

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

Francieli de Fátima Missio

**RESILIÊNCIA E ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA
EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO SUL DO BRASIL**

SANTA MARIA, RS
2019

Francieli de Fátima Missio

**RESILIÊNCIA E ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA EM
FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO SUL DO 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
2019

Missio, Francieli de Fátima
RESILIÊNCIA E ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA EM
FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO SUL DO BRASIL /
Francieli de Fátima Missio.- 2019.
158 p.; 30 cm

Orientador: Solon Jonas Longhi
Coorientadora: Maristela Machado Araújo
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2019

1. Espécies nativas e exóticas 2. Variáveis ambientais
3. Atributos funcionais 4. Comunidade arbórea 5.
Resiliência I. Longhi, Solon Jonas II. Araújo,
Maristela Machado III. Título.

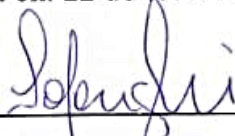
Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Francieli de Fátima Missio

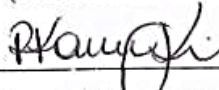
**RESILIÊNCIA E ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA EM
FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO SUL DO BRASIL**

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**.

Aprovada em 22 de fevereiro de 2019:



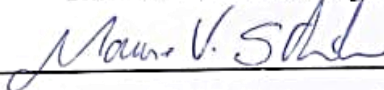
Solon Jonas Longhi, Dr.
(Presidente/ orientador)



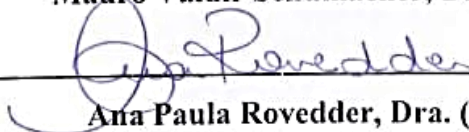
Maria Raquel Kanieski, Dr.^a. (UDESC)



Rafael Marian Callegaro, Dr. (UFES)



Mauro Valdir Schumacher, Dr. (UFSM)



Ana Paula Rovedder, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 22 de fevereiro de 2019

DEDICATÓRIA

À minha mãe

Leonete Lurdes Bressa Missio

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos são muitos e infinitos, tentarei ao máximo colocar nas próximas linhas o quanto sou grata por todos aqueles que, de certa forma, contribuíram para a conclusão desta importante etapa da vida acadêmica.

Agradeço, primeiramente, à Deus e todos os anjos. Devota de Santa Terezinha das Rosas e Nossa Senhora de Fátima, ambas abrem caminhos para a minha realização pessoal. Foco, força e fé!

Ao meu orientador Prof. Dr. Solon Jonas Longhi por acreditar no meu potencial, auxiliar na concretização deste sonho, és exemplo que quero seguir como profissional. Agradeço por todos esses anos de pós-graduação e pela honra em ter sido sua orientada. Tenha certeza que fizeste um ótimo trabalho como orientador, tenho em mim uma gratidão eterna.

A minha coorientadora Maristela Machado Araújo, quão importante foi sua presença nesses quantos anos de pesquisa.

À CAPES pela concessão da bolsa de doutorado, pela qual tive condições de arcar com as coletas de dados, análises de solos em laboratórios, submissão de artigos em revistas nacionais, aquisição de livros específicos da área e participação em congressos.

À minha família pelo apoio constante, meus irmãos: Alexandra Missio, Regis Missio, Fabricio Missio. Minha mãe, Leonete Lurdes Bressa Missio, e meu padrasto, Mauricio Tomazzi, os quais participaram das saídas a campo e de todo o processo de obtenção dos dados. Meu padrasto foste meu suporte para acreditar que podíamos concluir todas as etapas do projeto de doutorado. Foi um pai e amigo, assim como minha mãe otimista ao presenciar os anos em que passei na floresta pesquisando. Mãe e Mauricio dedico a vocês esta tese de doutorado.

Agradeço aos donos da área florestal, família Rampelotto, bem como à família da tia Rosecler Bressa Bissacotti, que estiveram por várias vezes auxiliando no campo, torcendo pelo sucesso e tornando cada etapa difícil e desanimadora em reflexões do quanto cada conquista valia a pena.

Aos alunos de graduação em Engenharia Florestal: Gabriel Orso, Diego Cella Cassol, Lucas Gavioli, Lutero Lerner, Marina Scheuer, Maurício Stangarlin, Matheus Gazzola, Rodrigo Silva e Giovani Gazzola. Não há palavras que definam minha gratidão por vocês. Em uma reunião no HDCF convidei alunos que gostariam de participar de um projeto de doutorado. Os mesmos sem me conhecer, abraçaram o projeto e ajudaram do início ao fim, em dias de sol, chuva, frio e calor. Passaram por inúmeras experiências em campo, inclusive o cansaço. Disso tudo se formou a melhor equipe que eu poderia ter. Sem vocês nada disso teria acontecido. São os

futuros da Engenharia Florestal, alunos dedicados, amigos esforçados, uma linda família foi formada no decorrer do projeto. Á vocês meu eterno obrigada gurizada, vocês são os melhores! Aos membros da banca de qualificação pelas contribuições e melhorias na concretização deste trabalho.

Ao professor Dr. Luciano Denardi, meu muito obrigado pelas inúmeras conversas, pelo otimismo, ensinamentos e pela amizade. Tenho a certeza que o laboratório HDCF foi o apoio e total segurança para dar continuidade aos planos do projeto de doutorado. Ainda, agradeço ao professor Dr. Fabiano Fortes, ajudadaste do mesmo modo, sentirei saudades das conversas intercaladas com café. Vocês são meus amigos queridos e admiro os profissionais que são.

Á todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) agradeço pelas conversas compartilhadas, pelas aulas que agregaram conhecimento. Todos que pelo meu caminho passaram, tenham a certeza do quanto amadurecimento pessoal e profissional obtive com vocês. Em especial ao professor Jorge Farias, Frederico Dimas Fleig e Ana Paula Rovedder pelas inúmeras conversas e diálogos da vida acadêmica.

Aos meus colegas de Pós-graduação, tão próximos que compartilharam dos mesmos anseios da vida acadêmica, foram meus amigos desta longa jornada. Obrigada pelo apoio e por sempre estarem prontos a ajudar. Saibam que de vocês eu levo a gratidão e amizade eterna. Luciane Gorski, Junior Mendes, Camila Andrzejewski, Rose Felker, Karina Lazarin, Cyro Favalessa, Karen Janones da Rocha, Ana Bittencourt, Suelen Aimi e demais colegas que carrego admiração.

À secretária do PPGEF, Marlene, agradeço por sempre estar prestativa e auxiliar de forma prática na solução de todos os problemas.

Enfim, agradeço a todos que juntos estiveram nesta jornada de forma direta ou indiretamente, trouxeram apoio para finalizar com muito orgulho esta tese de doutorado. A todos o meu MUITO OBRIGADA!!

***“As gerações do futuro não de agradecer a piedade e reverência com
que conservamos as mais grandiosas paisagens da nossa terra”***

(Padre Jesuíta Balduino Rambo)

RESUMO

RESILIÊNCIA E ESTRUTURA DE UMA COMUNIDADE ARBÓREA EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NO SUL DO BRASIL

AUTORA: Francieli de Fátima Missio

ORIENTADOR: Solon Jonas Longhi

As florestas no estado do Rio Grande do Sul apresentam grandes proporções de áreas fragmentadas, principalmente, pela atividade agrícola e pecuária, que necessitam de estudos para ampliar conhecimentos sobre a dinâmica dessas formações. Diante disso, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar a estrutura e composição florística conjuntamente com as variáveis ambientais e as estratégias ecológicas, em um trecho de floresta secundária em Dona Francisca, RS, Brasil. Para tanto, foram instaladas 50 parcelas de dimensão 10 m x 20 m (200 m²) distanciadas 10 m entre si em 10 faixas paralelas distanciadas 40 m uma da outra, em direção base ao topo da encosta, com área total de amostragem em 1 ha de floresta. Os indivíduos adultos foram identificados e deles mensurados as variáveis dendrométricas, DAP e altura. Das variáveis ambientais foram coletadas aquelas relacionadas com o solo, topografia e luminosidade. Para as estratégias ecológicas das plantas foram determinados os atributos funcionais relacionados à folha, DAP máximo, altura máxima, guildas de regeneração e síndrome de dispersão. Pelas análises e correlações foi possível verificar 2.045 indivíduos distribuídos em 65 espécies arbóreas distribuídas em 31 famílias botânicas, com distribuição nas classes mais iniciais de DAP, indicando uma população jovem. *Casearia sylvestris* foi a espécie de maior abundância com 505 indivíduos, seguido de *Nectandra lanceolata*, *Cupania vernalis* e *Guarea macrophylla*, em valor de importância. Sete espécies exóticas foram amostradas, as quais totalizaram 105 indivíduos. Desses *Hovenia dulcis* apresentou 85 indivíduos. As variáveis ambientais correlacionadas com a distribuição das espécies foram as relacionadas com o relevo, cobertura de dossel e teor de fósforo, influenciando na estrutura da comunidade arbórea. Além disso, verificou-se para a *Hovenia dulcis* e cobertura de dossel uma correlação negativa, podendo ser um fator determinante no crescimento de sua população, uma vez que a espécie precisa de luz para seu ciclo de vida. Dos atributos funcionais, as principais espécies foram agrupadas em conservativas e aquisitivas, sendo as aquisitivas de maior número, reforçando que a floresta está se regenerando diante das condições ecológicas e ambientais. Também que os atributos funcionais síndrome de dispersão e guildas de regeneração são importantes estratégias das plantas para o restabelecimento da vegetação nativa em área após cultivo agrícola. Os atributos funcionais que apresentaram correlação negativa foram área foliar e área foliar específica e positiva entre diâmetro máximo e altura máxima, ambas correlações correspondentes ao crescimento e desenvolvimento da planta. Nesse sentido, a área de estudo apresentou características de uma floresta em estágio de regeneração com capacidade de restabelecimento da vegetação nativa, sendo resiliente mesmo apresentando espécies exóticas. Assim, se faz de suma importância acompanhar as florestas secundárias em formação, uma vez que permitem inferir na composição das formações florestais para um maior embasamento quanto a sua conservação e preservação no estado do Rio Grande do Sul, Brasil

Palavras-chave: Espécies nativas e exóticas. Variáveis ambientais. Atributos funcionais

ABSTRACT

RESILIENCE AND STRUCTURE OF AN ARBORAL COMMUNITY IN DECIDUAL SEASONAL FOREST IN THE SOUTH OF BRAZIL

AUTHOR: Francieli de Fátima Missio

ADVISER: Solon Jonas Longhi

Forests in Rio Grande do Sul have large proportions of fragmented areas, mainly due to agricultural and livestock activities which require studies to increase knowledge about the dynamics of these formations. Therefore, the objective of this work was to evaluate the structure and floristic composition in conjunction with environmental variables and ecological configurations, in a secondary forest environment in Dona Francisca, RS, Brazil. For this purpose, 50 plots measuring 10 m x 20 m (200 m²) were spaced 10 m apart in 10 parallel strips, 40 m apart, from the base to the top of the slope, with a total sampling area of 1 ha forest. Adult individuals were identified and the dendrometric variables, DBH and height were measured. From the environmental variables were collected those related to the soil, topography and luminosity. And for the ecological strategies of plants were determined the functional traits related to leaf, maximum DBH, maximum height, regeneration guilds and dispersion syndrome. From the analyzes and correlations, it was possible to verify 2.045 individuals distributed in 65 tree species distributed in 31 botanical families, with distribution in the most initial dap classes, indicating a young population. *Casearia sylvestris* was the species of greatest abundance with 505 individuals, followed by *Nectandra lanceolata*, *Cupania vernalis* and *Guarea macrophylla*, in importance value. Seven exotic species were sampled, which totaled 105 individuals. Of these *Hovenia dulcis* presented 85 individuals. The environmental variables correlated with the distribution of the species were those related to relief, canopy cover and phosphorus content, influencing the tree community structure. In addition, *Hovenia dulcis* and canopy cover showed a negative correlation, which may be a determining factor in the growth of its population, since the species needs light for its life cycle. From the functional traits, the main species were grouped in conservatives and acquisitions, being the most numerous, reinforcing that the forest is regenerating before the ecological and environmental conditions. Also that the functional traits dispersion syndrome and regeneration guilds are important strategies of plants for the restoration of native vegetation in area after agricultural cultivation. The functional attributes that presented negative correlation were leaf area and specific and positive leaf area between maximum diameter and maximum height, both correlations corresponding to plant growth and development. In this sense, the study area presented characteristics of a forest in the regeneration stage with the capacity to restore native vegetation, being resilient even presenting exotic species. Thus, it is very important to accompany secondary forests in formation, since they allow inferring in the composition of forest formations to a greater basis for their conservation and preservation in the State of RS.

Keywords: Native and exotic species. Environmental variables. Functional traits.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

REFERENCIAL TEÓRICO

- Figura 1 - Espécie exótica *Citrus x limon* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.....35
- Figura 2 - Espécie exótica *Eriobotrya japonica* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.....36
- Figura 3 - Espécie exótica *Hovenia dulcis* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.....36
- Figura 4 - Espécie exótica *Tecoma stans* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.....37
- Figura 5 - Espécie exótica *Melia azedarach* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.....38
- Figura 6 - Espécie exótica *Morus nigra* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.....38
- Figura 7 - Espécie exótica *Psidium guajava* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.....39

METODOLOGIA GERAL

- Figura 8 - Localização geográfica e representação da área de estudo em Floresta Estacional Decidual, Quarta Colônia, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.....48
- Figura 9 - Variação meteorológica de temperatura (°C) e precipitação total (mm) durante o período de três anos, março de 2015 a dezembro 2017, como referência ao clima da região, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.....49
- Figura 10 - Unidades de Vegetação da Floresta Estacional Decidual no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 2019. (Sigla com contorno refere-se à localização da fisionomia estudada).....51
- Figura 11 - Perfil esquemático da Floresta Estacional Decidual e suas diferentes formações, RS, Brasil, 2019..... 52
- Figura 12 - Localização da área de estudo e disposição das 50 parcelas em 10 faixas paralelas no trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.....54
- Figura 13 - Representação do levantamento topográfico em cada parcela de dimensão 10 x 20 m, RS, Brasil, 2019.....57

ARTIGO I

- Figura 1 - Curva de acumulação de espécies da comunidade arbórea em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.....65
- Figura 2 - Ordenação produzida pela Análise de Correspondência Distendida das 50 parcelas (círculos fechados em negrito) distribuídas em 1ha de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.....71
- Figura 3 - Distribuição diamétrica da comunidade arbórea pertencente à vegetação secundária em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.....72
- Figura 4 - Distribuição vertical da comunidade arbórea pertencente à vegetação secundária em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.....73
- Figura 5 - Distribuição diamétrica das populações de espécies arbóreas nativas com valor acima de 5% em VI, amostradas na vegetação secundária em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.....73

ARTIGO II

Figura 1 -	Ordenação NMDS das variáveis ambientais e vegetação em um trecho de encosta de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019. Em que: P = fósforo; CD = cobertura de dossel; decm = declividade média; Cotm = cota média. Círculos fechados representam as parcelas. Símbolo “+” representa demais espécies.....	85
------------	---	----

ARTIGO III

Figura 1 -	Histograma de frequência absoluta das sete espécies exóticas amostradas em 1 ha de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.....	98
Figura 2 -	Histograma de frequência absoluta das espécies arbóreas nativas e exóticas em 50 parcelas de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.....	99
Figura 3 -	Distribuição diamétrica da arbórea exótica <i>Hovenia dulcis</i> , em intervalo de DAP de 5 cm, em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.....	99

ARTIGO IV

Figura 1 -	Dendrograma utilizado para verificar a organização das espécies em grupos funcionais, em Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.....	116
Figura 2 -	Correlação de Pearson entre os traços funcionais contínuos relacionados a 19 espécies mais abundantes de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.....	117
Figura 3 -	Análise CWM-RDA em relação aos cinco traços funcionais contínuos e variáveis ambientais significativas ($p < 0,1$) de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.....	117

DISCUSSÃO GERAL

Figura 1 -	Esquema da montagem da comunidade arbórea durante a sucessão em uma floresta em áreas agrícolas abandonadas.....	129
------------	--	-----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

Tabela 1 -	Composição florística amostrada em um trecho de Floresta Estacional Decidual, em ordem decrescente do Valor de importância para cada espécie, RS, 2019.....	66
Tabela 2 -	Levantamentos Fitossociológicos em remanescentes de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS. H' = índice de Shannon; J' = equabilidade de Pielou; FED=Floresta Estacional Decidual; *Aluvial. RS, 2019.....	70

ARTIGO II

Tabela 1 -	Lista das famílias de maior riqueza amostradas em um trecho de encosta de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.....	83
Tabela 2 -	Valores médios das variáveis ambientais analisadas em um trecho de encosta de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.....	85
Tabela 3 -	Autovalores das variáveis ambientais em relação aos eixos 1 e 2 da PCA, RS, Brasil, 2019.....	85

ARTIGO III

Tabela 1 -	Coefficiente de correlação de Spearman entre as espécies exóticas e variáveis ambientais, nível de significância a 5%, em um trecho de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.....	100
------------	--	-----

ARTIGO IV

Tabela 1 -	Espécies arbóreas aquisitivas e conservativas, com seus respectivos atributos funcionais, amostradas em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS, Brazil, 2019.....	115
------------	--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APG IV	Angiosperm Phylogeny Group IV
AF	Área Foliar
AFE	Área Foliar Específica
CAP	Circunferência à Altura do Peito
CEL	Clímax Exigente de Luz
CTS	Clímax Tolerante a Sombra
CWM	Matriz de Atributos Ponderado para a Comunidade
CDB	Convenção sobre a Biodiversidade
D	Decídua
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
DCA	Análise de Correspondência Distendida
Dmáx	Diâmetro máximo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FED	Floresta Estacional Decidual
GPSMAP	<i>Global Positioning System</i>
GR	Guildas de Regeneração
HDCF	Herbário do Departamento de Ciências Florestais
Hmáx	Altura Máxima
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IIB	Índice de Invasão Biológica
JBRJ	Jardim Botânico do Rio de Janeiro
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NMDS	Escalonamento Multidimensional Não Métrico
PCA	Análise de Componentes Principais
PCoA	Análise de Coordenadas Principais
R	Software estatístico
RS	Rio Grande do Sul
RDA	Análise de Redundância
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SD	Síndrome de Dispersão
P	Perenifólia
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VI	Valor de Importância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
1.1	OBJETIVO GERAL	27
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
2	REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1	AS FLORESTAS NO CONTEXTO DA AÇÃO ANTROPOGÊNICA.....	29
2.2	RESILIÊNCIA DAS FLORESTAS SECUNDÁRIAS	31
2.3	A FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL E SUA FRAGMENTAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL.....	32
2.4	INVASÃO POR ESPÉCIES ARBÓREAS EXÓTICAS	34
2.5	GRADIENTES AMBIENTAIS DURANTE A SUCESSÃO FLORESTAL.....	39
2.6	ABORDAGENS PARA O ESTUDO DA SUCESSÃO EM FLORESTAS	41
2.6.1	Fitossociologia florestal	41
2.6.2	Diversidade funcional.....	43
2.7	OBJETIVOS E DECISÕES NA ANÁLISE DE DADOS ECOLÓGICOS.....	44
3	METODOLOGIA GERAL.....	47
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	47
3.1.1	Localização geográfica da área.....	47
3.1.2	Clima da região	48
3.1.3	Unidade geomorfológica.....	49
3.1.4	Tipo de Vegetação.....	50
3.1.5	Histórico de uso da área	53
3.2	AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO	53
3.3	COLETA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	55
3.3.1	Propriedades físicas e químicas do solo	55
3.3.2	Porcentagem de pedregosidade	55
3.3.3	Levantamento topográfico	56
3.3.4	Cobertura de dossel	57
3.4	COLETA DOS ATRIBUTOS FUNCIONAIS.....	57
3.4.1	Área foliar e área foliar específica	58
3.4.2	Regime de renovação foliar.....	58
3.4.3	Guildas de regeneração	58
3.4.4	Estratégias de dispersão de sementes.....	59
3.4.5	Altura máxima e diâmetro máximo das espécies no trecho florestal.....	59
4	ARTIGO I - CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, RS, BRASIL	61
4.1	INTRODUÇÃO	62
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	63
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4.4	CONCLUSÃO	74
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
5	ARTIGO II - VARIÁVEIS AMBIENTAIS INFLUENTES NO ESTABELECIMENTO DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM FLORESTA ESTACIONAL, RS.....	79

5.1	INTRODUÇÃO	79
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	80
5.2.1	Área de estudo	80
5.2.2	Amostragem da vegetação	81
5.2.3	Variáveis ambientais	81
5.2.4	Análise dos dados	82
5.3	RESULTADOS	82
5.4	DISCUSSÃO.....	86
5.5	CONCLUSÃO	88
5.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
6	ARTIGO III - INVASÃO BIOLÓGICA POR ESPÉCIES EXÓTICAS EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL - MESOREGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.....	93
6.1	INTRODUÇÃO	94
6.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	95
6.2.1	Localização e caracterização da área de estudo	95
6.2.2	Amostragem da vegetação	96
6.2.3	Coleta das variáveis ambientais	96
6.2.4	Análise dos dados	97
6.3	RESULTADOS	97
6.4	DISCUSSÃO.....	101
6.5	CONCLUSÃO	104
6.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
7	ARTIGO IV - ATRIBUTOS FUNCIONAIS COMO PREDITORES ECOLÓGICOS NA MONTAGEM DA COMUNIDADE ARBÓREA DURANTE A SUCESSÃO SECUNDÁRIA	109
7.1	INTRODUÇÃO	110
7.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	111
7.2.1	Localização e caracterização da área de estudo	111
7.2.2	Determinação dos atributos funcionais	112
7.2.3	Coleta das variáveis ambientais	112
7.2.4	Análise dos dados	113
7.3	RESULTADOS	114
7.4	DISCUSSÃO.....	118
7.5	CONCLUSÃO	121
7.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
8	DISCUSSÃO GERAL.....	125
8.1	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
	APÊNDICES.....	147

1 INTRODUÇÃO

A região sul do Brasil é representada por uma grande riqueza de espécies florestais que, por sua vez, compõem a formação das diferentes áreas fitogeográficas da região subtropical (KLEIN, 1960; 1984; VELOSO; RANGEL-FILHO; LIMA, 1991). Dentre essas formações florestais, a Floresta Estacional Decidual faz parte do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2012) e caracteriza em grande parte a cobertura florestal do estado do Rio Grande do Sul, contribuindo para a diversidade florística desta região (VELOSO; GÓES FILHO, 1982; TEIXEIRA et al., 1986).

