario de botánica**. Barcelona: Labor, 1979.

FORZZA, R. C. et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>> Acesso em: 21.04. 2015.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds.) **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, p. 149-209. 1989.

GROMBONE-GUARATINI, M. T.; RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 18, n. 1, p. 759-771, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha SH.22 Porto Alegre parte das folhas SH 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p. 796 (Levantamento de Recursos Naturais, 33). 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas das representações literárias de regiões brasileiras** – Brasil Meridional. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 88 p.

KANIESKI, M. R. **Caracterização florística, diversidade e correlação ambiental na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS**. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plants physiological ecology**. New York: Springer 1998. 540p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas Climático: Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011.

MELO, F. P. L. de Recrutamento e estabelecimento de Plântulas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p 238-250.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil** (L.P.C. Morellato, org.). Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, 1992. p. 112-140.

MORELLATO, L. P. C. As estações do ano na floresta. In **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. (LEITÃO FILHO, H. F.; MORELLATO L. P. C. (eds.)). Editora da Unicamp, Campinas, 1995. p.37-41.

NARVAES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. L. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2005.

OLIVEIRA, M. de L. A. et al. Composição, estrutura e fatores edáfico condicionantes da distribuição das espécies do componente arbóreo em floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, Bioma Pampa. **Iheringia: Série Botânica**, v. 70, n. 2, p. 245-263, 2015.

PIVELLO, V. R. et al. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v. 20, n. 4, p. 845-859, 2006.

REIS, A. ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. **Série Recuperação**, Caderno 14, São Paulo, Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 1999. 23 p.

SOUZA et al. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 56-67, 2006.

SCCOTI, M. S. V. et al. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 459-472, 2011.

SCHERER, C; JARENKOW, J. A. Banco de sementes de espécies arbóreas em Floresta Estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 67-77, 2006.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, Nova Iorque, n. 75, v. (1/2), p. 81-86, 1988.

TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, London, v. 106, n. [S.n.], p. 165-176, 2002.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se fala em restauração de ecossistemas ribeirinhos a escolha adequada das espécies que deverão ser usadas na recuperação de uma dada área representa senão a principal, uma das principais garantias de sucesso do projeto. No momento da escolha das espécies deve-se levar em consideração a adaptabilidade diferencial das espécies para cada condição ambiental na faixa ribeirinha, que vão apresentar particularidades nas diferentes regiões.

Partindo deste pressuposto e com as devidas considerações sobre as condições ambientais da área a ser recuperada, o estudo realizado na floresta ribeirinha do arroio Espinilho permitiu sugerir o uso de espécies para restauração destes ecossistemas na região. Para recuperação de ambientes úmidos sujeitos a inundações recomendou-se o uso de *Pouteria salicifolia*, *Ocotea acutifolia* e *Gymnanthes klotzschiana*; para atrair a fauna e assim facilitar a recuperação de ambientes ribeirinhos em processo de restauração, recomendaram-se as espécies *Eugenia uniflora*, *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Prunus myrtifolia* e *Scutia buxifolia*, pois, as mesmas são espécies zoocóricas e que ocorreram em ambientes úmidos na área do estudo e, para o enriquecimento de áreas em estágio mais avançado de sucessão foi recomendado o uso das espécies *Nectandra megapotamica* e *Styrax leprosus*.

Ambientes ribeirinhos são em geral áreas com grande heterogeneidade vegetacional, isso se deve a vários fatores e, principalmente, a heterogeneidade espacial das características físicas deste ambiente e de outros fatores atuantes na seletividade de espécies. De modo geral, constatou-se que as características edáficas apresentaram influência tanto sobre as espécies do estrato arbóreo quanto da regeneração natural. Enquanto os aspectos de dossel influenciaram o estrato arbóreo, a espessura de serapilheira e cota altimétrica tiveram influência sobre a regeneração natural. Sendo possível verificar que cada período ontogenético avaliado foi influenciado por um conjunto diferenciado de variáveis ambientais, evidenciando a natureza complexa do processo de estabelecimento de espécies arbóreas em ambientes ribeirinhos.