No entanto, a intensa intervenção antrópica nos últimos anos contribuiu para um alarmante estado crítico da vegetação (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2018), principalmente no estado do RS, sendo perceptíveis os resultados negativos causados pelo desmatamento, advindo, por exemplo, da exploração madeireira e expansão agrícola (LONGHI et al., 2000; CABRAL, 1999). Isso ocasionou, por sua vez, a fragmentação dos ecossistemas florestais e, conseqüentemente, a redução da cobertura original dessas florestas em pequenos remanescentes florestais no sul do Brasil (LEITE; KLEIN, 1990; KOCK; CORRÊA, 2002; VIBRANS et al., 2013). Além disso, uma das principais causas da fragmentação é a diminuição da biodiversidade local, reduzindo drasticamente a variabilidade genética e influenciando mudanças na composição florística das comunidades arbóreas, principalmente na ocupação de nichos ecológicos pelas espécies exóticas invasoras (WHITMORE, 1997; REIS et al., 1992; ZILLER, 2001; WRIGHT, 2005).

Diante disso, fazem-se necessários estudos que visam à proteção e conservação das espécies arbóreas, uma vez que representam inúmeras condições importantes para o equilíbrio do ambiente (sequestro de carbono, ciclagem de nutrientes, proteção dos recursos hídricos, entre outros) e proporcionam uma ampla abordagem do comportamento do ecossistema frente às mudanças climáticas (DIAS; CABIDO; CASANOVES, 1998). Do mesmo modo, para isso, são necessárias pesquisas relacionadas com os processos ecológicos que determinam a organização das espécies em comunidades arbóreas (WEBB et al., 2002; VIOLLE et al., 2007), avaliando não só a sua composição, estrutura e diversidade mas, também, em conjunto a isso, o funcionamento dos ecossistemas florestais, por meio das respostas das plantas quanto as variáveis ambientais e as diferentes estratégias das espécies em adquirir os recursos disponíveis no

meio ambiente, para o sucesso quanto ao estabelecimento, desenvolvimento e reprodução (GUITAY; NOBLE, 1997; DÍAZ; CABIDO, 2001).

A relação do comportamento das espécies arbóreas a partir de estudos com mensuração dos atributos funcionais vem ganhando ênfase na pesquisa científica, possibilitando, dessa forma, uma interpretação mais detalhada dos mecanismos influenciáveis presentes nas comunidades de espécies florestais (LEBRIJA-TREJOS et al., 2010; WEBB et al., 2010).

Nesse sentido, os atributos funcionais podem ser definidos como as características morfofisiológicas que influenciam o ciclo de vida de uma planta e, a partir da mensuração dos mesmos, é possível agrupar as espécies de acordo com suas funções no ecossistema, diminuindo a complexidade quanto as organizações das espécies em comunidades arbóreas (CORNELISSEN et al., 2003; VIOLLE et al., 2007; GERISCH et al., 2012). Ainda, a partir desse estudo é possível correlacioná-los com o comportamento das espécies perante as suas estratégias ecológicas, obtendo assim, maior entendimento quanto às características determinantes de desempenho das mesmas nos diferentes ecossistemas florestais (POORTER et al., 2008; WRIGHT et al., 2010).

As estratégias ecológicas adquiridas pelas espécies ao longo do tempo, além de adaptações evolutivas, também refletem na superação dos filtros ambientais existentes em determinado local, sendo a similaridade ou a diferença das características morfológicas e das características genéticas grandes aliadas na questão de como são estruturadas as diferentes regiões fitogeográficas (REICH et al., 2003). Além do mais, as variações ambientais e a disponibilidade de recursos podem prever o crescimento e sobrevivência das espécies em dado ambiente, como também, ambas estarem positivamente relacionadas com a maior variação de espécies em uma comunidade vegetal, uma vez que, dessa forma, reunirá um expressivo número de plantas com diferentes exigências nutricionais e, conseqüentemente, vantagem seletiva (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006).

A eficiência da comunidade arbórea por meio da disponibilidade de nutrientes depende tanto da ciclagem de nutrientes como das variáveis climáticas, topográficas, da disponibilidade hídrica e deciduidade (BRITES, 1994; DIAS et al., 2001). Essas condições podem influenciar no desempenho e distribuição de espécies em um determinado habitat, dado que a disponibilidade de nutrientes no solo pela camada orgânica proveniente da serapilheira e a diversidade florística são alguns dos resultados

da associação das espécies com as variações do ambiente (FACELLI; PICKETT, 1991; WEEB et al., 2002).

Pesquisas que visam melhor compreensão dos inúmeros eventos que integram os ecossistemas florestais perturbados, por meio de informações referentes à descrição da vegetação e análise das variáveis ambientais, conjuntamente com as características funcionais, fazem-se necessário para melhor conhecer as estratégias ecológicas e o desenvolvimento das condições adaptativas que resultam na composição de espécies de um ecossistema florestal (CORNELISSEN et al., 2003; RICOTTA et al., 2005; PETCHEY; GASTON, 2006).

Com base no exposto acima, esta tese está estruturada em quatro capítulos, organizada sequencialmente, para testar as seguintes hipóteses:

- ✓ O padrão de desenvolvimento da vegetação pós-distúrbio tende a aproximar-se em sua composição florística com a Floresta Estacional Decidual da região, devido ao seu potencial de resiliência.
- ✓ A organização florística-estrutural das espécies também está relacionada com as variações ambientais presente no trecho florestal.
- ✓ A presença de espécies exóticas está suprimindo a ocorrência das espécies nativas.
- ✓ Os atributos funcionais agrupam as espécies de acordo com suas estratégias ecológicas e partição de seus nichos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar uma comunidade arbórea quanto sua composição, estrutura e diversidade, para relacionar o padrão de coexistência das espécies com a heterogeneidade ambiental e suas respectivas estratégias ecológicas, em um trecho de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual no rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a estrutura fitossociológica da vegetação em estágio de sucessão secundária;
- Determinar quais variáveis ambientais influenciam na abundância das espécies arbóreas no trecho da Floresta;

- Avaliar a presença de espécies exóticas invasoras no componente arbóreo da vegetação;
- Inferir sobre a composição das espécies em grupos ecológicos pela análise dos atributos funcionais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AS FLORESTAS NO CONTEXTO DA AÇÃO ANTROPOGÊNICA

De acordo com Chazdon (2016, pg. 76):

Cada mancha florestal e a paisagem que a circunda têm um passado, um presente e um futuro. Entender os impactos humanos sobre as florestas tropicais abre janelas tanto para o passado quanto para o presente, pois a composição das florestas de hoje reflete os legados de distúrbios florestais que ocorreram muito antes de os cientistas terem começado a estudar as florestas tropicais.

Segundo alguns estudos, em áreas de florestas tropicais, a regeneração ocorreu a 200 anos atrás após serem intensamente cultivadas e densamente povoadas como a agricultura itinerante deixou evidências na composição de espécies arbóreas e na distribuição das classes de tamanho nas florestas úmidas da África, tanto pelo cultivo da palmeira-óleo como pelos povoados da Idade do Ferro (VAN GEMERDEN et al., 2003). Nas américas até 1942 as atividades indígenas modificaram a extensão e a composição das florestas, expandindo campos agrícolas e alterando o relevo com aterros casas e trilhas (DENEVAN, 1992). Nesse sentido, legados de impactos humanos estão dentre os primórdios das alterações na dinâmica das florestas, sendo perceptíveis por meio de estudos vindos da arqueologia, paleoecologia e ecólogos historiadores que juntos revelaram legados de longo prazo deixados pela ocupação humana pré-histórica na estrutura, composição e formações dos ecossistemas (CHAZDON, 2016). Ainda o mesmo autor afirma que a conversão das florestas foi fortemente influenciada pela variabilidade climática que ocorre até hoje, haja vista que a atividade humana e suas práticas culturais relacionaram-se com a variabilidade climática durante o Holoceno inicial e médio, período que influenciou a distribuição das florestas tropicais.

Ainda, na América do Sul, por exemplo, a cobertura florestal apresentou sua expansão no Pleistoceno e contraiu-se no período do Holoceno inicial e médio (BEHLING et al., 2009), aonde a agricultura aplicada por povoados humanos foi expandida para os ambientes mais úmidos e sazonais (BEHLING et al., 2009).

A primeira informação confirmada de modificação da paisagem tropical pela atividade antrópica foi a 49.000 anos atrás, no Pleistoceno, Nova Guiné, sob indícios de acumulação de microcarvão os historiadores identificaram a queima de áreas florestais, bem como a agricultura de roçada durante o Holoceno, transformando a paisagem em áreas agrícolas com fragmentos de florestas em regeneração (SUMMERHAYES et al., 2010). Da mesma forma que dados

polínicos e de carvão fornecem importantes informações sobre a vegetação Subtropical e as mudanças ambientais que ocorreram nos últimos 40 mil anos entre o Pleistoceno tardio e Holoceno, também denominado de Quaternário Tardio (BEHLING et al, 2009).

De maneira geral, a ação antropogênica transformou a paisagem em diversas escalas por diversos períodos de tempo, sendo visíveis os legados do impacto das atividades humanas (OLIVEIRA - FILHO et al., 2004b). Como exemplo no estado do Rio Grande do Sul, as florestas subtropicais foram fortemente devastadas pela imigração europeia, italianos e alemães, na década de 80 (BOLZAN, 2011). Fato este que destinou a ocupação das vastas áreas florestais e sua respectiva fragmentação, para fins agrícolas, exploração madeireira e uso agropecuário em todo o estado (SCHUMACHER et al., 2011).

Segundo dados da Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), nos últimos anos houve diminuição do desmatamento no Rio Grande do Sul. Entre 2016 e 2017 cerca de 201 ha de floresta nativa foram transformadas em áreas para fins antrópicos. Em 2014 e 2015, o desmatamento ocorreu em 252 ha. Em comparação aos dois períodos, os resultados apresentam uma queda de, aproximadamente, 18 % em relação à perda de vegetação nativa.

Prever a cobertura florestal diante das constantes mudanças advindas das ações antropogênicas são de difícil mensuração, uma vez que ter o controle de áreas intactas e, ou em regeneração há necessidade de levantamentos precisos da extensão global de todas as florestas, mesmo que considerado em condição local. Sabe-se pelo menos que durante a pré-história houve diversas formas de modificação da paisagem e consecutiva regeneração das florestas. Pesquisas arqueológicas já identificaram essas transformações a partir do reconhecimento das construções de aterros; complexos de estradas; campos e canais elevados em áreas alagadas; sítios de terraplanagem associados aos rios; caça e queima controlada para manejar florestas (CHAZDON, 2016). Assim, entender os impactos das ações humanas sobre a cobertura florestal requer entendimento que a composição atual das florestas são o reflexo das variações regionais e locais desde a pré-história até o momento atual, tanto relacionado as mudanças climáticas como ações antrópicas. Por isso se faz importante conhecer as trajetórias da regeneração de uma floresta, para manejar e restaurar áreas alteradas e prever mudança de espécies na composição florística decorrentes de alterações climáticas ou mudanças locais.

2.2 RESILIÊNCIA DAS FLORESTAS SECUNDÁRIAS

A conversão da floresta nativa em atividades agrícolas e pecuárias constituem tipos de distúrbios antrópicos ocasionados pela ação antropogênica (CHAZDON et al., 2007). Pela conversão dessas áreas naturais e posterior abandono, com possibilidade de consecutivo restabelecimento da vegetação nativa pela regeneração natural e processo de sucessão, a paisagem formada constitui a floresta secundária (CHOKKALINGAN; JONG, 2001). Já outros autores a denominam como florestas em regeneração, uma vez que o termo secundário implica perda em termos de qualidade e valor quando comparado com as florestas primárias (CHAZDON, 2016).

O termo resiliência é uma característica do ambiente de se reorganizar após um distúrbio natural ou antrópico, com a capacidade de recompor as condições semelhantes quando antes da alteração das suas condições naturais (LOUZADA; SCHLINDWEIN, 1997). De uma forma geral, o processo de sucessão secundária depende diretamente da situação posterior ao distúrbio antrópico, isto é, a resiliência da área vai nortear a velocidade e qualidade da regeneração (CALGARO et al., 2015). Assim, o impacto ocasionado pela atividade antrópica influencia diretamente na resiliência da floresta e quando esta não apresenta um ciclo de regeneração natural, a sucessão pode ser retardada ou alterada por diversos fatores negativos, por exemplo, a ocorrência de espécies exóticas, afetando a característica do sistema ecológico como um todo.

Todavia, as trajetórias de mudanças na floresta podem ocorrer de duas distintas situações, ocasionada por forças da natureza (distúrbios naturais) ou aqueles de atividade humana (distúrbio antrópico). Esses tipos de alterações, no comportamento dinâmico da floresta, podem ser caracterizados de acordo com a expansão espacial, frequência, duração e intensidade (WAIDE; LUGO, 1992), os quais condicionam os padrões estruturais e florísticos em determinada região. A abertura de clareira, vendavais, deslizamento de terra, enchentes, furacões, ciclones e até mesmo incêndios podem ser considerados como fenômeno natural. Por outro lado, os antrópicos são todos aqueles relacionados ao desmatamento, agricultura, criação de gado, extração ilegal de madeira e mineração. Desses tipos de distúrbios, o antrópico é considerado o que mais causa danos sobre a composição de espécies e na velocidade de regeneração (CHAZDON, 2016). Na agricultura, por exemplo, há o revolvimento do solo com perda da fertilidade e das suas camadas orgânicas, perda de cobertura vegetal, que podem comprometer o mosaico de espécies características da fisionomia anterior (MARTINS, 2012).

Ao considerar uma área abandonada pela atividade agrícola, vários fatores vão influenciar no restabelecimento da vegetação nativa, tais como: o banco de sementes do solo,

sementes recém-dispersas até o local, rebrota de tecidos vegetais como cepas e raízes gemíferas, bem como pela presença de uma matriz vegetacional circundante que contribui para a chuva de sementes (MARTINS, 2012). Ainda, de acordo com o Chazdon (2016), a presença da camada superficial do solo; proximidade de fragmentos florestais; rebrota de raízes e troncos; banco de sementes intacto no solo; presença de espécies lenhosas secundárias iniciais e tardias na chuva de sementes; colonização contínua de espécies nativas vindas das áreas circundantes, supressão de gramíneas pela colonização de árvores e arbustos pioneiros; diversidade animal e microbiana (insetos, vertebrados, fungos do solo); proteção contra incêndios frequentes e proteção contra a caça e a retirada excessiva de serapilheira e produtos florestais.

Dentre os exemplos mencionados acima, todos refletem diretamente na capacidade de restabelecimento da vegetação nativa e o conjunto dos mesmos são importantes fatores na reconstituição das florestas em regeneração.

2.3 A FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL E SUA FRAGMENTAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL

A Floresta Estacional Decidual representa a maior área de cobertura arbórea, no estado do Rio Grande do Sul, com transição entre as demais fisionomias da Mata Atlântica e Bioma Pampa (LEITE; KLEIN, 1990; CORDEIRO; HASENACK, 2009). Consiste em uma grande riqueza e diversidade de espécies, associada às múltiplas condições geológicas, topográficas e ecológicas, que caracterizam a região sulina (KLEIN, 1984).

A principal característica é sua estacionalidade climática, na qual, no sul do Brasil devido às baixas temperaturas na estação do inverno (temperatura mensal de até 15 °C), mais de 50 % das espécies de dossel perdem suas folhas pelo processo de hibernação (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991), fato esse que culminou com a denominação regional de Floresta Estacional Subtropical (SHUMACHER et al., 2011). Segundo esses autores a condição fisiológica da perda das folhas está condicionada ao período do inverno, não ao déficit hídrico característico da senescência foliar como nas outras áreas fitogeográficas da Floresta Estacional Decidual.

A ocorrência da Floresta Estacional Decidual abrange as regiões norte, noroeste e depressão central pela vertente na maioria dos rios como nas encostas da Fralda da Serra Geral (REITZ; KLEIN; REIS, 1983; LEITE; KLEIN, 1990) ou mais especificamente, também, no Rebordo do Planalto Meridional (KILCA; LONGHI, 2011). Este, por sua vez, é considerado a

maior área de floresta no estado e representa um importante corredor ecológico para a manutenção da biodiversidade local (SCHUMACHER et al., 2011).

Esta região possui uma composição florística originária dos contingentes fitogeográficos ao Leste da Floresta Atlântica e Oeste pela Bacia Paraná-Uruguai (JARENKOW; WAECHTER, 2001). Apresenta como limite de expansão: ao norte do rebordo nas altitudes superiores que dão encontro a Floresta Ombrófila Mista; ao sul a vegetação Estepe Decidual dissociando-se em tamanhos diferentes de capões; na parte leste abrigando a maior extensão da cobertura vegetal da Floresta Estacional Decidual limitada pela Floresta Ombrófila Densa; e a oeste as baixas altitudes também limitando a formação de capões de Estepe Decidual (KLEIN, 1984; LEITE, 2002; SCHUMACHER et al., 2011).

Associada às margens de rios e áreas declivosas a mesma formação vegetacional, apresenta quatro subformações de acordo com a variação altitudinal, sendo: Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana (IBGE, 2012). A floresta Estacional Decidual Submontana, formação do respectivo estudo, situa-se entre a faixa altitudinal de 30 a 400 m, com o predomínio das espécies *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud., entre outras no dossel descontínuo de até 30 m de altura (IVANAUSKAS; ASSIS, 2012).

No entanto, a Floresta Estacional Decidual foi intensamente fragmentada principalmente pelo crescimento urbano e rural advindo da colonização europeia no início do século XIX, provocando a degradação das áreas contínuas de vegetação em pequenos remanescentes florestais e áreas de vegetação secundária (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991; KILCA; LONGHI, 2011). Por exemplo, na região Norte do estado, 0,30 % e 32,79 %, são consequência do efeito antrópico urbano e rural, respectivamente; região central a de maior antropismo com 0,41 % e 33,30 %; região savana estépica das matas ciliares com 0,09% e 13,47% (CORDEIRO; HASENACK, 2009).

Considerando ainda um estudo detalhado da cobertura vegetal no RS, Cordeiro e Hasenack (2009) subdividiram essa região fitoecológica, em três blocos: norte, região central e ciliar. Para a primeira região do Estado, percorrendo rio Pelotas, Uruguai e Ijuí, da extensão de 17.125,23 km² restam apenas 4,85 % da sua cobertura original que foi drasticamente modificada pela atividade agrícola. Na região central pelas escarpas sul do Planalto Meridional e ao longo dos rios Guaíba e afluentes Jacuí, Taquari, Caí e Sinos com 21.214,82 km² da sua totalidade restam 22,53%. Por último, as formações deciduais ripárias da região Savana-estépica e rio Jacuí são as áreas de maior cobertura com 30,31% de um total de 10.351,78 km². Estima-se

que no estado há menos de um quarto da sua cobertura original, representada por apenas 17,97 % de floresta, equivalente à 48.691,81 km² (CORDEIRO; HASENACK, 2009).

No entanto, de acordo com o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (IFCRS) as áreas de florestas aumentaram devido ao abandono dos locais de difícil acesso e maior conscientização ambiental nos últimos tempos, sendo registrado o uso atual da terra em 13,50 % de florestas naturais em estágio médio e avançado; 4,03 % de áreas em estágios iniciais; 19,11 % de solo exposto e 6,14 % de solo ocupado pela agricultura (RIO GRANDE DO SUL, 2010).

Ainda assim, a perda de hábitat pela fragmentação provoca drásticas mudanças na vegetação predominante tanto na estrutura como na florística (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991). Considerando para a região do Rebordo do Planalto Meridional, com maior cobertura de vegetação estacional, também é a área de maior influência aos efeitos do antropismo rural e urbano.

2.4 INVASÃO POR ESPÉCIES ARBÓREAS EXÓTICAS

Alguns dos relatos sobre o domínio das espécies exóticas começaram em meados do século XIX, pelos naturalistas da época, como Charles Darwin e Joseph Hooker, que registravam em suas viagens a ocorrência de espécies invasoras. Já no século XX, Frank Egler e Herbert Baker publicaram importantes registros sobre as espécies exóticas (RICHARDSON, 2011). Foi Elton (1958) que consagrou o estudo da invasão biológica e reconheceu a necessidade de prever os impactos negativos provocados pelas espécies invasoras.

Na Convenção sobre a Biodiversidade-CDB, por meio do Decreto Legislativo nº2, ficou definido a espécie exótica invasora como:

Organismos que, introduzidas fora da sua área de distribuição natural, ameaçam ecossistemas, habitats ou outras espécies. Possui elevado potencial de dispersão, de colonização e de dominação dos ambientes invadidos, criando, em consequência desse processo, pressão sobre as espécies nativas e, por vezes, a sua própria exclusão (MMA, 2000).

No território brasileiro, já foi registrado, pelos estudos sobre este efeito, foram registrados números alarmantes como relatados por Zeni e Ziller (2011) com identificação de 117 espécies de plantas exóticas de potencial invasor e 108 espécies de plantas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006). O maior registro de espécies exóticas, atualmente para o sul do Brasil, foi no Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, o qual identificou para as

fitofisionomias presentes no estado, a Floresta Ombrófila Densa com 59 espécies, Floresta Ombrófila Mista com 43 espécies e Floresta Estacional Decidual com 28 espécies exóticas (MEYER et al., 2012).

Os maiores registros são encontrados em áreas fragmentadas ou suscetíveis a tal fator de perda de hábitat natural, vindo da conversão do ambiente para o uso e ocupação do solo, proporcionando grandes danos como a perda de biodiversidade e, principalmente, introdução proposital ou acidental de espécies não nativas (ZILLER, 2001).

Dentre as espécies exóticas há ocorrência de *Citrus x limon* (L.) Burm. F., conhecido popularmente como limoeiro, pertence à família Rutaceae (Figura 1). De origem possivelmente da Índia e Paquistão, é amplamente cultivado pelo país para uso doméstico e comercial (LORENZI et al., 2006). Para o estado do Rio Grande do Sul, a espécie não está incluída como exótica invasora, sendo considerada como insuficiente para categorização devido às poucas informações de sua ocorrência no estado. No entanto, a mesma tem grandes chances de ser considerada invasora (SEMA, 2013), uma vez que no sul do Brasil é considerada como uma espécie que causa danos ambientais (INSTITUTO HÓRUS, 2018). Já *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Hovenia dulcis* Thunb., *Tecoma stans* (L.) Juss. ex. Kunth, *Melia azedarach* L., *Morus nigra* L. e *Psidium guajava* L. são consideradas espécies exóticas invasoras (SEMA, 2013).

Figura 1 - Espécie exótica *Citrus x limon* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.



Fonte: adaptado de Lorenzi et al. (2006).

Da família Rosaceae, *Eriobotrya japonica* (Figura 2), de nome popular ameixa ou nêspera, é uma frutífera exótica originária do Japão com cultivo expressivo no Sudeste

brasileiro (LORENZI et al., 2006). Com registros em todas as formações florestais no estado, pertence a categoria 2, cultivo apenas por vias controladas (SEMA, 2013).

Figura 2 - Espécie exótica *Eriobotrya japonica* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.



Fonte: adaptado de Lorenzi et al. (2006).

Popularmente conhecida como uva-do-japão a *Hovenia dulcis* (Figura 3), família Rhamnaceae, é nativa do leste asiático (KOPACHON et al., 1996), com registros de invasão por toda a América do Sul (ZENNI; ZILLER, 2011; REJMÁNEK; RICHARDSON, 2013). Segundo a lista de espécies exóticas invasoras no RS, abrange todas as florestas do estado, considerada uma espécie invasora agressiva na categoria 1, é proibida qualquer manuseio da espécie para fins de reprodução.

Figura 3 - Espécie exótica *Hovenia dulcis* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.



Fonte: adaptado de Lorenzi et al. (2006).

A exótica invasora *Tecoma stans* (Figura 4), da família Bignoniaceae, é conhecida como ipê-de-jardim, muito utilizada como ornamental em centros urbanos, sendo natural do México e porção Sul dos Estados Unidos (EUA), apresenta caráter invasor por competição de nicho com as nativas na sucessão ecológica e sua regeneração prejudica o estabelecimento das mesmas (INSTITUTO HÓRUS, 2018). Consta na categoria 1 e sua distribuição ocorre em todas as formações florestais, bem como nas áreas pioneiras de formação marinha no RS (SEMA, 2013).

Figura 4 - Espécie exótica *Tecoma stans* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Adaptado de Giehl (2019).

Melia azedarach da família Meliaceae (Figura 5), é originária do sul da Ásia com nome popular de cinamomo (EMBRAPA, 1999). É considerada uma invasora de uso em condições controladas sob regulamentação específica, distribuindo-se pelas formações florestais e pioneiras de influência marinha (SEMA, 2013).

Também conhecida como amora-preta (Figura 6), *Morus nigra* da família Moraceae tem registros em todo o Sul do Brasil (INSTITUTO HÓRUS, 2019), porém é nativa da China e Japão (LORENZI et al., 2006). Considerada exótica muito cultivada na região Sul e Sudeste brasileiro. No estado do RS o cultivo da mesma só é possível sob domínio das normas de controle, monitoramento e fiscalização da categoria 2. Apresenta ocorrência na Floresta Estacional Decidual, Estepe e formações pioneiras de influência marinha (SEMA, 2013).

Figura 5 - Espécie exótica *Melia azedarach* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Adaptado de Giehl (2019).

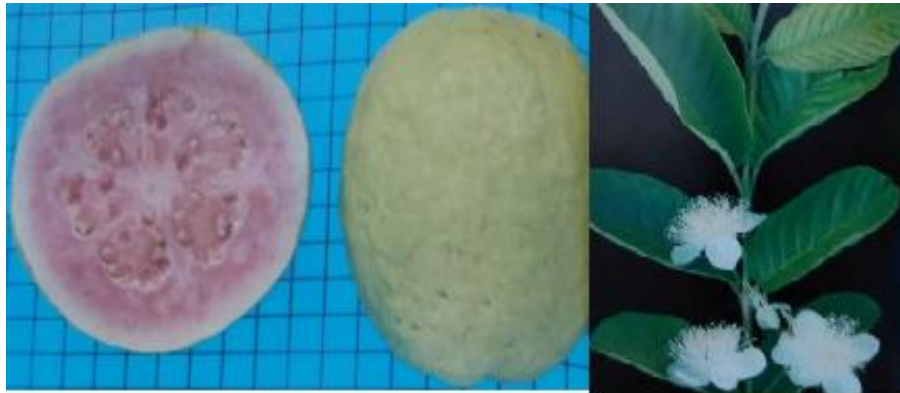
Figura 6 - Espécie exótica *Morus nigra* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.



Fonte: adaptado de Lorenzi et al. (2006).

Psidium guajava pertence à Myrtaceae, popularmente denominada de goiaba (Figura 7), de ocorrência em todo o Brasil (LORENZI et al., 2006). Considerada exótica invasora para o estado do RS (SEMA, 2013), porém sua distribuição originária não é especificada devido sua ampla distribuição e difícil monitoramento de localização, já que a espécie em muitos lugares é considerada exótica naturalizada (LORENZI et al., 2006).

Figura 7 - Espécie exótica *Psidium guajava* com respectiva imagem do fruto e ramo com inflorescência, RS, Brasil, 2019.



Fonte: adaptado de Lorenzi et al. (2006).

Para maiores conhecimentos, muitas publicações de cunho informativo são encontradas no Instituto de Desenvolvimento e Conservação Ambiental sobre os impactos da naturalização de espécies a nível global (INSTITUTO HÓRUS, 2019) e pelo banco de dados “*global invasive species database*”, na qual há uma descrição geral de todas as espécies consideradas exóticas invasoras no Brasil. Junto a isso, recentemente, foi lançado o caderno de resultado sobre as estratégias e políticas públicas pra o controle das espécies exóticas invasoras (SEMA, 2016).

2.5 GRADIENTES AMBIENTAIS DURANTE A SUCESSÃO FLORESTAL

Os efeitos do meio abiótico sobre a complexidade florística têm sido constantemente abordados como ferramenta adicional na explicação de como estão formadas as diversas comunidades arbóreas, auxiliando na diferenciação da fisionomia, estrutura e flora (HIGUCHI et al., 2013; 2014; 2016; CALLEGARO et al., 2018). De um modo geral, afirma-se que a interação entre fatores climáticos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos estão entre os principais responsáveis pela composição e estrutura florística nas diferentes escalas de paisagens (FERREIRA JÚNIOR, SCHAEFER, da SILVA, 2012; SCHAEFER et al., 2015).

As escalas locais são de fundamental importância para entender as diferenças fisionômicas e florísticas dos mosaicos florestais (MARCUIZZO; ARAUJO; LONGHI, 2013; CALLEGARO et al., 2018), principalmente nas condições ambientais e na disponibilidade de recursos após determinado distúrbio, no qual podem ocorrer filtros que influenciam de diferentes formas no estabelecimento, crescimento e recrutamento das espécies. Segundo

Chazdon (2016), altos níveis de radiação luminosa, densidade de fluxo de fótons da radiação fotossintética ativa, elevadas temperaturas do ar e alta demanda evaporativa são características de áreas agrícolas abandonadas e de grandes áreas desmatadas. Tais condições são favoráveis para o estabelecimento e crescimento de espécies pioneiras que iniciam o estágio de sucessão da floresta secundária.

As mudanças sucessionais alteram a diversidade taxonômica e estrutural diante das relações vegetação e ambiente, isto é, a qualidade do sítio e a disponibilidade de recursos estão entre os fatores que respondem de acordo com os efeitos do uso no solo (WILLIAMSON et al., 2012). Dessa forma, a combinação entre a composição de espécies e dos recursos ambientais determinam a qualidade da regeneração florestal, ambos diretamente relacionados com a extensão e intensidade de distúrbio antrópico (CHAZDON, 2016,).

Numa visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais da Mata Atlântica, Ferreira Júnior, Schaefer e da Silva (2012, pg. 141), descreveram um exemplo clássico e de fácil imaginação:

Às vezes, a floresta apresenta-se com árvores mais altas, com maior espessura, sub-bosque mais ralo e mais escuro - você deve estar em uma porção mais plana; outras vezes, o piso da floresta é mais iluminado e você observa que a copa das árvores não forma um teto contínuo sobre sua cabeça- você deve estar em uma encosta; e, por fim, uma floresta com árvores menores e mais próximas umas das outras, em maior número e menor diâmetro – você, provavelmente, conseguiu chegar ao topo do morro. Essas rápidas observações restringem-se somente a fisionomia da floresta.

Porém, a heterogeneidade fisionômica dita pelos autores se dá pela ocorrência de determinadas espécies de plantas encontradas em determinados ambientes, em seus habitats naturais, como observado por Souza et al. (2015) em Floresta Estacional Decidual a ocorrência da vegetação se deu de acordo com a variação de uma área em topossequência.

Já outros fatores ambientais, também, são de suma importância na distribuição espacial das espécies florestais, como luminosidade, temperatura, histórico de perturbação e variações químicas e físicas do solo (FERREIRA JÚNIOR, SCHAEFER, da SILVA, 2012; SCHAEFER et al., 2015). Nesse sentido, buscar elucidar as diferentes interações que ocorrem em uma escala de paisagem enriquece estudos com informações de como estão estruturadas as complexas formações florestais, norteando resultados mais concisos que permitem além de caracterizar de forma fisionômica a diversidade florística, permite identificar a resiliência de uma floresta diante da sua estrutura como um todo.

2.6 ABORDAGENS PARA O ESTUDO DA SUCESSÃO EM FLORESTAS

2.6.1 Fitossociologia florestal

A fitossociologia é o ramo da Ecologia Vegetal com base na descrição e compreensão das relações entre as espécies florestais na comunidade e suas interações com o ambiente (RODRIGUES; GANDOLFI, 1998; GIEHL; BUDKE, 2011). Para tanto, é necessária a interpretação de análise referente à estrutura horizontal e vertical da floresta e, assim, inferir no desenvolvimento da respectiva comunidade arbórea (LONGHI et al., 2000).

Para descrever e caracterizar os diferentes trechos de floresta existem métodos qualitativos e quantitativos de amostragem. Alguns são por meio da confecção de listas florísticas que compõem a fisionomia dos diferentes biomas, outros realizam a coleta da estrutura da vegetação com critérios pré-estabelecidos visando padronizar metodologia, eg. limite mínimo de inclusão para um indivíduo ser amostrado e altura para a medição da circunferência do tronco (MORO; MARTINS, 2011).

Os métodos para o levantamento das comunidades arbóreas são diversos e comumente usados de diferentes maneiras, geralmente chamado método de amostragem de área fixa ou variável (FELFILI et al., 2011a). O método por parcelas é o mais utilizado, retangulares de área fixa, considerado o melhor controle de informações e acompanhamento de processos dinâmicos (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997; FELFILI et al., 2011a). Este método também facilita a coleta de dados com objetivo de correlacionar a vegetação estabelecida com o gradiente ambiental, tais como: variável topográfica, propriedades químicas e físicas do solo (MORO; MARTINS, 2013).

A estrutura horizontal refere-se à distribuição das espécies pelos parâmetros de densidade, frequência, dominância e valor de importância. A densidade é o número de indivíduos amostrados para cada espécie por unidade de área em ha; frequência está relacionada com a distribuição espacial das espécies pela proporção de unidades amostrais que foi registrada a ocorrência dos indivíduos; dominância é a área ocupada pelos indivíduos dada pelas projeções das copas das árvores, mas como existe relação entre o diâmetro da copa e o DAP, pela facilidade de cálculo, a dominância pode ser pela soma das áreas basais de todos os indivíduos de uma mesma espécie, sendo as espécies de maiores áreas basais com grande dominância relativa; valor de importância é a média do somatório das variáveis densidade relativa, frequência relativa e dominância relativa, diferenciando as espécies mais importantes na comunidade pelo maior número de indivíduos amostrados, pelas maiores áreas basais ou pela

distribuição espacial (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974; MORO; MARTINS, 2013).

A estrutura vertical, por sua vez, indica a ocupação das espécies nos diferentes estratos da floresta (LONGHI et al., 2000). Sua interpretação pode ser dada pelo histograma de frequência com as alturas classificadas em classes para toda a comunidade, cuja análise é extremamente importante, uma vez que espécies compondo os diferentes estratos garante que as mesmas estão exercendo papel fundamental na estrutura e dinâmica da comunidade vegetal.

Além desses parâmetros da análise fitossociológica, eg. distribuição das espécies e suas populações em classes de tamanho em DAP, os mesmos permitem compreender o estágio de desenvolvimento da floresta por meio das flutuações e estabilidade da comunidade, em análises de dinâmica da comunidade arbórea. O padrão mais observado para as florestas heterogêneas estáveis é o modelo exponencial negativo, conhecido também como padrão J-invertido, aonde um maior número de indivíduos encontra-se nas classes menores de DAP e vai decrescendo para as classes maiores (DURIGAN, 2012).

Ainda é possível no âmbito da fitossociologia calcular os índices de diversidade de uma comunidade vegetal (GASTAUER; MEIRA-NETO; 2015), utilizando a medida de riqueza que é o número de espécies encontradas na amostragem total (GOTELLI; COLWELL, 2011), de suma importância para o planejamento e monitoramento dos ecossistemas florestais. Também é importante a análise da diversidade de espécies, cujo índice de diversidade mais amplamente utilizado é o índice de *Shannon* e, quanto maior o valor deste índice mais diversa é a floresta (MAGURRAN, 2013). Para a avaliação da uniformidade quanto a abundância das espécies dentro da comunidade o índice mais aplicado é a Equabilidade de Pielou que varia de zero a um e, quanto maior o mesmo for representado maior a dominância ecológica das espécies e a heterogeneidade florística (GAUSTAUER; MEIRA-NETO, 2015).

Para tanto, em levantamentos fitossociológicos além de existir uma gama de metodologias na coleta de dados de vegetação, levando em consideração a variação temporal, estacional e as variáveis ambientais, o esforço amostral representa a riqueza da comunidade arbórea e sua eficiência na representação florística. Sendo este de suma importância na determinação do método a ser aplicado, uma vez que o mesmo varia em número de indivíduos (MAGURRAN; HENDERSON, 2003; GASTAUER; MEIRA-NETO, 2013). Segundo Felfili et al. (2011a), para estimar a riqueza em determinado ambiente é aconselhável usar maior número de unidades amostrais ao longo de um gradiente ambiental, maximizando a variância dentro da amostra. Ainda, a padronização do esforço amostral se faz necessário para comparar levantamentos fitossociológicos entre si.

2.6.2 Diversidade funcional

A variação e a distribuição dos atributos funcionais na comunidade, além de suas interações entre as espécies é, atualmente, reconhecida como uma nova abordagem na ecologia de comunidades, denominada de diversidade funcional (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009). Esta nova linha de pesquisa, retrata a coexistência das espécies e suas características ecológicas, de um modo geral, sobre o funcionamento do ecossistema (DURIGAN, 2012; MAGURRAN, 2013).

É pelos estudos de diversidade funcional que se podem enfatizar as diferenças fenotípicas entre as espécies e de como essas características variam dentro da comunidade, a partir de um filtro regional, *pool* espécies, ou filtro ambiental (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009; WEIHER, 2011; BARALATO et al., 2012). De acordo com Chazdon (2016), por exemplo, a história de vida e os atributos funcionais das espécies pioneiras são características que norteiam a performance das mesmas em colonizar e se estabelecer em ambientes com alta disponibilidade de luz, assim como no decorrer dos estágios sucessionais, as pertencentes a outras guildas de regeneração conseguem se desenvolver no mesmo ambiente. O mesmo autor ainda afirma que (pg. 219): “as características funcionais de plântulas, mudas e árvores podem ser fortes determinantes das taxas demográficas que direcionam as mudanças na composição de espécies durante a regeneração florestal”.

Para a interpretação da diversidade funcional em uma comunidade arbórea, usam-se os atributos funcionais mais importantes que estejam refletindo nos processos ecológicos daquele ambiente, tanto pela resposta das plantas aos filtros ambientais, que pode restringir ou não a sua distribuição espacial, como nas estratégias das mesmas quanto ao estabelecimento, reprodução e sobrevivência (GAUSTAUER; MEIRA-NETO, 2015). Nesse sentido, a correlação dos traços funcionais com a aptidão ecológica das espécies aprimora o conhecimento da forma de funcionamento das áreas florestais, uma vez que esta associação relaciona-se com a presença ou ausência de determinada planta nas diferentes condições ambientais (REICH et al., 2003, POORTER et al., 2008).

As características foliares (área foliar e área foliar específica) apresentam importantes associações para o hábito da planta, em grande parte, com relação às taxas de crescimento, com os níveis de exigências nutricionais, longevidade foliar e com a capacidade fotossintética, uma vez que a folha é responsável pelas trocas gasosas com o ambiente e com a capacidade de absorção luminosa (CORNELISSEN et al., 2003; POORTER et al., 2008). O regime de renovação foliar representa a condição plena da planta em se adaptar as diferentes mudanças

locais e temporais como, por exemplo, as variações de temperatura e a disponibilidade hídrica, refletindo, desse modo, nas taxas fotossintéticas, nas taxas de concentração de nutrientes foliar e, conseqüentemente, nas taxas de sobrevivência e no crescimento relativo (REICH et al., 2003; WRIGTH, 2004; POORTER, 2009). Além disso, a longevidade foliar é um importante mecanismo na disponibilidade de nutrientes no solo pela formação e decomposição da serapilheira (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). A característica do diásporo, aqui se referindo especificamente a síndrome de dispersão, está associada com a capacidade de deslocamento dos propágulos a qual favorece a flutuação genética entre as populações e a colonização das espécies em novas áreas (VAN DER PILJ, 1982). A característica morfológica, altura máxima, refere-se à condição e variação de cada espécie arbórea em absorver os feixes lumínicos e o diâmetro máximo reflete no suporte mecânico da planta (CORNELISSEN et al. 2003). Ambos influenciam no crescimento, desenvolvimento e sobrevivência da planta nos estágios sucessionais da comunidade arbórea (POORTER et al., 2008; CHAVE et al., 2009; AMEZTEGUI et al., 2016).

2.7 OBJETIVOS E DECISÕES NA ANÁLISE DE DADOS ECOLÓGICOS

A aplicação da análise multivariada em estudos com variáveis ecológicas foi desenvolvida para explorar a relação das espécies arbóreas na estrutura da comunidade. Sendo possível, de certa forma, explicar a composição e estrutura de populações e a influência do gradiente ambiental na distribuição espacial da comunidade arbórea. Essas análises interpretarem um grande conjunto de dados dos levantamentos florísticos por meio de matrizes de dados qualitativos e quantitativos (PALMER, 2005; FELFILI et al., 2011b).

Dentre as técnicas disponíveis para sintetizar o banco de dados de acordo com a similaridade de associação e de correlação com as variáveis, basicamente, pode ser dividida em dois grandes grupos: técnicas de classificação e de ordenação (KENT; BALLARD, 1988).

A análise de classificação visa agrupar as espécies, de acordo com alguma semelhança que diferencia cada grupo, reduzindo a complexidade dos dados e possibilitando detectar algum tipo de conjunto de espécies que compartilham as mesmas estratégias ecológicas (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; McGARIGAL; PALMER, 2005). Dentre as principais técnicas de classificação da vegetação, a análise de agrupamento, ou também chamada de análise de Cluster, é o método mais empregado atualmente com uso do método hierárquico da mínima variância (WARD) e o agrupamento por média não ponderada (UPGMA) (FÁVERO et al.,

2015; CALLEGARO; ARAÚJO; LONGHI, 2014; CALLEGARO; LONGHI, 2013; MARCUZZO; ARAÚJO; LONGHI, 2013; SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2015).