Além disso, o estudo demonstrou que a chuva de sementes da floresta avaliada apresenta capacidade de contribuir com a dinâmica do processo de regeneração das espécies florestais que formam atualmente a sua estrutura. Além do mais, a presença de famílias e espécies zoocóricas que frutificam de forma abundante, como *Allophylus edulis*, *Citharexylum montevidense*, *Myrcianthes pungens*, *Styrax leprosus*, *Lithraea molleoides* e *Ocotea acutifolia* mostram a importância deste mecanismo como fonte de alimento para a

fauna do ecossistema, colaborando para o seu equilíbrio. O banco de sementes do solo apresentou capacidade para colonização da área após perturbações, especialmente, com espécies herbáceas e a regeneração natural (banco de plântulas e regeneração natural estabelecida) mostrou-se como o principal mecanismo de perpetuação de muitas espécies, relacionando-se constantemente com a chuva de sementes, que garante o aporte de propágulos para a sua renovação.

Estas informações fornecem subsídios para estudos relacionando fatores condicionantes da estrutura e dinâmica de comunidades e populações de espécies arbóreas bem como, informações para a recuperação de florestas ribeirinhas na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. O suporte geocológico das florestas Beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Ed. USP, FAPESP, 2009. p. 15-25.
- ALDER, D.; SYNNOTT, T.J. Permanent sample plot techniques for Mixed Tropical Forest. Oxford: University of Oxford; 1992. 123 p. (Tropical forest paper, 25).
- ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e Banco de Sementes. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 225-236.
- ARAÚJO, A. C. B. **Efeito do Pastoreio bovino sobre a estrutura da mata ciliar do arroio Espinilho em Sant'Ana do Livramento, RS, Brasil**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- ARAÚJO, A. B. C. et al. Estrutura de dois componentes arbóreos de Floresta Subtropical Ripária na Campanha Gaúcha, Sant'ana do Livramento, RS. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 481-490, 2016.
- ARAÚJO, M. M. et al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 128-141, 2004.
- ARAÚJO, M.M. et al. Análise de agrupamento da vegetação de um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial, Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p.133- 147, 2004.
- AVILA, A. L. de. **Mecanismos de Regeneração Natural e Estrutura Populacional de Três Espécies arbóreas em Remanescente de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul**. 2010. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- AVILA, A.L. et al. Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.
- AVILA, A. L. de et al. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 621-628. 2013.
- ALVARENGA, A. P; BOTELHO, S. A.; PEREIRA, I. M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de mataa ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 360-372. 2006.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BATILLANI, J. L. **Chuva de Sementes em Trecho de Floresta Ripária, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2010. 173 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, 2010.

BAZZAZ, F. A. Regeneration of tropical forests: physiological responses of Pioneer and secondary species. In: GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. (Ed.). **Rain forest regeneration and management**. Paris: The UNESCO Press, 1991, v. 6, p. 91-118.

BEHLING, H.; PILLAR, V. De P.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Palaeobotany & Palynology**, v. 133, n. [S.n.], p. 235-248, 2005.

BENÍTEZ-MALVIDO, J.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; CECCON, E. Seed rain vs. seed bank, and the effect of vegetation cover on the recruitment of tree seedlings in tropical successional vegetation. In: GOTTSBERGER, G.; LIEDE, S. (Ed.). **Life forms and dynamics in tropical forests**. Berlin, Stuttgart: J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, 2001. Diss. Bot. 346, 185-2003.

BOLDRINI I.I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**, Porto Alegre, n. 56, v. [s.v.], p. 1-39, 1997.

BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. D.; MULLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Org.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 63-77.

BOLDRINI, I. I. et al. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre: ed. Pallotti, 2010. 64p.

BOLDRINI, I. L.; OVERBECK, G.; TREVISAN, R. Biodiversidade de plantas. In: PILLAR, V. De P.; LANGE, O. (Ed.). Os campos do Sul. Porto Alegre: Rede de Campos Sulinos, 192 p. cap.5, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 12 de set. de 2015

BUDKE, J.C., JARENKOW, J.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, New York, v. 189, n. [S.n.], p.187-200, 2007.

BUDKE, J.C., JARENKOW, J.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Tree community features of two stands of riverine forest under different flooding regimes in Southern Brazil. **Flora**, [S.l.], v. 203, n. [S.n.], p.162–174, 2008.

BUDKE, J.C.; JARENKOW, J.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Intermediary disturbance increases tree diversity in riverine forest of southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Switzerland, v. 19, n. 8, p. 2371-2387, 2010

CALDATO, S. L. et al. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-38, 1996.

CALLEGARO, R. M. et al. Regeneração natural avançada de um fragmento de mata ciliar em Jaguari, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 315-321, 2012.

CALLEGARO, R. M. et al. Fitossociologia e fatores ecológicos da vegetação estacional na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 72, n. 1, p. 33-43, 2017.