O segundo grupo de técnicas estatísticas visam organizar o conjunto de dados ao longo de eixos de um diagrama para verificar a máxima similaridade da composição florística e a correlação das espécies com as variáveis ambientais (KENT; COKER, 1992; FELFILI; REZENDE, 2003; FELFILI et al., 2007). Das principais técnicas de ordenação: NMDS (Escalonamento Multidimensional Não Métrico), PCA (Análise de Componentes Principais), PCoA (Análise de Coordenadas Principais) e DCA (Análise de Correspondência Distendida) trabalham com matrizes de distância para analisar indiretamente o perfil da vegetação na comunidade arbórea, como verificar diretamente as variações ambientais sobre a distribuição dessas espécies ao longo do gradiente analisado (FELFILI et al., 2011b). Todas essas análises também têm por objetivo verificar a relação da vegetação com o ambiente (KENT; COKER; 1992; PALMER, 2005).

Conhecidas como técnicas em distâncias, a NMDS e PCoA, são utilizadas quando se deseja analisar a similaridade de um conjunto de dados (FELFILI et al., 2011b). A primeira ordenação, método não paramétrico, é o resultado de duas ou mais dimensões com o ranqueamento das distâncias de acordo com a similaridade dos pontos em cada eixo (BABWETEERA; BROWN, 2009). A partir do valor do STRESS (*Standard Residuals Sum of Squares*) da análise é avaliada a adequabilidade da interpretação (OKSANEN, 2010). Este coeficiente apresenta variação a cada sequência na tentativa da NMDS, quanto menor for seu valor, melhor será a qualidade do ajuste. A PCoA, por sua vez, é representada pelas distâncias entre as variáveis em uma dimensão reduzida. Oposto a PCA, esta ordenação pode ser utilizada qualquer coeficiente de dissimilaridade e não só a distância euclidiana como na PCA (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). Sua interpretação é considerada pelos seus autovetores que também são os scores, utilizados para ordenar as variáveis (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). A DCA é uma técnica baseada em autoanálises, aplicada para uma distribuição não linear e unimodal, ordenando a matriz de variáveis em um conjunto de dados correlacionados, delineando grupos de espécies (FELFILI et al., 2011b).

Além dessas análises clássicas utilizadas na ecologia de vegetação, as mesmas também são usadas na ecologia funcional, visando melhor descrever a matriz de dados. Exemplo disso é a CWM-RDA (KLEYER et al., 2012), uma análise de redundância utilizando uma matriz com a média dos atributos funcionais por parcela, ponderada para a comunidade arbórea e uma matriz de dados ambientais. Com esta função a principal questão a ser resolvida são as relações dos atributos-ambiente em nível de comunidade, isto é, ela é considerada como a unidade de

observação. Neste caso, uma matriz de atributos é construída pela média dos mesmos por parcela e analisada com a tabela das variáveis ambientais. Para mais detalhes desta análise multivariada, recomenda-se Kleyer et al. (2012).

Nesse sentido, visando descrever os padrões da composição, estrutura e da distribuição testando possíveis relações entre variação na vegetação e fatores ambientais, várias técnicas foram desenvolvidas possibilitando ao pesquisador a oportunidade de explorar e interpretar, de forma objetiva, o resultado dos seus estudos (FELFILI et al., 2011b). No entanto, considerando a complexidade das comunidades arbóreas, descrever a vegetação usando a técnica de classificação e, posteriormente, ordenar cada grupo separadamente, ou vice-versa, são formas de formular e testar as hipóteses do banco de dados (PALMER, 2005, MATTEUCCI; COLMA, 1982). Da mesma forma, os dois métodos de análise multivariada, classificação e ordenação, são complementares ao analisar a vegetação e sempre devem ser empregados da melhor forma que possa explicar os dados, evitando assim distorções (KENT; COKER, 1992).

3 METODOLOGIA GERAL

3.1 ÁREA DE ESTUDO

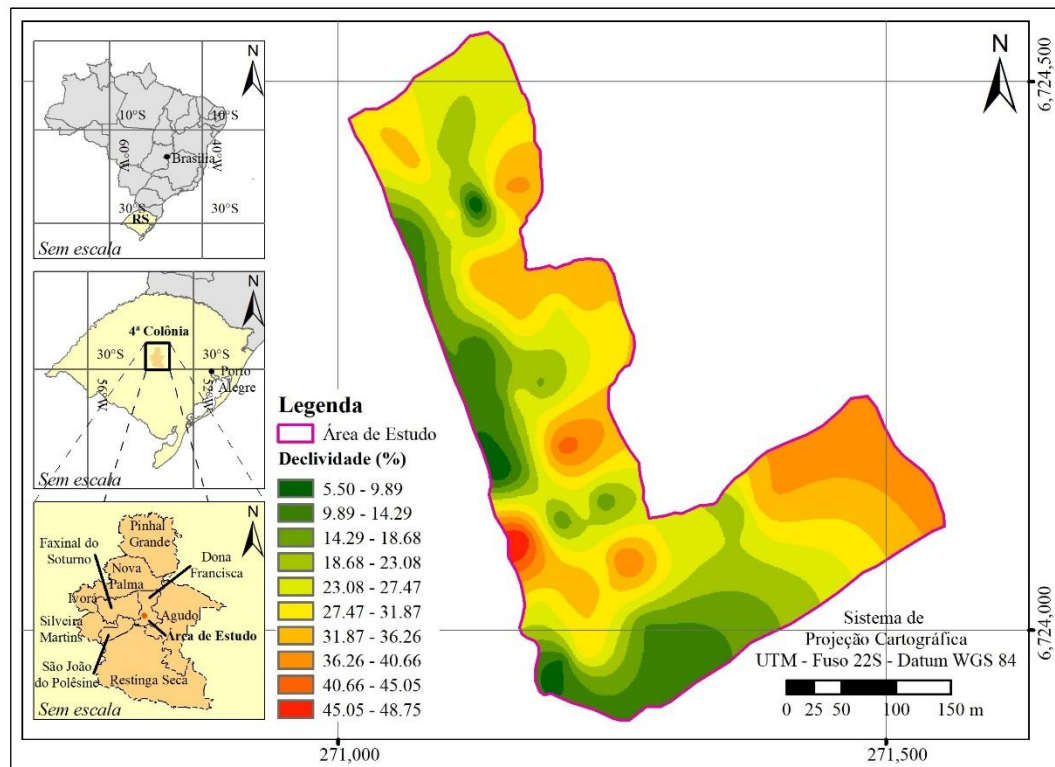
3.1.1 Localização geográfica da área

O presente estudo foi realizado na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, no município de Dona Francisca, região da Quarta Colônia de Imigração Italiana. A Quarta Colônia foi assim denominada na década de 1980, pelo quarto processo de imigração italiana, a qual corresponde atualmente os municípios de São João do Polêsine, Faxinal do Soturno, Agudo, Dona Francisca, Restinga Seca, Nova Palma, Ivorá, Pinhal Grande e Silveira Martins (BOLZAN, 2011).

A região caracteriza-se pela agricultura familiar, principalmente pequena propriedade, com área de até 4 módulos fiscais (BRASIL, 2012). Dentre as principais culturas da região destacam-se a rizicultura e fumicultura, além da criação de gado para a subsistência. Observa-se, nesse sentido, uma matriz agrícola expansiva sobre as topossequências da região, muitas vezes acima de 45°, o que é proibido segundo a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, nº 12.651/2012, uma vez que são áreas consideradas como Área de Preservação Permanente (APP), e, se já antropizadas anteriormente ao ano de 2008, como consolidada (BRASIL, 2012). No entanto, quando a propriedade particular sob relevo ondulado a forte ondulado, refletiu no passado, em avançar ao máximo as áreas de encostas de morros para os cultivos agrícolas ou pastagens e, conseqüentemente, obteve-se a diminuição dos remanescentes de vegetação nativa, atualmente, encontrados em encostas declivosas.

A área de estudo apresenta, aproximadamente, área total de 7 ha, nas coordenadas 29°35'19.19"S e 53°21'47.63"O (Figura 8). O trecho florestal está inserido numa matriz agrícola e pecuária, onde a direita tem-se o cultivo de soja, à esquerda a fumicultura e a criação de gado em pequena escala. A maior altitude verificada para o terreno correspondeu, aproximadamente a 193,5 m na porção central da área, e a menor altitude foi de 112 m na base da encosta. A declividade média foi representada com declives a partir de 5,5 % e declives fortes de até 48,7 %, sendo, nesse caso, possível caracterizar a topografia do terreno como relevo ondulado a forte ondulado (SANTOS et al., 2013; IBGE, 2015). Além das condições de relevo, a área florestal, também está protegido pela mesma lei, por apresentar duas vertentes naturais na parte central e um curso d'água de largura máxima a 1m, o qual recorta no sentido leste/oeste, localizado na extremidade superior da área de encosta.

Figura 8 – Localização geográfica e representação da área de estudo com a respectiva declividade em Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, Quarta Colônia, RS, Brasil, 2019.



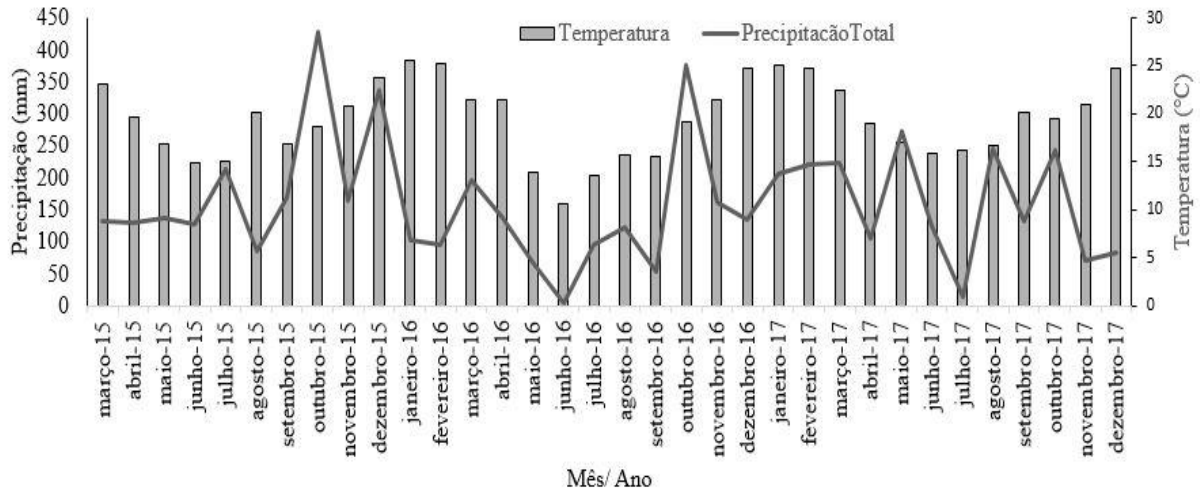
Fonte: Autora.

3.1.2 Clima da região

Segundo a classificação climática de Köppen (1936), atualizada por Alvares et al. (2013), o clima na região da Depressão Central é o Subtropical úmido (Cfa), com duas estações do ano bem definidas e chuvas igualmente distribuídas durante todos os meses do ano. No verão as chuvas são provenientes da interferência dos ventos alísios úmidos e no inverno pela Massa Polar Atlântica e Pacífica, apresentando precipitação com valores mensais superiores a 60 mm (MORENO, 1961). A temperatura no mês de Julho varia em torno de $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ caracterizando-se por ser o mais frio. Já o mês mais quente é Janeiro, no qual as maiores diferenças térmicas são registradas, apresentando temperatura superior a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ALVARES et al., 2013).

Pela Figura 9, é possível verificar as variações climáticas referentes à temperatura mensal e precipitação total obtida na Estação Meteorológica de Santa Maria (INMET, 2019). Pela proximidade da estação ao município de estudo, esta foi usada como referência às condições meteorológicas durante o período de realização do projeto de pesquisa.

Figura 9 - Variação meteorológica de temperatura (°C) e precipitação total (mm) durante o período de três anos, março de 2015 a dezembro 2017, como referência ao clima da região, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Adaptado de INMET (2019).

3.1.3 Unidade geomorfológica

A classificação geomorfológica, para o estado, segundo IBGE (1986) é definida em seis regiões: Planalto das Missões, Planalto das Araucárias, Planalto da Campanha Gaúcha, Depressão Central, Planalto Sul Riograndense e Planície Costeira. A transição entre o relevo escarpado do Planalto Vulcânico com as rochas sedimentares da Depressão Central, da Bacia do Paraná, definiu a unidade geomorfológica na qual está localizada a área do respectivo estudo como Rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul, com geomorfologia decorrente ao relevo de escarpas abruptas, vales profundos, com morros, e planícies aluviais (ROBAINA et al., 2011; PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Esta formação percorre a orientação Nordeste de escarpas frente ao Oceano Atlântico, formação Serra do Mar, de maiores altitudes no estado, e a face meridional ao longo da Depressão Central, cuja Formação Botucatu e Formação Serra Geral revestem as rochas de arenito nas encostas, caracterizando o rebordo mais suave de uma escarpa recuada com morros ressaltos de bordas e patamares estruturais.

O relevo é forte ondulado (declividade entre 20 e 50 %) a escarpado (declividade superior a 75 %), definindo a paisagem atual desde a fragmentação do continente Gondwânico durante o Cretáceo Inferior. Evento este que originou a gênese do rebordo do planalto pelo rebaixamento e soerguimento das falhas e fraturas nas rochas vulcânicas ácidas, riólito e

riodacito, e básicas, basaltos e andesitos (ROBAINA et al., 2011; PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Na região do rebordo do Planalto, a relação do solo e vegetação é caracterizada em cinco diferentes compartimentos geomórficos: os topos de morros de maiores altitudes com relevo suave ondulado a plano, com inclinação máxima de 8 % e solos geralmente rasos de formação proveniente das rochas vulcânicas; áreas de escarpas com declividade superior a 75 %, com ampla variedade de classes de solos formados de rochas vulcânicas e alta pedregosidade; os patamares onde o relevo varia de suave a forte ondulado em que a declividade está representada entre 3 e 45 %, com solos de origens vulcânicas e sedimentares; as encostas com declividade superior a 45 % e inferior a 75 %, as quais apresentam solos de origens vulcânicas da formação Serra Geral e sedimentares da Formação Botucatu, de solos rasos com forte porcentagem de calhaus e matacões; e coxilhas de sopé que apresentam um relevo ondulado a suave com declividade inferior a 45 %, de solos profundos e rasos, formados pelo intemperismo das rochas sedimentares (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Da mesma forma, a variação espacial dos solos, em toda a extensão do rebordo, é relacionada às características do relevo local, das rochas vulcânicas e da capacidade de drenagem superficial. Em estudos já realizados em alguns dos municípios, da região da Quarta Colônia, foi possível verificar todos os compartimentos geomórficos bem como a variabilidade de solos, em áreas de topos de morros, escarpas, patamares, encostas e coxilhas de sopé com ampla variedade de classes como Neossolos, Nitossolos, Argissolos, Cambissolos, Luvisolos, entre outros solos nas paisagens do rebordo (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

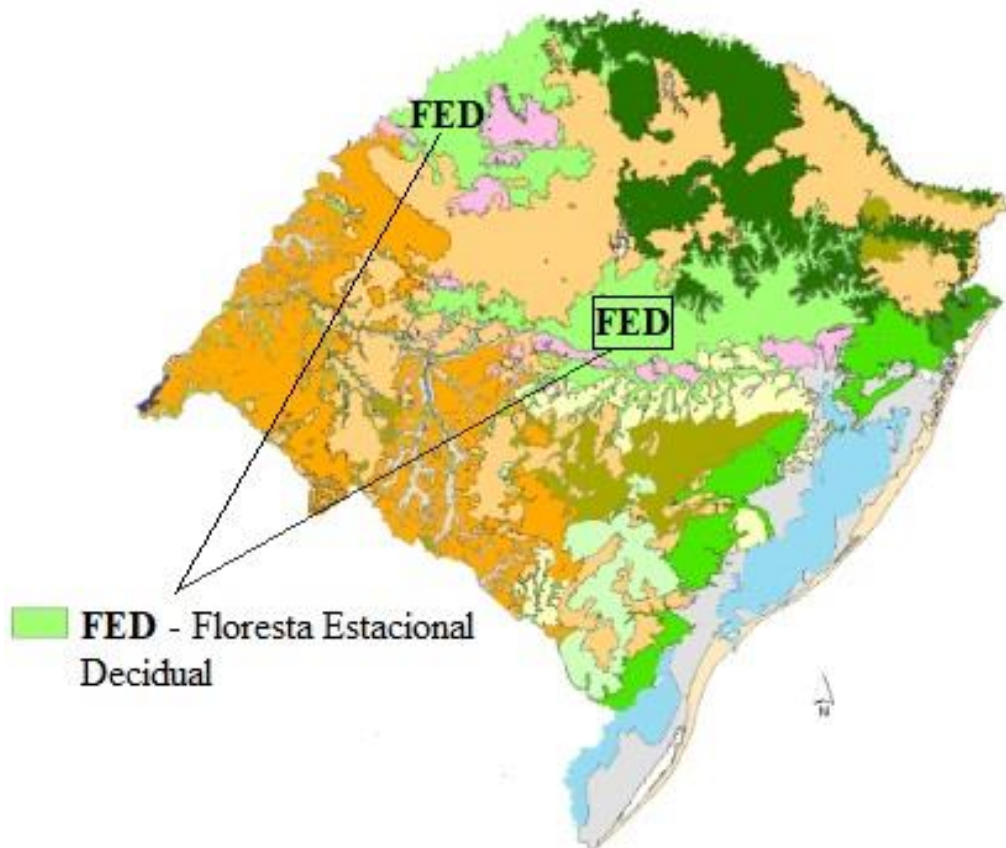
Na área de estudo, foi possível observar um tipo de compartimento geomórfico, caracterizado como encosta. As variações da declividade foram observadas de forma crescente no sentido na inclinação oeste para leste do terreno.

3.1.4 Tipo de Vegetação

A fitofisionomia da área, inserida na bacia do rio Jacuí, classifica-se como Floresta Estacional Decidual (Figura 10), segundo o Sistema Fisionômico-ecológico estabelecido no Manual Técnico da Vegetação (IBGE, 2012). Esta classificação caracteriza-se pela presença de espécies caducifólias, isto é, mais de 50 % dos indivíduos apresentam senescência foliar em determinada época do ano (inverno). Uma estratégia ecológica das espécies em superar as baixas temperaturas inferiores a 15 °C, fato esse que culminou na denominação regional para a vegetação como Floresta Estacional Subtropical (SHUMACHER et al., 2011), uma vez que a

estacionalidade é a principal condicionante no processo de hibernação ocasionada pelas reações hormonais na planta (LEITE; KLEIN, 1990).

Figura 10 - Unidades de Vegetação da Floresta Estacional Decidual no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 2019. (Sigla com contorno refere-se à localização da fisionomia estudada).



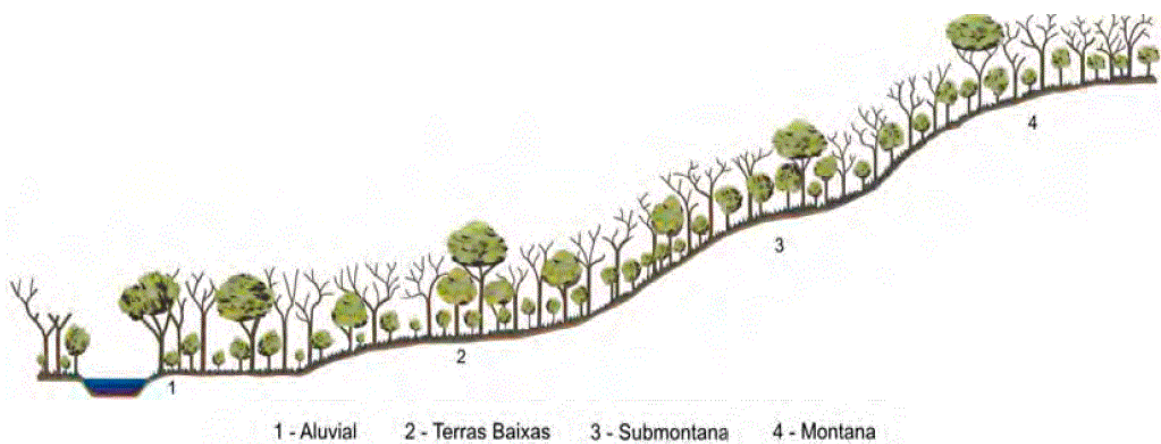
Fonte: Adaptado de FEPAM (2015).

Nesta fitofisionomia, no estado do RS, a formação é proveniente da rota migratória das espécies decíduas a leste pela porta de Torres e a oeste da Bacia do Paraná-Uruguai em direção ao centro do estado (RAMBO, 1956). Esta última percorre a formação vegetacional da Bacia do rio Jacuí, alcançando diferentes posições sociológicas no decorrer do estágio de sucessão da floresta, tais como o estrato emergente, estrato intermediário e sub-bosque, os quais compõem a riqueza florística local com destaque as espécies arbóreas: *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud., *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg., *Allophylus edulis* (A.St-Hil.et.al.) Hieron. ex Niederl., *Sorocea*

bonplandii (Baill.) W.C.Burger et.al. e *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (RAMBO, 1956; LEITE; KLEIN, 1990; IBGE, 2012).

O trecho florestal em estudo é caracterizado como formação Submontana (Figura 11), uma vez que a mesma ocorre nas variações altitudinais entre 30 a 400m (KLEIN, 1984; IBGE, 2012).

Figura 11 - Perfil esquemático da Floresta Estacional Decidual e suas diferentes formações, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Veloso, Rangel Filho e Lima (1991)

No contexto geral do Rebordo do Planalto Meridional, as áreas de Floresta Estacional apresentam-se fragmentadas em porções disjuntas às situações de atividades antrópicas, principalmente pelo avanço das fronteiras agrícolas e abandono posterior à improdutividade, devido, principalmente ao baixo rendimento agrícola ou esgotamento da fertilidade do solo (KILCA; LONGHI, 2011; SCIPIONI et al., 2011). Diante do exposto, a área florestal selecionada neste estudo, caracteriza-se como floresta secundária regenerada naturalmente, uma vez que sofreu abandono após conversão da floresta primária para fins de produção agrícola. De acordo com a Resolução CONAMA N°33 de 1994, a área está em estágio intermediário a avançado de regeneração, considerando a formação de um dossel descontínuo e fechado com espécies ocupando o estrato emergente, de altura máxima até 22 m e diâmetro a altura do peito (DAP) superior a 15,7 cm, destacando a riqueza florística das espécies da família Lauraceae, Sapindaceae, Boraginaceae, Fabaceae, Meliaceae, Moraceae e Malvaceae.

3.1.5 Histórico de uso da área

O trecho de Floresta Estacional Decidual situa-se em propriedade particular e apresenta como histórico de perturbação antrópica a atividade de corte raso da vegetação, uso de queimada para limpeza de resíduos e revolvimento da cobertura do solo com aplicação de fertilizantes químicos.

A conversão da floresta primária ocorreu a mais ou menos 50 anos atrás, para fins de agricultura convencional, principalmente a fumicultura. Fato esse que comprova algumas espécies arbóreas na área, principalmente, espécies da família Lauraceae, pela capacidade de rebrota após o corte, no qual muitos indivíduos arbóreos foram amostrados. Também, é possível verificar, dentro do trecho, as estradas já abandonadas cobertas sob vegetação.

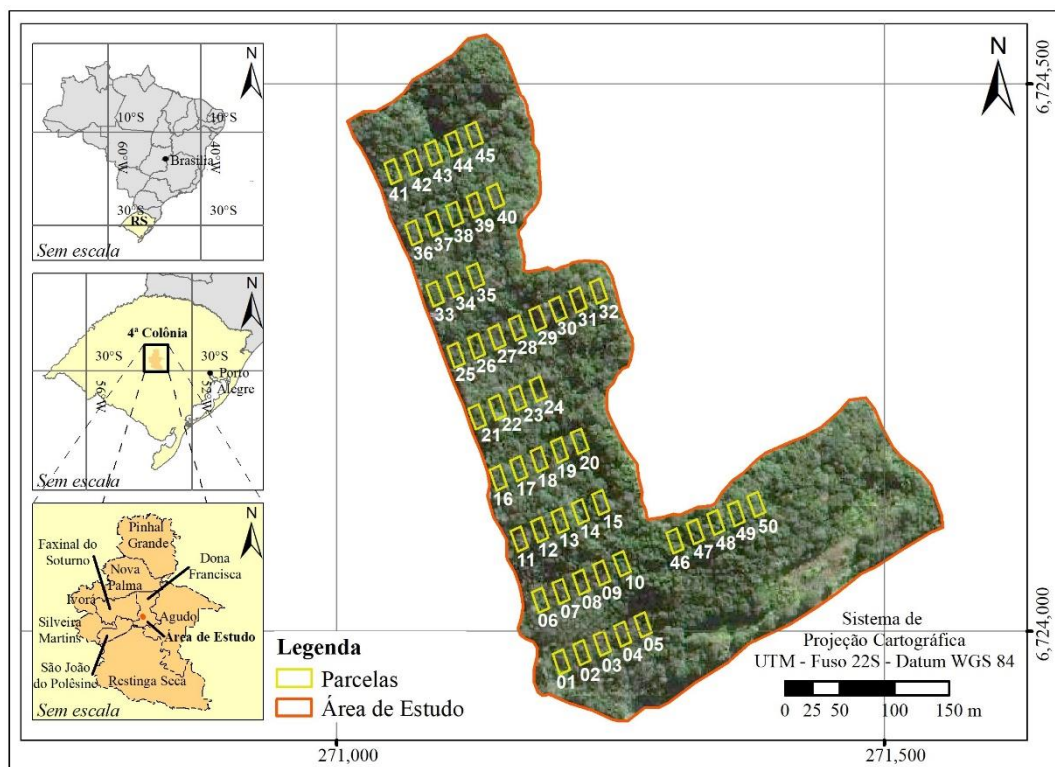
Além disso, foi verificado como distúrbio natural um deslizamento de terra de comprimento aproximadamente na largura do trecho florestal, com inclinação acima de 25 %, provocado provavelmente pela erosão hídrica, no ano de 2015, devido ao intenso período de chuvas registrado no mesmo ano (Figura 9). No entanto, supõe-se que o agravante para a ocorrência deste deslizamento é a presença de lavoura no seu entorno, o que torna a área suscetível aos processos naturais. Este processo de deslizamento provocou a abertura de clareira na vegetação, possibilitando a regeneração de espécies e aumento da heterogeneidade ambiental na floresta. Todavia, pode implicar na mudança da florística, uma vez que torna a área mais suscetível a invasão biológica por *Hovenia dulcis*, considerando a presença desta em fragmentos próximos e no próprio trecho florestal. Salienta-se que a localização do deslizamento não interferiu na amostragem da vegetação.

3.2 AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

Foi utilizado o método de área fixa para amostragem sistemática da vegetação. Foram instaladas 50 parcelas permanentes, sentido borda/interior, de dimensões 10 m x 20 m (200 m²), distanciadas 10 m uma da outra e dispostas paralelamente em direção ao topo da encosta, em 10 transeções distanciadas 40 m entre si, totalizando uma área amostral de 1 ha (Figura 12). O número de parcelas em cada faixa foi determinado pela largura do trecho florestal. As parcelas foram assim definidas com o objetivo de melhor amostrar os gradientes ambientais, as variações florísticos e estruturais da vegetação, uma vez que parcelas retangulares produzem este efeito sob o universo amostral (HIGUCHI; SANTOS; JARDIM, 1982; FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005; FELFILI et al., 2011a).

O processo de levantamento florístico e fitossociológico ocorreu no período de abril à novembro de 2016, sendo dois meses para a instalação das parcelas e o restante para a medição arbórea. Na instalação das parcelas utilizou-se uma bússola para a localização geográfica N/S e L/O, balizas para a correção da declividade, trena de 20 m e 50 m para as medições de distâncias, facão para a limpeza da área. Os canos de PVC foram usados para demarcar os quatro vértices de cada parcela, pintados de cor amarelo ou vermelho para distinguir as unidades amostrais dentro de cada faixa. Além disso, também foram coletadas as coordenadas espaciais com ajuda do Global Positioning System (GPSMAP 76CSx), em cada vértice das parcelas, para a formação de uma rede de pontos usados na construção do mapa de localização.

Figura 12 – Localização da área de estudo e disposição das 50 parcelas em 10 faixas paralelas no trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

Em cada parcela utilizou-se como critério de inclusão dos indivíduos arbóreos a circunferência na altura do peito (CAP), medido a 1,30 m do solo, igual ou maior a 15,7 cm. Os mesmos foram medidos com fita métrica e marcados com plaquetas de alumínio numeradas em ordinais crescentes. Os indivíduos bifurcados abaixo de 1,30 cm, isto é, com múltiplos CAP's, foram amostrados quando a raiz quadrada da soma dos quadrados apresentasse

circunferência igual ou maior que 15,7 cm. A altura dos indivíduos únicos foi estimada utilizando uma régua graduada em metros e quando bifurcados a altura foi estimada a altura do fuste mais alto.

Todos os indivíduos amostrados foram identificados *in loco* ou quando não possível, coletou-se o material botânico, fértil ou estéril, com auxílio de podão, e encaminhado à consulta de especialistas e bibliografia especializada (SOBRAL, 2013), sendo posteriormente levadas ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) no qual foram incorporadas as exsiccatas férteis. As espécies foram identificadas a nível de família, seguindo a classificação da Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016) e sua nomenclatura conferida na Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2018).

3.3 COLETA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

3.3.1 Propriedades físicas e químicas do solo

O levantamento das propriedades do solo foi realizado a partir da coleta simples de cinco amostras de solo em todas as parcelas, sendo quatro coletas em cada vértice da parcela de 200 m² e uma no centro da mesma, a uma profundidade de 0 a 20 cm, com auxílio de uma pá de corte. As amostras simples foram homogeneizadas em balde e, posteriormente, transformadas em uma amostra composta, embaladas em sacos plásticos devidamente identificados de acordo com o número da parcela, totalizando 50 amostras de solo. Para as propriedades químicas, quantificou-se o pH, Fósforo, Potássio, matéria orgânica, Alumínio, Cálcio, Magnésio, acidez potencial, CTC efetiva, CTC a pH 7, saturação por bases e saturação por alumínio. Para análise física do solo foi determinada a granulometria pelos teores de areia, silte e argila usando o método de pipeta (EMBRAPA, 2011).

As amostras de solos foram enviadas aos respectivos laboratórios de análise química e física do departamento de solos da UFSM. As análises seguiram o padrão estabelecido pelo Manual de Métodos de Análise de Solos (EMBRAPA, 2011). Os resultados de análises químicas e físicas podem ser visualizados nos Apêndices A e B.

3.3.2 Porcentagem de pedregosidade

Sendo considerada uma variável importante para a capacidade de uso do solo pelas espécies vegetais, observou a presença de pedregosidade referente aos calhaus (2 - 20 cm de

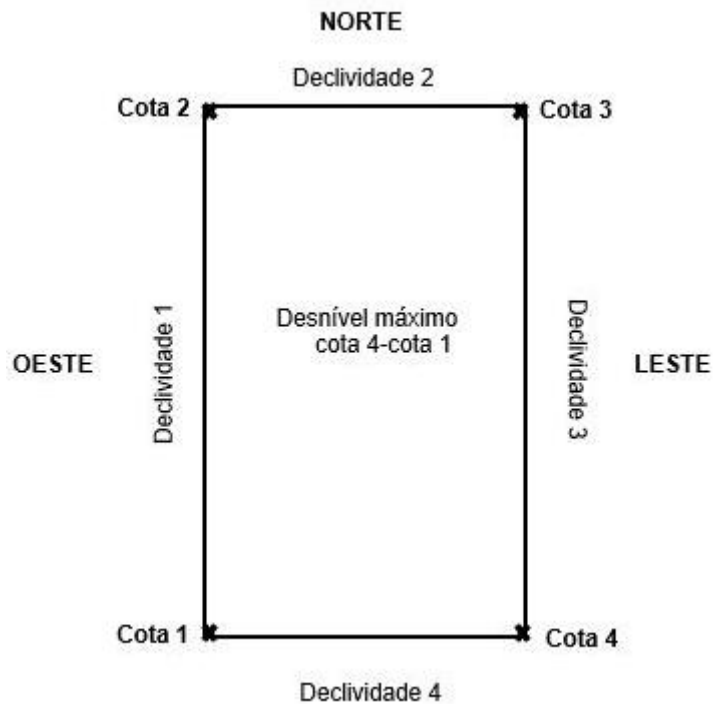
diâmetro) e matacões (20 - 100 cm de diâmetro). Assim, as classes de pedregosidade são definidas de acordo com a metodologia adaptada de Santos (2013): não pedregosa: não há calhaus e matacões na superfície ou na massa do solo; ligeiramente pedregosa quando a presença de pedregosidade é esparsamente distribuída representando menos de 1 % de ocupação na massa do solo; modernamente pedregosa em que calhaus e matacões estão entre 1 a 3 % na superfície do terreno e ou na massa do solo; pedregosa quando ocorrem calhaus ou matacões de 3 a 15 % na massa do solo ou superfície do terreno; superfície muito pedregosa geralmente quando os calhaus e matacões representam 15 a 50 % de ocupação na massa do solo; extremamente pedregosa quando a ocupação de calhaus e matacões, na massa do solo ou na superfície do terreno, entre 50 a 90 %. As duas últimas classes não foram determinadas, uma vez que quando muito pedregosa ou extremamente pedregosa é inviável a prática da agricultura convencional, não sendo o caso do histórico de uso na área em anos anteriores.

Nesse sentido, a porcentagem de pedregosidade foi obtida visualmente por caminhamento dentro de cada parcela e classificada a porcentagem relativa de calhaus ou matacões, atribuindo classes de 1 a 4. Classe 1 - a superfície do terreno não apresenta calhaus e matacões; classe 2 - superfície do terreno ligeiramente pedregosa; classe 3 - calhaus e matacões distanciados 1,5 a 10 m na superfície; classe 4 - superfície do terreno pedregosa (Apêndice C).

3.3.3 Levantamento topográfico

A caracterização topográfica foi realizada usando como referencial teórico a metodologia de Oliveira-Filho (1994a), na qual se determinam três variáveis da posição do relevo: cota média (m), desnível máximo (m) e declividade média (%). As variáveis foram calculadas, em cada parcela, com auxílio do *Global Positioning System* (GPSMAP 76CSx) e clinômetro de *Suunto*. A cota média foi considerada como a média das quatro altitudes obtidas em cada vértice da parcela, o desnível máximo como a diferença entre a maior e menor cota de cada parcela, resultando na maior distância vertical da parcela. A declividade média foi obtida pela média das declividades dos quatro lados da parcela retangular (Figura 13). Os dados do levantamento topográfico estão no Apêndice D.

Figura 13 - Representação do levantamento topográfico em cada parcela de dimensão 10 m x 20 m, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

3.3.4 Cobertura de dossel

Foi obtida utilizando o densiômetro esférico côncavo, modelo A, o qual permite obter de forma indireta a incidência espectral da luminosidade no interior da floresta. Assim, com quatro leituras no sentido norte, sul, leste e oeste no centro de cada parcela, a uma distância de 1 m da superfície do solo, determinou-se a porcentagem de cobertura de dossel (LEMMON, 1957). Apêndice E.

3.4 COLETA DOS ATRIBUTOS FUNCIONAIS

Após o levantamento das espécies arbóreas e cálculo dos parâmetros fitossociológicos, as espécies com maior valor de importância (VI = somatório dos valores da densidade relativa, da frequência relativa e da dominância relativa), que representaram aproximadamente 80 % da cobertura vegetal (CORNELISSEN et al., 2003; PEREZ - HARGUINDEGUY et al., 2013), foram selecionadas para a análise dos seus atributos funcionais. Dessas espécies foram mensurados os seguintes atributos funcionais: área foliar, área foliar específica, altura máxima, diâmetro máximo, guildas de regeneração, síndrome de dispersão de propágulos, regime de

renovação foliar (Apêndice F). Para os atributos foliares e variáveis dendrométricas, foi utilizado protocolo de coleta e análises já estabelecidas em literatura e para o restante dos atributos revisão de literatura especializada, detalhados a seguir.

3.4.1 Área foliar e área foliar específica

Utilizou-se o protocolo sugerido por Perez- Harguindeguy et al. (2013), para a coleta de 20 folhas (simples ou compostas, incluindo pecíolo e raques) em cada um dos 10 indivíduos por espécie, retiradas no terço mediano da copa, utilizando como critério a interceptação luminosa do dossel (folhas com incidência de luz), preferencialmente as sadias (CORNELISSEN et al., 2003).

As folhas, em campo, foram armazenadas em sacos plásticos fechados, para evitar a perda de água. Posteriormente, em laboratório, utilizando uma máquina fotográfica acoplada a uma mesa, as folhas foram digitalizadas e o processamento das imagens ocorreu pelo programa *ImageJ* (RASBAND, 2007), no qual resultou na obtenção da área foliar (cm²). Após este processo, as folhas foram trituradas e armazenadas em sacos de papel, levadas a uma estufa com temperatura de 60°C para secagem e permanecendo até a obtenção do peso seco constante. As folhas secas foram pesadas em uma balança analítica de precisão de 0,01 g. A determinação da área foliar específica (cm²/g) partiu do cálculo entre a razão da área foliar e a massa seca das folhas (ou folíolos) de cada indivíduo.

3.4.2 Regime de renovação foliar

Foi considerado para este atributo funcional a condição da planta em relação a queda foliar por meio de revisão de literatura (LORENZI, 1998; 2000; CARVALHO, 2003), sendo decíduas quando perdem mais de 50% das folhas ou perenifólias aquelas que não sofrem senescência foliar durante o inverno.

3.4.3 Guildas de regeneração

As espécies foram classificadas em: Pioneiras (P) - quando necessitam de luz durante toda a fase vital; Clímax Exigente de Luz (CEL) - as espécies que na fase de germinação se estabelecem sob a sombra, mas para chegar ao dossel precisam de luminosidade; Clímax

Tolerante a Sombra (CTS) - são as espécies que germinam e crescem sem a exigência de luz direta (SWAINE; WHITMORE, 1988; OLIVEIRA - FILHO et al., 1994b).

3.4.4 Estratégias de dispersão de sementes

Foram classificadas de acordo com a capacidade em dispersar seus frutos e sementes: espécies zoocóricas, quando os animais são os principais dispersores de propágulos; anemocóricas, aquelas dispersas pelo vento quando as sementes ou frutos apresentam mecanismos que possibilitam a flutuação e, por sua vez, espécies autocóricas que apresentam frutos deiscentes o qual libera as sementes via abertura da própria cápsula (VAN DER PILJ, 1982).

3.4.5 Altura máxima e diâmetro máximo das espécies no trecho florestal

Determinada mediante a altura e DAP dos 10 maiores indivíduos da espécie e realizada a média das variáveis dendrométricas (CORNELISSEN et al., 2003; PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). A altura foi considerada como o atributo funcional representado pela distância do tecido fotossintético superior da copa até a base do solo (CORNELISSEN et al., 2003).

4 ARTIGO I - CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM UM TRECHO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, RS, BRASIL

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a composição florística e estrutural em um trecho de Floresta secundária, no município de Dona Francisca, RS. Foram instaladas 50 parcelas permanentes com dimensão 10 m x 20 m, de modo sistemático, distanciadas 10 m entre si e 40 m entre faixas, totalizando 1 ha. Foram amostrados todos os indivíduos que apresentassem CAP \geq 15,7 cm e calculado os estimadores fitossociológicos. Foi realizada a curva de acumulação de espécie para verificar a suficiência amostral. Para o cálculo de diversidade e dominância, utilizou-se o Índice de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (J'). Para a riqueza potencial utilizou-se os estimadores não paramétricos *Jackknife*. Avaliou-se a composição florística e estrutural por meio da Análise de Correspondência Distendida (DCA). Verificou-se, também, a distribuição diamétrica e hipsométrica da comunidade arbórea e para as espécies nativas com valor de importância acima de 5 %, a distribuição em classes de DAP. As análises estatísticas foram realizadas no programa R. Foram identificadas 65 espécies arbóreas e arbustivas com 2.045 indivíduos distribuídas em 31 famílias botânicas. As espécies com valor de importância acima de 5 % foram *Casearia sylvestris* (14,04 %), *Nectandra lanceolata* (12,86 %), *Cupania vernalis* (9,58 %), *Guarea macrophylla* (7,29 %) e *Ocotea puberula* (5,07 %). Os valores para a diversidade e dominância foram, respectivamente, de 2,91 nats.ind⁻¹ e 0,69, indicando que a área possui baixa diversidade e elevada dominância de poucas espécies. Pela DCA é possível verificar que as parcelas estão distribuídas homoganeamente no trecho florestal. A distribuição diamétrica representou o esperado para a comunidade arbórea com tendência ao J-invertido e a maioria das árvores apresentaram altura que caracterizam o estrato intermediário da floresta. Das cinco espécies analisadas apenas *Nectandra lanceolata* e *Ocotea puberula* não apresentaram curva exponencial negativa. Foi possível observar que há um predomínio de indivíduos nas primeiras classes de DAP e altura, o que caracteriza a resiliência da área após distúrbio.

Palavras-chave: Estimadores fitossociológicos; Shannon (H') e Pielou (J'); Método de Spiegel

Abstract

The objective of the study was to evaluate the floristic and structural composition of an area located in a section of secondary Forest, in the municipality of Dona Francisca, RS. To this end, 50 permanent plots with a dimension of 10 x 20 m (200 m²) were installed in a systematic way, 10 m apart and 40 m between tracks, totaling 1 ha. All individuals with CAP \geq 15.7 cm, were identified and sampled and the phytosociological estimators were calculated. The species accumulation curve was used to verify the sample adequacy. For the calculation of diversity and dominance estimators, the Shannon Index (H') and Pielou Equability (J') were used. Subsequently, the floristic and structural composition was evaluated through the Distributed Correspondence Analysis (DCA). It was also verified the diameter and histopic distribution of the tree community, and for the species, with importance value above 5%, the distribution in classes of DAP. Statistical analyzes were performed in the R program. 65 tree and shrub species

were identified with 2,045 individuals distributed in 31 botanical families. The species with a value of importance above 5 % were *Casearia sylvestris* (14, 04 %), *Nectandra lanceolata* (12, 86 %), *Cupania vernalis* (9, 58 %), *Guarea macrophylla* (7, 29 %) and *Ocotea puberula* (5.07 %). The values for diversity and dominance were, respectively, 2.91 nats.ind⁻¹ and 0.69, indicating that the area has low diversity and dominance of few species and that by DCA it is possible to verify that the plots are homogeneously distributed in the forest. The diameter distribution represented the expected behavior for the arboreal community with J-inverted tendency and the majority of the trees presented height concentrated in the middle stratum of the forest. Of the five species analyzed only *Nectandra lanceolata* and *Ocotea puberula* did not present negative exponential curve. It was possible to observe the mosaic of tree species distributed in the forest section. In addition, there is a predominance of individuals in the first classes of DBH and height, which characterizes the resilience of the area after the disturbance and its capacity for natural recovery.