CORDEIRO, J.L.P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.P., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V.A. (Ed.) **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009. cap. 23, p. 285-299.

CHAMI, L. B. **Vegetação e mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 2008. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CHAMI, L. B. et al. Mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes de remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 251-259, 2011.

CRAWSHAW, D.; DALL'AGNOL, M.; CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Caracterização dos campos sul-rio-grandenses: uma perspectiva da ecologia da paisagem. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n. 33, v. [S. v.], p. 233-252, 2007.

DALLING, J. W. Ecología de semillas. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Ed.). **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Libro Universitario Regional, 2002. p. 345-375.

DEBLE, L. P.; ALVES, F. da S. *Herbertia amabilis* Deble & F. S. Alves (Iridaceae), a new species from Brazil. **Candollea**, Genebra, v. 68, n. 1, p. 133-137, 2013.

DE´CAMPS, H. River margins and environmental change. **Ecological Applications**, Washington, v. 3, n. 3, p. 441-445, 1993.

DE MARCHI, T. C.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de mata ribeirinha no rio Camaquã, município de Cristal, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 241-248, 2008.

DURIGAN, G. Estrutura e diversidade de comunidades florestais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia das florestas tropicais do Brasil**. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. cap. 8, p. 294-325.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo - Embrapa Solos. 1997. 212p.

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal, 2000. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 2, n. 2).

FELFILI, J. M.; SEVILHA, A. C. Distribuição espacial de parcelas e de espécies em quatro áreas de cerrado *sensu stricto* na Chapada do Espigão Mestre de São Francisco. In: FELFILI, J. M.; SILVA Jr., M. C. da. (Org.). **Biogeografia do bioma Cerrado**: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília: UnB, 2001. p. 61-74.

FELFILI, J.M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia Florestal. 2007. 60p.

FENNER, M. Reproductive strategies in plants. In: FENNER, M. (Ed.). **Seed ecology**. London, New York: Chapman and Hall. 1985. p. 1-37.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The Ecology of Seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 250 p.

FINOL, H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis de las selvas virgenes tropicales. **Rev. For. Venez.**, Mérida, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.

FONT QUER, P. **Diccionario de botánica**. Barcelona: Novoprint S. A., 1989. 1244 p.

GARCIA, D., OBESO, J.R., MARTINEZ, I. Spatial concordance between seed rain and seedling establishment in bird-dispersed trees: does scale matter? **Journal of Ecology**, London, v. 93, n. 4, p. 693-704, 2005.

GARWOOD, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: SWAINE, M. D. (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: UNESCO, 1996. p. 59-129.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, T.; SIMPSON, R. L. (Eds.). **Ecology soil seed bank**. San Diego: Academic Press, 1989. p. 149-209.

GAUCH, H. G. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 180 p.

GIEHL, E.L.H.; JARENKOW, J. A. Gradiente estrutural no componente arbóreo e relação com inundações em uma floresta ribeirinha, rio Uruguai, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 741-753, 2008.

GRIME, J. P. Seed banks in ecological perspective. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Ed.). **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press Inc., p 15-22, 1989.

GUADAGNIN, P.M., ALVES, F.S. Importância ecológica das espécies arbóreo-arbustivas da floresta de galeria do Rio Ibirapuitã. **Urcampus**, Alegrete, v. 1, n. [s.n], p. 118-124, 2009.

HAIR, J. F. et al. **Multivariate Data Analysis**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1998. 730 p.

HARDESTY, B. D.; PARKER, V. T. Community seed rain patterns and a comparison to adult community structure in a west African tropical forest. **Plant Ecology**, Londres, v. 164, n. [S.I], p. 49-64, 2002.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892 p.

HILL, M. O. **TWINSPAN**: a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. New York: Cornell University, 1979. 60 p.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of Seed Dispersal. **Rev. Ecol. Sys.**, [S.I], n. 13, p. 201-228, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha SH 22 Porto Alegre parte das folhas SH 21 Uruguiana e SI. 22 Lagoa Mirim**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p. 796 (Levantamento de Recursos Naturais, 33). 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa da Vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. Rio de Janeiro: 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> Acesso em: 17 Jun. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas das representações literárias de regiões brasileiras** – Brasil Meridional. Rio de Janeiro: IBGE. 2006. 88p.

JARDIM, F. C. da S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 37-48, 2007.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analyses**. London: Behaven Press, 1992. 363 p.