Keywords: Estimators Phytosociological; Shannon (H') and Pielou (J'); Spiegel method

4.1 INTRODUÇÃO

A Floresta Estacional Decidual representa uma grande diversidade de espécies que distribuem-se pelo estado, compondo a caracterização florística dos 553 tipos de arvoretas, árvores e palmeiras da fisionomia vegetal (SOBRAL et al., 2013). Porém, como consequência à fragmentação, a mesma tipologia está fortemente associada ao predomínio da atividade agropecuária seguido do corte raso ou seletivo da vegetação. Atualmente, encontra-se em pequenos remanescentes que resultaram do abandono devido à dificuldade de acesso, principalmente nas áreas mais íngremes do relevo no rebordo do Planalto Meridional. Aliado a isso, ocorreu perda de espécies que compõem a fisionomia e composição florística.

Decorrente desse processo de mudança da paisagem natural da tipologia no estado, inúmeros trabalhos foram realizados descrevendo a atual composição florística e capacidade de resiliência da vegetação secundária, como observado no livro Schumacher et al., (2011). Para isso, são indispensáveis os estimadores de riqueza, abundância e diversidade, como parâmetros no diagnóstico florístico e estrutural da composição de espécies, sendo estas fundamentais para compreender o processo de dinâmica florestal (GASTAUER; MEIRA-NETO, 2015).

Por sua vez, ao considerar os processos da dinâmica florestal, o novo paradigma ecológico trouxe a dispensa dos preceitos clássicos da sucessão, a qual era vigente a partir de estudo da composição e estrutura das florestas maduras a definição de apenas um clímax único para todos os ecossistemas florestais (COOK, 1996; PICKETT; OSFELD, 1994; MARTINS, 2012). Nesse caso, em áreas que sofreram distúrbios antrópicos, é essencial compreender que as mesmas tendem a apresentar múltiplos estágios sucessionais até a sua reestruturação. Desse

modo, a partir dos múltiplos caminhos é que deverá ser considerado o mosaico estabelecido pela fisionomia predominante da vegetação (GANDOLFI, MARTINS; RODRIGUES, 2007; MARTINS, 2012).

Nesse sentido, são de grande importância os estudos com enfoque na vegetação arbórea estabelecida em áreas que sofreram algum distúrbio, assim como análise dos processos ecológicos que definem a sua estrutura. A floresta vai responder de maneira diferente ao estágio de sucessão em que se dispõem, de acordo com as características ou adaptações ecológicas predominantes naquele mesmo ambiente.

Considerando o exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a vegetação florestal estabelecida em uma área de encosta de Floresta Estacional Decidual na região central do estado do Rio Grande do Sul, após corte raso, visando analisar sua composição e estrutura para entender o processo de sucessão da vegetação modificada pela interferência antrópica.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um trecho de Floresta Estacional Decidual, considerado secundário em estágio de regeneração médio a avançado segundo classificação do CONAMA (1994), no município de Dona Francisca, nas coordenadas 29°35'19.19"S e 53°21'47.63"O, Rio Grande do Sul. A área apresenta aproximadamente 7 ha, com altitude média de 153 m. O clima predominante da região, segundo a classificação de Alvarez et al. (2013), é considerado do tipo Cfa - Subtropical úmido, com duas estações do ano bem definidas, o inverno com temperatura máxima de 18°C e verão com temperaturas superiores a 22°C e chuvas bem distribuídas o ano todo.

No entorno do trecho florestal há o predomínio da agricultura de subsistência, sendo a área de estudo pertencente à propriedade particular. O histórico de degradação foi, principalmente, no passado, quando ocorreu o corte raso da vegetação para a agricultura. Após, houve o abandono da área, possibilitando o restabelecimento da vegetação nativa.

O trecho possui uma heterogeneidade ambiental representada por nascentes, curso d'água e topografia com relevo ondulado a forte ondulado. Os solos da região são classificados em Argissolos e Cambissolos associados a Neossolos, bem como um compartimento geomórfico classificado como encosta (PEDRON et al., 2007; PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Para o levantamento florístico e estudo fitossociológico foram instaladas 50 parcelas permanentes em 10 faixas paralelas no sentido base ao topo da encosta, de dimensões 10 x 20

m (200 m²). As parcelas foram alocadas sistematicamente, sendo distanciadas 10 m entre si e 40 m entre as faixas, amostrando 1 ha de floresta.

Na amostragem, todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com CAP (circunferência à altura do peito, medido a 1,30 m do solo) maior ou igual a 15,7 cm, foram marcados com placas de alumínio numeradas em ordinais crescentes. Desses indivíduos mensurou-se, com auxílio de uma fita métrica, a circunferência para posterior transformação do DAP (diâmetro a altura do peito) e a altura foi estimada com auxílio de uma régua graduada em metros. Os indivíduos que apresentavam bifurcação abaixo de 1,30 m, incluídos na amostragem, foram aqueles cujos diâmetros obtidos pela raiz quadrada da soma do quadrado das circunferências, apresentassem circunferência maior ou igual a 15,7 cm.

As espécies foram identificadas *in loco* e quando não possível foi coletado material botânico, fértil ou estéril, e encaminhado à consulta de especialistas ou comparado à literatura de Sobral et al. (2013) e Lorenzi et al. (2006), no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) na Universidade Federal de Santa Maria. As espécies foram identificadas a nível de família sendo classificadas de acordo com a APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016) e o nome científico atualizado conforme a Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2019).

Visando verificar a suficiência amostral foi elaborada a curva de acumulação de espécies, a partir de uma matriz formada pela densidade das espécies por parcela, utilizando a técnica de aleatorização com 1000 interações. Para estimar a riqueza potencial de toda a área, utilizou-se os estimadores não paramétricos *Jackknife* de primeira e segunda ordem. O estimador *Jackknife* 1, estima a riqueza pelo número de espécies que ocorrem em uma parcela, ao passo que o *Jackknife* 2 considera a riqueza total do número de espécies entre duas parcelas (BURNHAM; OVERTON, 1978; HELTSHE; FORRESTOR, 1983).

Foi determinada a estrutura horizontal da comunidade arbórea pelo cálculo dos estimadores clássicos da fitossociologia: densidade absoluta, densidade relativa, dominância absoluta, dominância relativa, frequência absoluta, frequência relativa e valor de importância relativo (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Para o cálculo da diversidade florística e dominância das espécies foram utilizados o índice de diversidade de Shannon (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J') (BROWER; ZAR, 1984).

Para avaliar a diversidade foi comparado a composição florística estrutural da comunidade arbórea pela Análise de Correspondência Distendida (DCA) por meio da ordenação das parcelas, utilizando a densidade das espécies com mais de cinco indivíduos, as

quais passaram pela transformação logarítmica $\log(x+1)$ para diminuir a discrepância entre os dados (FELFILI et al., 2011).

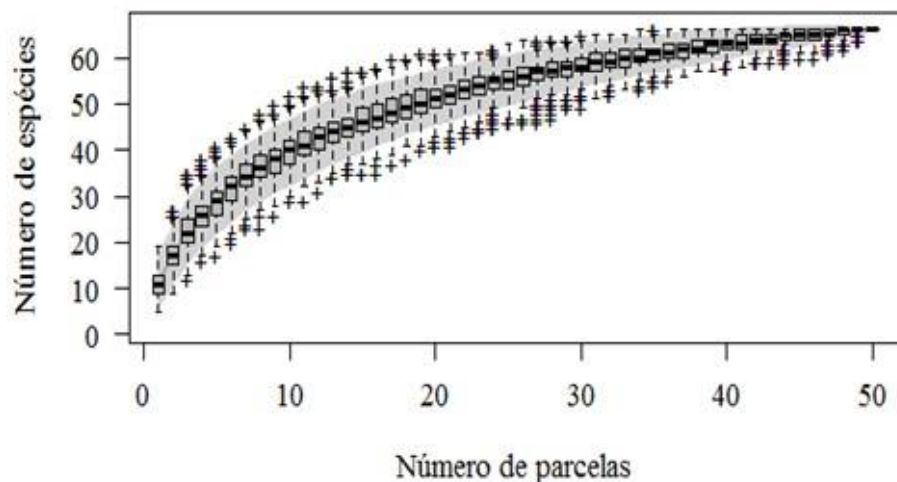
A estrutura diamétrica foi calculada para toda a comunidade como também para as populações com valor de importância (VI) superior a 5%, determinando as classes de DAP pelo método de Spiegel. O mesmo modelo foi utilizado para determinar os intervalos de classe (IC) na estrutura vertical (FELFILI; RESENDE, 2003). Para as classes diamétricas de todo o componente arbóreo foram realizados ajustes nas frequências, utilizando a equação de Meyer e realizado o cálculo do Quociente de Liocourt, de acordo com a metodologia de Schneider e Finger (2000).

As análises foram realizadas no programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019), utilizando o pacote *Vegan* (OKSANEN, 2019).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suficiência amostral representada pela curva de acumulação de espécies tendeu à estabilidade quando o ingresso de novas espécies não interferiu mais na representação florística. Assim, a amostragem foi adequada na área, uma vez que com a inclusão da última parcela obteve-se um aumento de 2,39 do número de espécie, a qual representou 3,62 % das espécies amostradas (Figura 1).

Figura 1 - Curva de acumulação de espécies da comunidade arbórea em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

Os estimadores de riqueza *Jackknife* de primeira e segunda ordem, para o total de espécies, representaram a riqueza estimada e potencial da amostragem, respectivamente de 72,37 % e 78,74 %, o que correspondeu a 91 e 83 espécies. Esse valor foi suficiente para demonstrar que 70% de todas as espécies amostradas podem ser estimadas para o trecho florestal. Do mesmo modo que a diferença entre a riqueza estimada e potencial reflete nas mudanças da vegetação devido a ação antrópica.

Foram identificadas 65 espécies arbóreas e arbustivas, sendo sete espécies exóticas e uma pteridófita, distribuídas em 31 famílias botânicas com 2.045 indivíduos arbóreos de DAP ≥ 5 cm (Tabela 1). Dentre as espécies arbóreas, dois indivíduos não foram identificados por inexistência de material reprodutivo no período do levantamento e identificação da vegetação.

Tabela 1 - Composição florística amostrada em um trecho de Floresta Estacional Decidual, em ordem decrescente do Valor de importância para cada espécie, RS, 2019.

(Continua)

Espécie	Família	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Casearia sylvestris</i> Sw. ¹	Salicaceae	505	24,69	2,90	8,70	98	8,73	14,04
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees ¹	Lauraceae	170	8,31	8,14	24,39	66	5,88	12,86
<i>Cupania vernalis</i> Cambess. ¹	Sapindaceae	293	14,33	2,07	6,21	92	8,20	9,58
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl ¹	Meliaceae	195	9,54	1,74	5,21	80	7,13	7,29
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb. ²	Rhamnaceae	85	4,16	3,27	9,80	54	4,81	6,26
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees ¹	Lauraceae	51	2,49	2,75	8,25	50	4,46	5,07
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart. ¹	Meliaceae	48	2,35	1,38	4,14	44	3,92	3,47
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. ¹	Sapindaceae	76	3,72	0,69	2,07	40	3,57	3,12
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl. ¹	Fabaceae	76	3,72	0,48	1,44	46	4,10	3,09
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez ¹	Lauraceae	27	1,32	1,61	4,82	28	2,50	2,88
<i>Allophylus edulis</i> (A.St- Hil.et.al.) Hieron. ex Niederl. ¹	Sapindaceae	59	2,89	0,40	1,20	42	3,74	2,61
<i>Cedrela fissilis</i> Vell. ¹	Meliaceae	36	1,76	0,77	2,30	32	2,85	2,30
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr. ¹	Fabaceae	44	2,15	0,49	1,47	36	3,21	2,28
<i>Inga marginata</i> Willd. ¹	Fabaceae	47	2,30	0,46	1,38	34	3,03	2,24
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq. ¹	Moraceae	12	0,59	1,03	3,07	10	0,89	1,52
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell. ¹	Boraginaceae	17	0,83	0,27	0,80	22	1,96	1,20
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.)Müll.Arg. ¹	Euphorbiaceae	17	0,83	0,05	0,14	28	2,50	1,16
<i>Casearia decandra</i> Jacq. ¹	Salicaceae	13	0,64	0,54	1,62	10	0,89	1,05

Tabela 1 - Composição florística amostrada em um trecho de Floresta Estacional Decidual, em ordem decrescente do Valor de importância para cada espécie, RS, 2019.

(Continuação)

Espécie	Família	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud. ¹	Boraginaceae	14	0,68	0,28	0,85	18	1,60	1,05
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton ¹	Fabaceae	16	0,78	0,06	0,19	18	1,60	0,86
<i>Annona neosalicifolia</i> H. Rainer ¹	Annonaceae	10	0,49	0,16	0,48	16	1,43	0,80
<i>Ficus</i> sp. ¹	Moraceae	5	0,24	0,65	1,96	2	0,18	0,80
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam. ¹	Rutaceae	10	0,49	0,15	0,44	16	1,43	0,78
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq. ¹	Ebenaceae	11	0,54	0,04	0,13	16	1,43	0,70
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg.	Myrtaceae	13	0,64	0,09	0,28	12	1,07	0,66
<i>Banara tomentosa</i> Clos ¹	Salicaceae	12	0,59	0,04	0,12	14	1,25	0,65
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf. ¹	Cyatheaceae	2	0,10	0,49	1,47	4	0,36	0,64
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc. ¹	Malvaceae	16	0,78	0,19	0,58	6	0,53	0,63
<i>Aiouea saligna</i> Meisn. ¹	Lauraceae	9	0,44	0,23	0,69	8	0,71	0,61
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg. ¹	Myrtaceae	12	0,59	0,05	0,15	12	1,07	0,60
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan ¹	Fabaceae	16	0,78	0,14	0,41	6	0,53	0,58
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão ¹	Fabaceae	9	0,44	0,11	0,34	10	0,89	0,56
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hill. & Tul. ¹	Rutaceae	9	0,44	0,04	0,12	10	0,89	0,48
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et.al. ¹	Moraceae	6	0,29	0,02	0,07	12	1,07	0,48
<i>Erythrina falcata</i> Benth. ¹	Fabaceae	5	0,24	0,23	0,70	4	0,36	0,43
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman ¹	Arecaceae	5	0,24	0,05	0,15	10	0,89	0,43
<i>Phytolacca dioica</i> L. ¹	Phytolaccaceae	5	0,24	0,20	0,60	4	0,36	0,40
<i>Eugenia involucrata</i> DC. ¹	Myrtaceae	7	0,34	0,04	0,12	8	0,71	0,39
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex. Kunth ²	Bignoniaceae	4	0,20	0,05	0,16	8	0,71	0,36
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong. ¹	Fabaceae	7	0,34	0,12	0,36	4	0,36	0,35
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth) Burkart	Fabaceae	4	0,20	0,03	0,08	8	0,71	0,33
<i>Melia azedarach</i> L. ²	Meliaceae	3	0,15	0,10	0,29	6	0,53	0,33
<i>Lonchocarpus</i> cf. <i>nitidus</i> (Vogel) Benth. ¹	Fabaceae	7	0,34	0,02	0,07	6	0,53	0,32
<i>Pisonia zapallo</i> Griseb. ¹	Nyctaginaceae	4	0,20	0,12	0,35	4	0,36	0,30
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. ¹	Rosaceae	3	0,15	0,06	0,17	6	0,53	0,28
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham. ¹	Bignoniaceae	5	0,24	0,13	0,38	2	0,18	0,27

Tabela 1 - Composição florística amostrada em um trecho de Floresta Estacional Decidual, em ordem decrescente do Valor de importância para cada espécie, RS, 2019.

(Conclusão)

Espécie	Família	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VI
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. ²	Rosaceae	4	0,20	0,02	0,07	6	0,53	0,27
<i>Morus nigra</i> L. ²	Moraceae	4	0,20	0,02	0,07	6	0,53	0,27
<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl. ¹	Simaroubaceae	5	0,24	0,06	0,18	4	0,36	0,26
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	3	0,15	0,05	0,14	4	0,36	0,21
<i>Bauhinia forficata</i> Link ¹	Fabaceae	3	0,15	0,04	0,13	4	0,36	0,21
<i>Boehmeria caudata</i> Sw. ¹	Urticaceae	3	0,15	0,01	0,04	4	0,36	0,18
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. ¹	Primulaceae	3	0,15	0,01	0,02	4	0,36	0,18
<i>Citrus x limon</i> (L.) Burm. F. ²	Rutaceae	2	0,10	0,01	0,03	4	0,36	0,16
NI	NI	2	0,10	0,01	0,02	4	0,36	0,16
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) ¹	Sapotaceae	2	0,10	0,07	0,20	2	0,18	0,16
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek ¹	Aquifoliaceae	3	0,15	0,03	0,08	2	0,18	0,14
<i>Mollinedias schottiana</i> (Spreng.) Perkins ¹	Nyctaginaceae	1	0,05	0,05	0,15	2	0,18	0,13
<i>Citronela paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard ¹	Cardiopteridaceae	3	0,15	0,02	0,05	2	0,18	0,12
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn. ¹	Polygonaceae	2	0,10	0,01	0,04	2	0,18	0,11
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg. ¹	Euphorbiaceae	1	0,05	0,02	0,06	2	0,18	0,09
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg. ¹	Euphorbiaceae	1	0,05	0,00	0,01	2	0,18	0,08
<i>Solanun sanctae-catharinae</i> Dunal ¹	Solanaceae	1	0,05	0,00	0,01	2	0,18	0,08
<i>Piper amalago</i> L. ¹	Piperacaceae	1	0,05	0,00	0,01	2	0,18	0,08
<i>Strychos brasiliensis</i> Mart. ¹	Loganiaceae	1	0,05	0,00	0,01	2	0,18	0,08

Fonte: Autora.

Em que: 1 = espécie nativa; 2 = espécie exótica

Resultados semelhantes realizados na região do rebordo do Planalto Meridional, foram semelhantes ao estudo como Callegaro, Araujo e Longhi (2014), Marcuzzo, Araujo e Longhi (2013) e Scipioni et al. (2011). Esses resultados indicam que essas áreas são possuidoras de grande riqueza florística e de diversidade de espécies arbóreas em FED.

As famílias de maior riqueza em espécies arbóreas nativas foram Fabaceae (11 espécies), Lauraceae (quatro espécies), Euphorbiaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Moraceae, Salicaceae e Sapindaceae (três espécies). Esse resultado foi semelhante ao encontrado por

Scipioni et al. (2011) e Fávero et al. (2015), descrevendo as mesmas famílias como as mais importantes em fragmento de Floresta Estacional Decidual da região.

As espécies com maior densidade relativa em número de indivíduos, pela estrutura horizontal, *Casearia sylvestris* (24,7 %), *Cupania vernalis* (14,3 %), *Guarea macrophylla* (9,5 %) e *Nectandra lanceolata* (8,3 %) foram as que se destacaram. Entre essas espécies, a maior dominância foi verificada para a espécie *Nectandra lanceolata*, ao passo que a espécie *Casearia sylvestris* apresentou o maior número de indivíduos amostrado com baixo valor em área basal. Segundo Longhi et al. (2000), isso deve-se em razão de muitos indivíduos da mesma espécie apresentarem baixos valores em diâmetro, como neste caso, apresentando DAP médio de 8 cm em DAP, enquanto que *Nectandra lanceolata* apresentou valor de diâmetro médio de 12 cm. Também observou-se para a espécie *Guarea macrophylla*, em terceiro lugar na abundância de indivíduos, baixo valor de dominância (1,74 m²/ha) por apresentar árvores de pequeno porte.

Para a espécie *Guarea macrophylla*, o que contribuiu para atingir o limite inferior de circunferência (15,7 cm) foi o seu formato de touceiras vindo da brotação após corte raso, gerando vários indivíduos múltiplos com bifurcação abaixo da altura do solo. Além disso, é possível afirmar que por ser uma espécie seletiva higrófito (LORENZI, 2009), sua abundância está relacionada ao solo úmido no decorrer do trecho florestal, onde foi possível observar as nascentes e um curso d'água que favoreceram à distribuição da espécie no local.

As espécies nativas com maior valor de importância foram *Casearia sylvestris* (14,04 %), *Nectandra lanceolata* (12,86 %), *Cupania vernalis* (9,58 %), *Guarea macrophylla* (7,29 %), *Ocotea puberula* (5,07 %), *Cabrlea canjerana* (3,47 %), *Matayba eleaegnaoides* (3,12%) e *Machaerium paraguariensis* (3,09 %), as quais juntas somaram 71,75 % do valor de importância (Tabela 1). Essas espécies estão distribuídas de forma homogênea na área, ocupando mais de 50 % das parcelas e somam um total de 70 % em área basal.

Vale ressaltar que muitas das espécies destacadas em importância, neste estudo, compõem referências na literatura como espécies chave nas etapas da recuperação de áreas degradadas. As mesmas apresentam características ecológicas importantes como a plasticidade fenotípica e a dispersão atrativa à fauna e indicadoras de ambientes preferenciais, como mantenedoras de serviços ambientais (MARCUIZZO; ARAUJO; LONGHI, 2013; ATTANASIO, 2008; CARVALHO, 2003).

Já a espécie exótica *Hovenia dulcis* amplamente distribuída na região Sul do Brasil, principalmente para fins madeireiro, está em quinto lugar do ranking de importância considerando as 65 espécies encontradas na área, apresentando 85 indivíduos de dominância absoluta igual a 3,27 m²/ha⁻¹ e média de DAP com 12 cm. Salienta-se aqui a importância do

monitoramento em relação a presença da exótica em áreas estacionais, uma vez que a mesma é considerada exótica invasora causadora de danos ambientais e, geralmente, áreas secundárias são mais suscetíveis à ocorrência da espécie

A diversidade florística representada pelo índice de Shannon (H') apresentou valor de 2,91 nats.ind^{-1} e a dominância ecológica pela equabilidade de Pielou (J') foi de 0,69. Esses valores podem ser considerados intermediários quando comparados a outros estudos já realizados em remanescentes de FED secundária, na região central do estado (Tabela 2). Vale Lembrar que o valor de Shannon (H') geralmente varia entre 1,5 e 3,5, podendo chegar até 4,5 em florestas tropicais (MAGURRAN, 2013; FELFILI; REZENDE, 2003).

Tabela 2: Levantamentos Fitossociológicos em remanescentes de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS. H' = índice de Shannon; J' = equabilidade de Pielou; FED=Floresta Estacional Decidual; *Aluvial. RS, 2019.

Autores	Formação	Área (ha)	Limite de inclusão (cm)	H' nats.ind^{-1}	J'
Budke et al. (2004)	FED*	1	DAP > 5	2,73	0,69
Callegaro, Araujo e Longhi (2014)	FED	1,32	DAP > 5	3,58	0,83
Kilka e Longhi (2011)	FED	3	DAP > 10	2,816 a 3,338	-
Marcuzzo, Araujo e Longhi (2013)	FED	0,24	DAP > 5	3,0	0,78

Fonte: Autora.

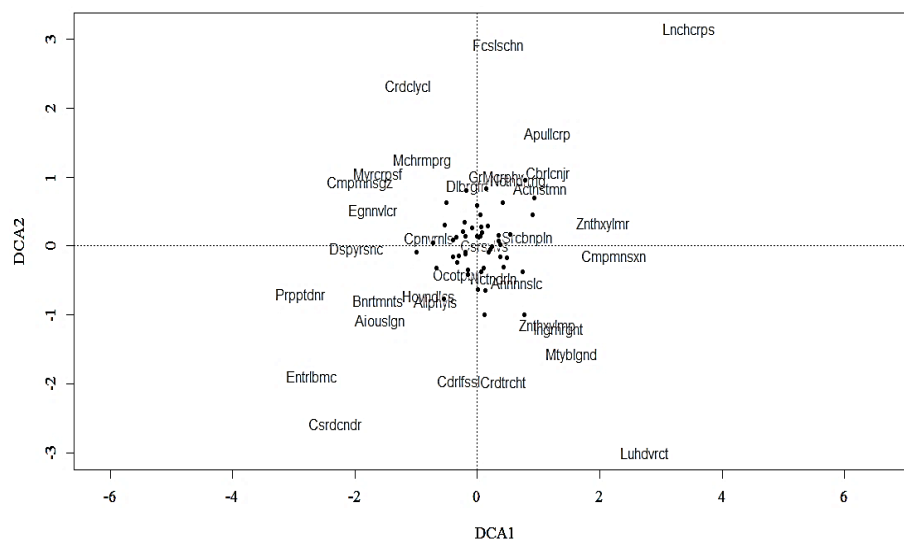
Nesse sentido, na comunidade arbórea em geral há uma grande diferença em abundância de indivíduos, sendo verificada a dominância de poucas espécies e baixa diversidade. Isso deve-se, provavelmente, pelo grau de antropização que ainda dificulta a estabilização de alguns grupos funcionais no componente arbóreo como, também, pela monodominância na comunidade vegetal. Ainda, a distribuição das espécies arbóreas mais representativas está condicionada, neste caso, a facilitação do ambiente, uma vez que o mesmo pode não estar atuando como um filtro seletivo para as características ecológicas dessas espécies e supõe-se que as mesmas apresentam aptidão de alocar-se em diferentes condições do trecho florestal.

Ao analisar a ordenação produzida pela DCA (Figura 2), a qual apresenta a distância das parcelas de acordo com a variação das espécies distribuídas ao longo da comunidade (FELFILI et al., 2011), demonstrou divisões fracas para os dois primeiros eixos da ordenação,

considerando que para florestas heterogêneas o autovalor significativo, ou seja $> 0,3$ (FELFILI et al., 2007). Foram encontrados para os autovalores 1 e 2, respectivamente, 0,2000 e 0,1769.

As parcelas estão agrupadas no eixo central da ordenação, indicando uma área mais homogênea com baixa substituição florística, apontando que há variação na abundância das espécies entre as parcelas mas o gradiente é curto. Durante os trabalhos de campo, para esse caso, verificou-se que a extensão em largura da área pode ser o indicativo dessa baixa heterogeneidade. No entanto, foi observado o ingresso de novas espécies na área como *Trichilia elegans* e *Dasyphyllum spinescens* que irão interagir com as demais espécies na dinâmica do estrato arbóreo.

Figura 2 - Ordenação produzida pela Análise de Correspondência Distendida das 50 parcelas (círculos fechados em negrito) distribuídas em 1ha de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, 2019.



Fonte: Autora.

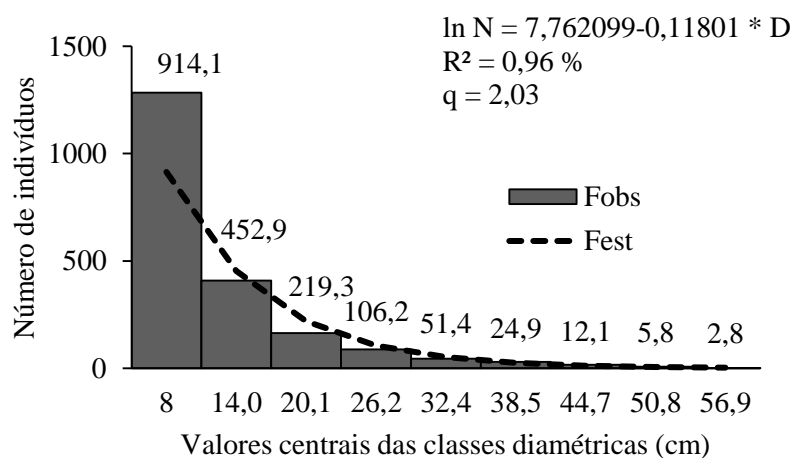
Em que : Aiouslgn = *Aiouea saligna*; Annnslc = *Annona neosalicifolia*; Actnstmn = *Actinostemon concolor*; Apullcrp = *Apuleia leiocarpa*; Allphyls = *Allophylus edulis*; Bnrtmnts = *Banara tomentosa*; Csrslvls = *Casearia sylvestris*; Cpnvrnls = *Cupania vernalis*; Cbrlcnjr = *Cabralea canjerana*; Cedrlfss = *Cedrela fissilis*; Crdclcl = *Cordia ecalyculata*; Csrdcndr = *Casearia decandra*; Cdrtrcht = *Cordia trichotoma*; Cmpmnsxn = *Campomanesia xanthocarpa*; Cmpmnsgr = *Campomanesia guazumifolia*; Dlbgrfrts = *Dalbergia frutescens*; Dspyrnsc = *Diospyros inconstans*; Egnnvlcr = *Eugenia involucrata*; Entrlbmc = *Enterolobium corticicum*; Fcslsch = *Ficus luschnathiana*; Hovndlcs = *Hovenia dulcis*; Ingmrgn = *Inga marginata*; GurMcrph = *Guarea macrophylla*; Lhdvrcr = *Luehea divaricata*; Lnchrps = *Lonchocarpus nitidus*; Mtyblgnd = *Matayba eleagnoides*; Mchrmpr = *Machaerium paraguariensis*; Mrcrpsfr = *Myrcarpus frondosus*; Nctndrmg = *Nectandra megapotamica*; Nctndrln = *Nectandra lanceolata*; Ocotpbrl = *Ocotea puberula*; Prpptdnr = *Parapiptadenia rígida*; Sctbnpln = *Sorocea bonplandii*; Znthxylm = *Zanthoxylum rhoifolium*; Znthxylm = *Zanthoxylum petiolare*;

A análise da distribuição diamétrica (Figura 3), representou o comportamento esperado para a comunidade com tendência a curva exponencial negativa e o incremento diamétrico entre as classes foi confirmado pelo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,964365 \%$). Assim, pela

análise foi possível identificar a capacidade autoregenerativa da comunidade arbórea e da menor frequência dos indivíduos com elevado DAP, o estágio de sucessão intermediário da floresta, isto é, há um elevado número de indivíduos jovens ocupando as primeiras classes de frequência. De acordo com o quociente de Liocourt, cujo valor foi de 2,03, a comunidade, de um modo geral, apresentou equilíbrio entre as taxas demográficas, no entanto a fase de recrutamento de algumas espécies pode vir a ser prejudicada pelo histórico de perturbação, como já observado em outros estudos em florestas tropicais (CARVALHO; NASCIMENTO, 2009; GOMES; SOUSA; MEIRA NETO, 2004).

Pelo histograma de frequência (Figura 4), há uma maior abundância de indivíduos concentradas nas classes de menor altura (90,52 %) e poucos indivíduos emergentes. É possível inferir na formação de um dossel de estrato superior esparsos e um estrato intermediário contínuo, sendo uma característica da floresta em estágio intermediário de recomposição, em que a cobertura arbórea varia de aberta a fechada de acordo com Conama (1994). Em um estudo realizado por Hack et al. (2005), também em FED, a maioria dos indivíduos estiveram entre os estratos intermediário e superior da floresta, sendo possível considerar o fragmento em estágio avançado de sucessão. No entanto, o mesmo apresentou poucas espécies no estrato inferior devido a presença de gado na área. A presença de gado não foi observada, como fator antrópico, para a área do estudo.

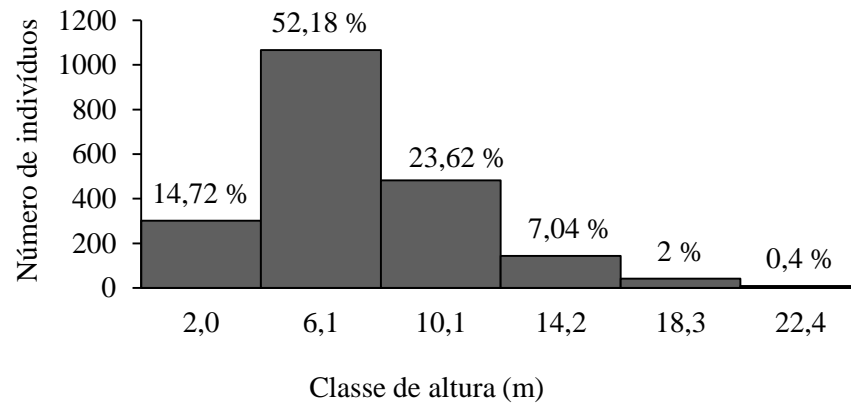
Figura 3 - Distribuição diamétrica da comunidade arbórea pertencente à vegetação secundária em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

Em que: D = DAP; q = quociente de Liocourt; Fobs = frequência observada; Fest = frequência estimada.

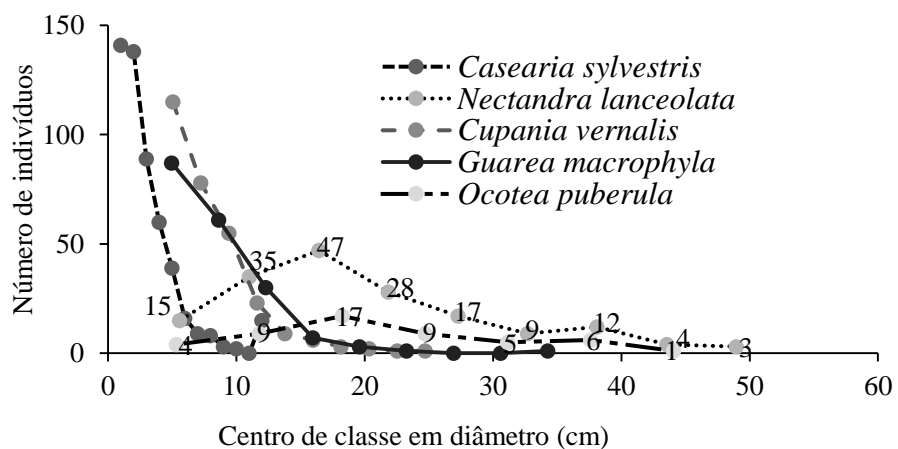
Figura 4 - Distribuição vertical da comunidade arbórea pertencente à vegetação secundária em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

Das espécies arbóreas nativas acima de 5 % em VI, apenas *Nectandra lanceolata* e *Ocotea puberula* não apresentaram modelo J-invertido (Figura 5). A primeira espécie apresentou maior concentração na segunda, terceira e quarta classe diamétrica (35,47 e 28 indivíduos). Já *Ocotea puberula* apresentou a maioria dos indivíduos concentrados nas classes de DAP com até 20 cm, sendo a terceira classe com 33 % da população.

Figura 5 - Distribuição diamétrica das populações de espécies arbóreas nativas com valor acima de 5% em VI, amostradas na vegetação secundária em um trecho de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

Pode-se inferir que para essas duas espécies pode estar ocorrendo um desequilíbrio na dinâmica das populações, principalmente na fase de recrutamento (VACCARO et al., 1999), possivelmente pela substituição dessas espécies iniciais por outras espécies tardias. Também, o comportamento heliófilo pode estar sendo prejudicado pelo fechamento de dossel, ou, problemas com a regeneração relacionada à fauna dispersora. Do mesmo modo, as variações ambientais, histórico de perturbação e as características ecológicas podem formar um conjunto de restrições para a composição e dinâmica dessas espécies na comunidade, as quais diretamente estão relacionadas com as fases de sucessão na floresta, bem como com a organização florística e estrutural (OLIVEIRA-FILHO et al., 1997).

Como observado a presença do maior número de indivíduos jovens reflete à capacidade de regeneração da área após distúrbio, o que presume o potencial de resiliência do trecho florestal. Além disso, mesmo a área com histórico de antropização e presença de espécies exóticas se estabeleceu em maior número com as características fisionômicas da Floresta Estacional Decidual, quando comparado a outros levantamentos arbóreos da região Sul do Brasil (LONGHI et al., 2000; SCIPIONI et al., 2011; CALLEGARO; ARAUJO; LONGHI, 2014). Isso deve-se pela conectividade com outros remanescentes, os quais contribuem com a fonte de propágulos e o próprio banco de sementes do solo (MARTINS, 2012), como também a heterogeneidade ambiental. Esta última, como já observado em outros estudos (SCHUMACHER et al., 2011; MARCUZZO; ARAUJO; LONGHI, 2013; CALLEGARO, 2015; ANDRZEJEWSKI, 2016), sendo inclusiva no estabelecimento e distribuição de determinados grupos de plantas e na adaptação de outras às condições naturais, caracterizando, dessa forma, o mosaico vegetacional da sucessão secundária nas áreas antropizadas da Floresta Estacional Decidual.

4.4 CONCLUSÃO

Pela caracterização florística e estrutural da comunidade arbórea foi possível diagnosticar o padrão de desenvolvimento da floresta, após distúrbio antrópico, sendo o trecho florestal resiliente a tal fator.

A maioria dos indivíduos arbóreos amostrados estão localizados na classe de menores diâmetros e menores alturas, indicando as flutuações e estabilidade das espécies, na sucessão ecológica, de uma floresta em estágio intermediário de regeneração.

A composição florística está representada pela maioria das espécies características da fisionomia da Floresta Estacional Decidual, mesmo com a presença de espécies exóticas.

Todavia, a presença de *Hovenia dulcis* demonstrou seu estabelecimento e desenvolvimento na área com grande participação na comunidade arbórea verificado pelo valor de importância, sendo um fator preocupante para a ocorrência das nativas.

AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRZEJEWSKI, C. **Estrutura e florística de dois fragmentos ripários de Floresta Estacional Decidual no noroeste do Rio Grande do Sul**. 2016. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

APG IV. Angiosperm Phylogeny Group IV. An update of the Angiosperm phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

ATTANASIO, C. M. **Manual Técnico**. Restauração e monitoramento da Mata Ciliar e da Reserva Legal para a Certificação Agrícola – Conservação da Biodiversidade na Cafeicultura. Piracicaba: IMAFLORA, 2008. 60 p.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dudaque: W.M.C. Brow Publishers, 1984. 84 p.

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.

BURNHAM, K. P.; OVERTON, W. S. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. **Ecology**, London, n. 65, p. 927-936, 1978.

CALLEGARO, R. M.; ARAÚJO, M.; LONGHI, S. J. Fitossociologia de agrupamentos em Floresta Estacional Decidual no Parque Estadual Quarta Colônia, Agudo-RS. **Agrária**, Recife, v. 9, n. 4, p. 590-598, 2014.

CALLEGARO, R. M. **Estrutura de comunidades e dinâmica da regeneração natural de Floresta Estacional Decidual no Sul do Brasil**. 2015. 135 p. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Colombo, PR: Embrapa Florestas, v. 1, 2003, 1.039 p.

CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T. Estrutura diamétrica da comunidade das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica Submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). **Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n. 2, p. 327-337, 2009.

CONAMA. Resolução do Conama n.33, de 7 de dezembro de 1944. Define estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimento para o manejo, utilização racional e conservação da vegetação natural. **Diário Oficial da União**, n.248, p. 21352-21353, 1994.

COOK, J. E .Implications of modern successional theory for typing:a review. **Forest Science**, Knivista, v. 4, p. 67-75, 1996.

FÁVERO, A. A. et al. Distribuição de abundância de espécies da comunidade arbórea do topo de um morro na floresta estacional subtropical. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 806-813, 2015.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia**. Brasília: UNB, 2003. 68 p.

FELFILI, J. M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2007. (Comunicações Técnicas Florestais).

FELFILI, J. M. et al. Procedimentos e Métodos de Amostragem da Vegetação. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 87-121, 2011.

GANDOLFI, S.; MARTINS, S. V., RODRIGUES, R. R. Forest restoration:many views and objectives. Kin: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI,S. (Eds.). **High diversity forest restoration in degraded areas:methods and projects in Brazil**. New York: Nova science Publishers, p.3-26, 2007.

GAUSTAUER, M.; MEIRA-NETO, J. A. A. A multifacetada diversidade biológica e suas medições. In: EISENJOHR, P. V. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 31-67, 2015.

GOMES, A. P. C.; SOUZA, A. L; MEIRA NETO, J. A. Alteração estrutural de uma área de florestal explorada convencionalmente na bacia do Paraíba do Sul, Minas Gerais, nos domínios de Floresta Atlântica. **Árvore**, v.28, n.3, p. 407-417, 2004.

HACK, C. et al. Análise fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual no município de Jaguari, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1083-1091, 2005.

HELTSHE, J.; FORRESTOR, N. E. Estimating species richness using the Jackknife procedure. **Biometrics**, Texas, n. 39, p. 1-11, 1983.

JBRJ. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Lista de Espécies da flora doo Brasil**. Disponível em < www.floradobrasil.jbrj.gov.br.> Acesso em: 25 agosto 2019.

KILCA, R. V. ; LONGHI, S. J. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no Rebordo do Planalto Meridional. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, p. 53-83, 2011.

- KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds.). **Handbuch der Klimatologie** – Gebrüder Bornträger. Berlin: 1936. 44 p.
- LONGHI, S. J. et al. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.
- LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. Nova Odessa, São Paulo, Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006, 639 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1ed. Nova Odessa, São Paulo, Instituto Plantarum, v. 3, 2009. 234 p.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. / Anne E. Magurran; tradução DANA MOIANA VIANNA- Curitiba: Ed UFPR, 2013. 261 p. (Série pesquisa, 185).
- MARCUZZO, S. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J. Estrutura e relações ambientais de grupos florísticos em fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 275-287, 2013.
- MARTINS, S. M. **Ecologia de florestas tropicais no Brasil**. 2.ed. Viçosa, MG: Ed UFV, 2012. 371 p.
- MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. Viçosa – MG: Editora UFV, p. 174-212, 2011.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987–1992). **Plant Ecology**, Dordercht, v. 31, n. 1, p. 45-66, 1997.
- OKSANEN, J. et al. Vegan: community ecology package. **R package version 2.4.1**. 2016. p. 4-278.
- PEDRON, F. de A. et al. **Principais solos da região da Quarta Colônia, Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Departamento de Solos-UFSM, 2007. 43 p.
- PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 33-51.
- PICKETT, S.T. A e OSTFELD, R. S. The sifthing paradigm in ecology. In: KNIGHT, R. L.; BATES, S. F. (Eds.). **A new century for natural resources management**. Washington: Island Press, p. 261-278, 1994.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 13/10/2017.

SCHUMACHER, M. V. et al. **A Floresta Estacional Subtropical**: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011, 320 p.

SCIPIONI, M. C. et al. Análise dos padrões florísticos e estruturais da comunidade arbórea-arbustiva em gradientes de solo e relevo. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical**: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, p. 85-103, 2011.

SOBRAL, M.; et al. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2013. 357 p.

SCHNEIDER, P.R. e FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de floresta inequiduais heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000.195p.

VACCARO, S. et al. 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.