KILCA, R. V. et al. Florística e fitofisionomias da planície de inundação do rio Piratini e a sua importância para a conservação no Pampa do Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, São Lopoldo, v. 69, n. 2, p. 227- 249, 2011.

LEÃO, G. M. Florística e estrutura do componente arbóreo da floresta ribeirinha do arroio Imbaá, Pampa brasileiro. 58 f. **Monografia** (Graduação em Ciências Biológicas) Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Campus Uruguiana, 2009.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. Ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2009. cap.3, p.33-44.

- LINDMAN, C.A.M. **A vegetação no Rio Grande do Sul** (Brasil Austral). Liv. Universal, Porto Alegre, 1906. 356p.
- LOISELLE, B. A.; RIBBENS, E.; VARGAS, O. Spatial and temporal variation of seed rain in a tropical lowland wet forest. **Biotropica**, Malden, v. 21, n. [S.n], p. 82-95, 1996.
- LONGHI, S. J.; DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. A vegetação da mata ribeirinha no curso médio do rio Jacuí, RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 4, p. 151-161, 1982.
- LONGHI, S. J. et al. Classificação e caracterização de estágios sucessionais em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 113-125, 2006.
- MACIEL, M. de N. e M. et al. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 101-114, 2002.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Porto Alegre: EST, 2004. 110p.
- MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas Climático: Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1991. Série Teses.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 143 p.
- MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: Secretaria General de la Organizacion de los Estados Americanos – Programa Regional de Desarrollo y Tecnológico, 1982. 169 p.
- Mc CUNE, B.; MEFFORD M. J. **Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 3.0, MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA 1997.
- Mc CUNE; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: multivariate analysis of ecological data**. Version 4. Gleneden Beach: MjM Software, 1999. 237 p.
- MELO, F. P. L. et al. Recrutamento e estabelecimento de plantulas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 225-236.
- MELO, F. P. L.; DIRZO, R.; TABARELLI, M. Biased seed rain in forest edges: Evidence from the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, Boston, v. 132, n. 1, p. 50-60, 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pampa**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/pampa>> Acesso em: 28 de maio de 2014.

MORELLATO, L.P.C.; LEITÃO-FILHO, H.F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In MORELLATO, L.P.C. (Org.). **História natural da Serra do Japi**: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil (Editora da Unicamp/Fapesp, Campinas, 1992. p. 112-140.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. da R. F. de; ANDRADE, L. A. de; MEIRA NETO, J. A. A. (Ed.). **Fitossociologia no Brasil**: Métodos e Estudos de Caso. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2011. cap. 6, p. 174-208.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, C. H. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Tree**, [S.l.], v. 15, n. 7, p. 278-285, 2000.

NILSON, C.; SVEDMARK, M. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: riparian plant communities. **Environmental Management**, New York, v. 30, n. 4, p. 468-480, 2002.

OLIVEIRA, M. de L. A. et al. Composição, estrutura e fatores edáfico condicionantes da distribuição das espécies do componente arbóreo em floresta ribeirinha do rio Ibirapuitã, Bioma Pampa. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 70, n. 2, p. 245-263, 2015.

OVERBECK, G. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, v. [s.v.], p. 101–116, 2007.

OVERBECK G.E.; PFADENHAUER J. Adaptive strategies in burned subtropical grassland in southern Brazil. **Flora**, [S.l.], n. 202, v. [s.v], p. 27-49, 2007.

OVERBECK, G. E. et al. Os campos sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V.P., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V.A. (Eds.) **Campos sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009. cap. 2, p. 26-41

OVERBECK, G. E. et al. Fisionomia dos Campos. In: PILLAR, V. D.; LANGE, O. (Ed.). **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos – UFRGS, cap. 3, p. 33-41, 2015.

PAZ, E.A.; BASSAGODA, N.J. Aspectos fitogeográficos y diversidad biológica de las formaciones boscosas del Uruguay. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 35-50, 2002.

PEET, R. K. The measurement of species diversity. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, Palo Alto, v. 5, n. [S.n.], p. 85-307, 1974.

PENHALBER, E. F.; VANI, W. M. Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, SP. **Revista Brasil. Bot.**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 205-220, 1997.

PEREIRA, T. S.; MANTOVANI, W. Maturação e dispersão de *Miconia cinnamomifolia* (D.C.) NAUD. na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 335-348, 2001.

PILLAR, V. D.; QUADROS, F. L. F. de. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, Italy, v. 12, n. [S.n.], p. 119-126, 1997.

PIRES-O'BRIEN, M. J; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém: FCAP, 1995. 400 p.

PIVELLO, V. R. et al. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 20, n. 4, p. 845-859, 2006.

POGGIANI, F. Estrutura, funcionamento e classificação de florestas: implicação ecológica em florestas plantadas. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v. 3, n. [s/n], p. 9-14, 1989.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. Ed. Brasília: 1985. 289 p.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**: ensaio de monografia natural. Liv. Selbach, Porto Alegre. 1956. 471p.

RICHARDS, P. W. **The tropical rain forest**: an ecological study. Cambridge: University Press, 1998. 575 p.

RICKLEFS, R. E.; MILLER, G. L. **Ecology**. 4. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1999. 821 p.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Boston, v. 142, n.6, p. 1242-1251, 2009.

RODRIGUES, R. R. Florestas ciliares? uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Eds.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. Ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2009. cap. 6, p. 91-99.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Orgs.). **Matas Ciliares**: Conservação e Recuperação. 2. Ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2009. cap. 15, p. 235-247.

RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G.J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In RODRIGUES; R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.) **Matas Ciliares**: Conservação e Recuperação. 2.Ed. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2009. cap. 6, p. 101-107.

ROIZMAN, L. G. **Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de floresta secundária em São Paulo, SP**. 1993. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SCOLARI, G. O. et al. Riqueza e abundância de espécies lenhosas em reflorestamento de *Pinus taeda* L. e Floresta Ombrófila Mista no Centro – Leste do Estado do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p.1361-1366, 2010.

SCCOTI, M. S. V. **Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SCCOTI, M. S. V. et al. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 459-472, 2011.

SCHIAVINI, I. **Estrutura das comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG)**. 1992. 139 f. Tese (Doutorado em Ciência - Ecologia) – Universidade de Campinas, Campinas, 1992.

SCHIAVINI, I. Environmental characterization and groups of species in gallery forests, In: **Proceedings of the International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with Special Reference to Gallery Forests**. Brasília: UNB, 1997. P. 107–113.

SCHIAVINI, I.; RESENDE, J. C. F.; AQUINO, F. de G. Dinâmica de populações de espécies arbóreas em mata de galeria e mata mesófila na margem do Ribeirão Panga, MG. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. da; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p.267-299.

SHARITZ, R. R., L. R. et al. Integrating ecological concepts with natural resource management of southern forests. **Ecological Applications**, Washington, DC, v. 2, n. 3, p. 226–237, 1992.

SHEN, Z. H. et al. Community dynamics of seed rain in mixed evergreen broad-leaved and deciduous forests in a subtropical mountain of Central China. **Journal of Integrative Plant Biology**, Malden, v. 49, n. [S.n], p. 1294-1303, 2007.

SILVA, D. N. da. **Análise do regime de luz da mata da C.U.A.S.O em pequenas escalas**. 2007. 80 f. Monografia (Especialização) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SOUZA, J. S. et al. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua as margens do Rio Capivari, Lavras, MG. **Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 185-206, 2003.

SOUZA, P. A. et al. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 56-67, 2006.

SPINA, A. P.; FERREIRA, W. M.; FILHO, H. F. L. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 15, p. 349-368, 2001.

SPURR, S. H.; BARNES, B. V. **Forest Ecology**. 3. ed. New York: J. Wiley & Sons, 1980. 687 p.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

SUERTEGARAY, D. M. A; SILVA, L. A. da S. **Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha**. In: PILLAR, V. D.; MULLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Orgs.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009, cap. 3, p. 42-59.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, Nova Iorque, n. 75, v. (1/2), p. 81-86, 1988.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.

TER BRAAK. **CANOCO** — a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis, Technical report LWA-88-02. Wageningen: Agricultural Mathematics Group, 1988. 95 p. Version 2.1.

VAN DER PIJL, L. **Principales of dispersal in higher plants**. 2. ed. Berlin, New York: Springer-Verlag, 1972.

VÉLEZ, E. et al. Um panorama sobre as iniciativas de conservação dos Campos Sulinos. In PILLAR, V.P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V.A. (Eds.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009. p.356-379.

WANG, C. B.; SMITH, T. B. Closing the seed dispersal loop. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 17, n. [S.n.], p. 379-385, 2002.

WILSEY, B. J. et al. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. **Ecology**, London, v. 86, n. 5, p. 1178-1184, 2005.

WOLDA, H. Diversity, diversity indices and tropical cockroaches. **Oecologia**, Berlin, v. 58, n. 3, p. 290-298, 1983.