5 ARTIGO II - VARIÁVEIS AMBIENTAIS INFLUENTES NO ESTABELECIMENTO DE VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA EM FLORESTA ESTACIONAL, RS

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar as variáveis ambientais que influenciaram na composição da comunidade arbórea em uma área de encosta de Floresta Estacional Decidual. Para isso foi amostrada a vegetação em 50 parcelas de dimensões 10 m x 20 m, totalizando 1ha de floresta. Os indivíduos com circunferência a altura do peito $\geq 15,7$ cm foram mensurados. As variáveis ambientais utilizadas para análise foram: propriedades químicas e físicas do solo, topografia, cobertura de dossel e porcentagem de pedregosidade. Pelo programa R realizou-se uma PCA e NMDS. As variáveis de relevo, abertura de dossel e o teor de fósforo no solo foram as mais significativas. As características morfológicas externas, como declividade e abertura de dossel, influenciaram mais na formação da comunidade do que as características do solo. Ainda, as variáveis analisadas não representam fator limitante para a ocorrência da maioria das espécies no trecho florestal.

Palavras-chave: Composição florística, Trecho florestal, Variáveis ambientais.

Abstract

The present study had as objective to analyze the environmental variables that influence in the composition of the tree community in a section of slope of Seasonal Decidual Forest. For this, the vegetation was sampled in 50 plots of 10 m x 20 m dimensions, totaling 1 ha of forest. Individuals with CAP ≥ 15.7 cm were measured. The environmental variables used for analysis are: chemical and physical properties of the soil, topography, canopy opening and percentage of stoniness. Through the R program a PCA and NMDS were performed. The variables of relief, canopy opening and soil phosphorus concentration were the most significant. External morphological characteristics, such as canopy slope and canopy opening, had a greater influence on community dynamics than soil characteristics. Moreover, the variables analyzed do not represent a limiting factor for the occurrence of most species in the forest area.

Keywords: Floristic composition, Forest tract, Environmental variables.

5.1 INTRODUÇÃO

A paisagem da Mata Atlântica que cobria aproximadamente 12 % do território brasileiro, encontra-se altamente fragmentada pela ocupação e desenvolvimento antrópico (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2018). Atualmente, considerada como um dos *hotspots* do Brasil, para este bioma tem-se a perspectiva de proteção e conservação da

biodiversidade, pela legislação específica denominada de “Lei da Mata Atlântica”. Esta perspectiva assume a importância da riqueza e diversidade de espécies, bem como do grande número de espécies endêmicas (FERREIRA JÚNIOR et al., 2012).

A Floresta Estacional Decidual também apresenta alto índice de fragmentação, principalmente pelo avanço da agricultura (SCIPIONI et al., 2011). Como consequência, a perda da composição florística contínua, deixou a mesma com histórico de pequenos aglomerados em condições de remanescentes ou trechos de floresta secundária (LONGHI et al., 1999). As ações antropogênicas são, sem dúvida, causadoras dos danos irreparáveis como perda da biodiversidade e das alterações climáticas.

A maioria das áreas de vegetação secundária são provenientes do abandono após o esgotamento dos recursos naturais do solo pela produção agrícola, associada a um solo lixiviado e empobrecido (KILKA e LONGHI, 2011). Assim, pela sucessão florestal, a vegetação vai repondo o ambiente pelos estágios iniciais, intermediário e avançado de composição.

Ainda, como observado nos trabalhos de Higuchi et al. (2013, 2014), a estrutura de uma comunidade é o reflexo das interações entre as espécies com os gradientes ambientais existentes. Essas relações são o que norteiam as mudanças sucessionais, possibilitando o ingresso de novas espécies como o estabelecimento de outras, na organização da cobertura vegetal no espaço e no tempo (SCHAEFER et al., 2015). Além do mais, como observado por Ghel, Budke e Athayde (2007), um gradiente ambiental pode estar relacionado com a distribuição espacial das espécies dentro da floresta.

Nesse sentido, este estudo objetivou correlacionar o estabelecimento das espécies com a heterogeneidade ambiental existente em uma área de Floresta Estacional Decidual, no município de Dona Francisca, RS.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área de estudo

Foi selecionada uma área de vegetação no rebordo do Planalto Meridional, nas coordenadas 29°35'19.19"S e 53°21'47.63"O. A vegetação é a Floresta Estacional Decidual, sob clima do tipo Cfa, com chuvas bem distribuídas durante o ano e duas estações definidas (ALVARES et al., 2013)

De acordo com o histórico de uso relatado pelos proprietários, a vegetação primária foi suprimida para posterior conversão da área em cultivo de tabaco. Devido à dificuldade de

acesso, a gleba foi abandonada há, aproximadamente, 50 anos, o que permitiu o estabelecimento de uma vegetação secundária.

A heterogeneidade ambiental está representada por nascentes, curso d'água, topografia com relevo ondulado a forte ondulado. Os solos da região são classificados em Argissolos e Cambissolos associados à Neossolos litólico (PEDRON e DALMOLIN, 2011).

5.2.2 Amostragem da vegetação

Para o levantamento florístico-fitosociológico foram alocadas 50 parcelas permanentes de 10 m x 20 m (200 m²) cada, em 10 faixas paralelas no sentido da base ao topo da encosta, de modo sistemático. As parcelas foram estabelecidas com distância de 10 m entre si e 40 m entre faixas, totalizando 1 ha de amostragem.

Foram amostrados todos os indivíduos adultos que apresentassem limite mínimo para inclusão $CAP \geq 15,7$ cm (circunferência a altura do peito, medida a 1,30 m do solo). Os indivíduos bifurcados abaixo de 1,30 m, quando a raiz quadrada da soma dos quadrados apresentasse circunferência $\geq 15,7$ cm, permaneceram na amostragem.

As espécies foram identificadas *in loco* e quando não possível foi coletado material botânico, fértil ou estéril, e encaminhado à consulta de especialistas ou comparado à literatura de Sobral et al. (2013), no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF), na Universidade Federal de Santa Maria. As espécies foram identificadas em nível de família, sendo classificadas de acordo com a APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016) e o nome científico atualizado conforme a Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2018).

5.2.3 Variáveis ambientais

Para a caracterização química do solo, pelo Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFSM, foi determinado o pH (pH em H₂O); teores de fósforo (P), potássio (K), matéria orgânica no solo (% MOS), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e calculados a acidez potencial (H+Al), CTC efetiva (CTCef), CTC a pH=7 (CTCpH7), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%). Como propriedade física foi realizada a análise granulométrica, % areia, % silte, % argila (EMBRAPA, 2011).

As variáveis topográficas cota média (m), desnível máximo (m) e declividade média (%), foram obtidas em cada parcela, com auxílio do *Global Positioning System* (GPSMAP

76CSx) e clinômetro de *Suunto*, utilizando a metodologia adaptada de Oliveira-Filho et al. (1994).

A pedregosidade foi observada visualmente e classificada em quatro classes, as quais foram atribuídas notas de 1 a 4, de acordo com a quantidade de calhaus ou matacões, isto é, classe 1 - a superfície do terreno não apresenta calhaus e matacões; classe 2 - superfície do terreno ligeiramente pedregosa; classe 3 - calhaus e matacões distanciados 1,5 a 10 m na superfície; classe 4 - superfície do terreno pedregosa (adaptada de SANTOS et al., 2013).

A cobertura de dossel, uma medida indireta da quantidade de luz no interior da floresta, foi medida com densiômetro esférico côncavo modelo A (LEMMON, 1957), por meio de quatro leituras no sentido norte, sul, leste e oeste ao centro de cada parcela.

5.2.4 Análise dos dados

Primeiramente, foi calculada a média e o desvio padrão de cada variável ambiental quantitativa. Após, as variáveis ambientais foram analisadas por ordenação indireta, pela Análise de Componentes Principais (PCA), visando simplificar e melhor interpretar a heterogeneidade ambiental. Posteriormente, por meio da NMDS (*Nonmetric multidimensional scaling*), verificou-se a relação da composição florística, utilizando uma matriz de espécies com mais de cinco indivíduos e outra matriz com variáveis ambientais significativas ($p \leq 0,05$), sendo excluídas as variáveis ambientais redundantes e de baixa significância. A interpretação da ordenação foi considerada pelo valor de *stress*. Todas as análises foram calculadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

5.3 RESULTADOS

Foram amostradas 65 espécies arbóreas e arbustivas (59 nativas, 7 exóticas e uma pteridófita), distribuídas em 31 famílias botânicas, com 2.045 indivíduos ha^{-1} , que totalizaram 33,35 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ em área basal. As famílias de maior riqueza em espécies nativas, máximo 11 espécies e mínimo 3, foram Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Meliaceae, Moraceae, Salicaceae e Sapindaceae (Tabela 1). Dentre as espécies mais abundantes e de maior valor de importância, *Casearia sylvestris*, *Nectandra lanceolata*, *Cupania vernalis* e *Guarea macrophylla* representaram 57 % da comunidade arbórea com 1.163 indivíduos arbóreos de $\text{DAP} \geq 5$ cm (diâmetro a altura do peito maior ou igual a 5 cm).

Tabela 1 - Lista das famílias de maior riqueza amostradas em um trecho de encosta de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	FAMÍLIA/ESPÉCIE
EUPHORBIACEAE	<i>Guarea macrophylla</i> Vhale
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	<i>Melia azedarach</i> L.
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	MORACEAE
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	<i>Ficus</i> sp.
FABACEAE	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth) Burkart	<i>Morus nigra</i> L.
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.)
<i>Bauhinia forficata</i> Link	W.C.Burger et.al.
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	MYRTACEAE
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	<i>Campomanesia guazumifolia</i>
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	(Cambess.) O. Berg.
<i>Inga marginata</i> Willd.	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.)
<i>Lonchocarpus</i> cf. <i>nitidus</i> (Vogel) Benth.	O.Berg.
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	<i>Eugenia involucrata</i> Dc.
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	<i>Psidium guajava</i> L.
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	SALICACEAE
LAURACEAE	<i>Banara tomentosa</i> Clos
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	<i>Casearia decandra</i> Jacq.
<i>Nectandra lanceolata</i> Ness	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	SAPINDACEAE
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	<i>Allophylus edulis</i> (A.St-Hil.et.al.)
MELIACEAE	Hieron. ex Niederl.
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.

Fonte: Autora.

Pela análise granulométrica, o solo classifica-se como franco-arenoso (EMBRAPA, 2013). Os baixos índices relativos ao complexo de acidez do solo, pH e o caráter eutrófico (V% > 50%), resultam do histórico revolvimento da cobertura do solo, uso da queimada, retirada da serapilheira e correção por calagem no período em que a área esteve com cultivo de tabaco (Tabela 2).

Já as características externas relacionadas à topografia do terreno, cuja declividade média foi de 24,77 %, caracterizou-se o mesmo como ondulado a forte ondulado, de acordo com IBGE (2015). A cobertura de dossel indicou um índice de incidência luminosa na floresta, respectivamente de 31,3 %. Quanto à pedregosidade, 60 % da área ficou inserida na classe 2 de acordo com a classificação adaptada de Santos et al. (2013), o que condiz com a geomorfologia regional.

Tabela 2 - Valores médios das variáveis ambientais quantitativas analisadas em um trecho de encosta de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.

Variáveis ambientais	Média	Desvio Padrão
1- Areia (%)	50,08	13,49
2- Silte (%)	33,18	12,1
3- Argila (%)	16,36	2,08
4- ph	5,59	0,45
5- P (mg. dm ⁻³)	7,54	8,7
6- K (mg. dm ⁻³)	0,47	0,18
7- MOS (%)	2,94	1,22
8- Al (cmol _c . dm ⁻³)	0,12	0,24
9- Ca (cmol _c . dm ⁻³)	6,91	2,9
10- Mg (cmol _c . dm ⁻³)	1,58	0,65
11- H+Al (cmol _c . dm ⁻³)	3,03	0,66
12- CTC ef (cmol _c . dm ⁻³)	9,11	3,48
13- CTC pH7 (cmol _c . dm ⁻³)	12,02	3,29
14- V%	71,65	13,73
15- m%	2,78	6,43
16- Cotm (m)	153,67	19,65
17- Desmáx (m)	8,82	7,23
18- Declimed (%)	24,77	9,41
19- CD (%)	68,7	7,92

Fonte: Autora.

Em que: 1 - % de areia; 2 - % silte; 3 - % argila; 4 - pH em H₂O; 5 - teor de fósforo; 6 - teor de potássio, 7 - % de matéria orgânica no solo; 8 - teor de alumínio; 9 - teor de cálcio, 10 - teor de magnésio; 11 - acidez potencial; 12 - CTC efetiva; 13 - CTC a pH=7; 14 - saturação por bases; 15 - saturação por alumínio; 16 - cota média; 17 - desnível máximo; 18 - declividade média; 19 - cobertura de dossel.

Pela Tabela 3, verificou-se a correlação das variáveis ambientais correspondente aos eixos da PCA. Pelos resultados, foi possível observar que o eixo 1 da PCA explicou a maior variância dos dados que o eixo 2, apresentando maior conjunto de variáveis ambientais reduntantes. Em detrimento deste aspecto, as variáveis ambientais mais correlacionadas com o segundo eixo, foram, respectivamente, aquelas também representadas na ordenação NMDS.

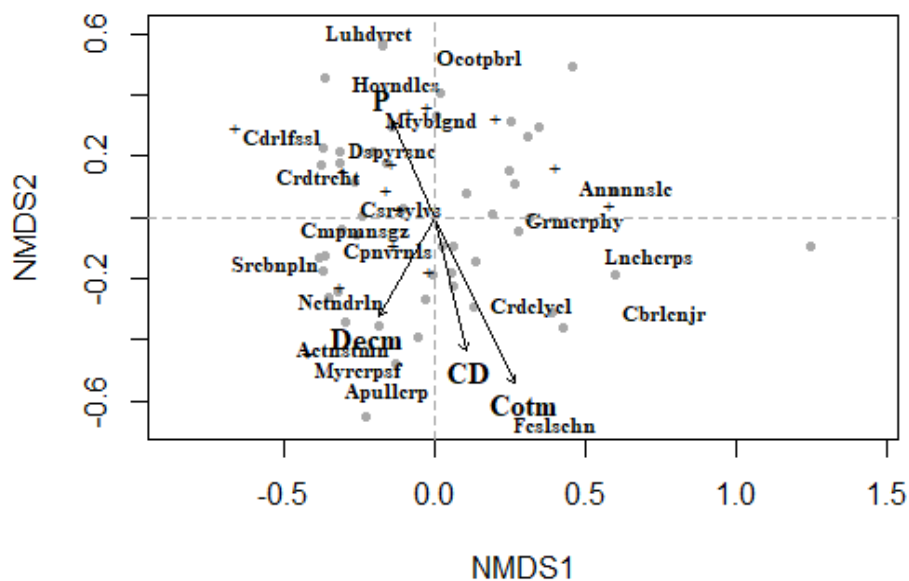
Tabela 3 - Correlação das variáveis ambientais em relação aos eixos 1 e 2 da PCA, RS, Brasil, 2019.

Variáveis	PCA		Variáveis	PCA	
	Eixo 1	Eixo 2		Eixo 1	Eixo 2
Areia	0,2177	-0,0484	H.Al	0,1992	0,1279
Silte	0,2071	0,0593	CTC.ef	-0,2833	0,0628
Argila	-0,218	-0,0522	CTC.pH7	-0,2747	0,1193
ph	-0,2655	0,0344	V	-0,2749	-0,0723
P	-0,1092	0,4028	m.	0,2638	0,0299
K	-0,2577	0,0725	Cotm	-0,0033	-0,6211
MOS	-0,2471	0,1995	Desmáx	-0,1439	0,1171
Al	0,2428	0,0053	Decm	-0,1779	-0,3152
Ca	-0,2847	0,0738	CD	-0,2092	-0,4784
Mg	-0,2615	0,0738	Pedr	-0,0853	0,077

Fonte: Autora.

Na NMDS (Figura 1), foi possível verificar que as quatro variáveis ambientais significativas na ordenação foram teor de fósforo, declividade média, cobertura de dossel e cota média. O valor do estresse foi de 14,67 %, permitindo uma representação boa do ajuste linear.

Figura 1 - Ordenação NMDS das variáveis ambientais e vegetação em um trecho de encosta de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019. Em que: P = fósforo; CD = cobertura de dossel; decm = declividade média; Cotm = cota média. Círculos fechados representam as parcelas. Símbolo “+” representa demais espécies.



Fonte: Autora.

No primeiro eixo da ordenação, é possível observar locais com maior teor de fósforo no solo, estando o mesmo relacionado com a ocorrência principalmente das espécies *Cordia trichotoma*, *Cedrela fissilis*, *Hovenia dulcis* e *Matayba elaeagnoides*. No eixo inferior, luminosidade e condições de relevo estiveram ligadas principalmente com as espécies *Actinostemon concolor*, *Myrocarpus frondosus*, *Apuleia leiocarpa* e *Ficus luschnathiana*. Intermediárias à declividade, *Cupania vernalis* e *Nectandra megapotamica*. Já outras espécies estão menos relacionadas com as variáveis ambientais significativas, como *Annona neosalicifolia*, *Guarea macrophylla*, *Lonchocarpus nitidus* e *Cabralea canjerana*, demonstrando que o ambiente não está sendo um fator limitante para a ocorrência das mesmas. Ainda, *Casearia sylvestris* não apresentou associação com as variáveis ambientais, estando localizada no centro da ordenação NMDS.

5.4 DISCUSSÃO

As principais características relacionadas às propriedades químicas do solo, como as do complexo sortivo, não tiveram uma relação significativa com as espécies florestais. Destaca-se que a qualidade química do solo nem sempre será o fator condicionante, para a composição das espécies, como observado por Callegaro et al. (2017), Felker et al. (2017) e Rovedder et al. (2014). Por outro lado, outros trabalhos (ROVEDDER et al., 2013; BRAGA, BORGES; MARTINS, 2015; HIGUCHI et al., 2016) retrataram as características físico-química do solo, como matéria orgânica e hidromorfia, importantes para a composição florística.

Higuchi et al. (2016) e Oliveira et al. (2015) também observaram a relação do fósforo na distribuição das espécies. O fósforo é considerado essencial para as plantas e o teor do mesmo influencia na qualidade do sítio, em termos de biomassa via produção de serapilheira, bem como na ciclagem de nutrientes. No entanto, acredita-se que a alta concentração de fósforo representa um efeito residual do cultivo do tabaco, uma vez que é comum o uso de altas dosagens de fertilizantes. Dessa forma, a correlação significativa desse elemento com um grupo de espécies, pode demonstrar o caráter oportunista dessas, realizando consumo de luxo. Das espécies desse grupo, há evidências científicas de que *Cordia trichotoma* e *Cedrela fissilis* apresentam mecanismos de hiperacumuladoras para alguns elementos, como Zn e Cd (ACCIOLLY; SIQUEIRA, 2000). É possível que tal comportamento possa ocorrer em relação a outros elementos em abundância na solução do solo (eg. OLIVEIRA; CARVALHO, 2008; FRANÇA; FERNANDES; BACCHI, 2010; FRANÇA, 2016).

Considerando as características do solo em uma topossequência, a qual vai variar de acordo com a escala de mudanças do relevo, principalmente pela drenagem e profundidade do solo, trabalhos como de Rodrigues et. al. (2007). Cruz, Campos e Torezan (2018) apontaram a topografia como importante fator para as variações físico-químicas do solo em floresta nativa, bem como na densidade de espécies em relação a variação da cota altimétrica. Além disso, o uso agrícola pretérito pode ter favorecido perdas de solo no horizonte superficial, expondo um maior percentual de pedregosidade, situação típica de uso intensivo do solo em encostas declivosas. Da mesma forma, Scipioni et al. (2011) e Souza et al. (2015) observaram que o gradiente topográfico influenciou as condições edáficas e a distribuição das espécies arbóreas em Floresta Estacional Decidual.

A cobertura de dossel relacionada com a declividade, característica típica de floresta de encosta, elucida a importância da luminosidade no interior da floresta, principalmente na dinâmica de áreas de preservação permanente. A maior exposição pela abertura de clareiras que ocorrem pela queda das árvores, como observado *in loco*, favorece a disponibilidade de luz para o ingresso das espécies dependente de luz, como *Hovenia dulcis*, *Luehea divaricata*, *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea puberula*. Estudos de Higuchi et al. (2015), Ansolini et al. (2016) e Callegaro et al. (2017) descreveram a luminosidade como variável importante para determinar a relação entre condições ambientais e vegetação.

Desse modo, nos locais de maior exposição aos feixes de luminosidade, o surgimento das espécies exigente em luz é mais favorecido. Nessas áreas ocorre, primeiramente, o fechamento do dossel, sendo uma condição coerente para a regeneração das espécies do sub-bosque, tolerantes a sombra como *Actinostemon concolor*. Já, para *Apuleia leiocarpa*, a relação positiva com a declividade, reflete no seu potencial em habitar áreas de encostas, associação condizente por ser uma espécie secundária inicial (FERREIRA JUNIOR; SCHAEFER; da SILVA, 2007)

Souza et al. (2017), também verificaram, para a espécie *Ficus luschnathiana*, sua preferência por locais de cotas mais altas, isto é, neste estudo a mesma esteve nas parcelas alocadas nos platôs. Do mesmo modo, Scipioni et. al. (2011) descreveram para *Cupania vernalis* e *Nectandra megapotamica*, abundância relacionada as porções intermediárias do relevo.

Para a espécie *Casearia sylvestris*, a ampla distribuição na área, é evidenciada pelo seu caráter generalista (OLIVERIA-FILHO; RATTER, 2000), o qual favoreceu sua distribuição, não relacionada a fatores edáficos e demais variáveis ambientais

Assim, quando comparado a outros estudos da região é possível verificar que, naturalmente, há uma diferença na relação da composição florística e estrutura ambiental, considerando ainda o histórico de uso da área antes da vegetação secundária. Callegaro et al. (2017) salientaram que ao comparar remanescentes florestais distantes, há uma tendência de encontrar maiores diferenças, tanto pela composição das espécies como pela heterogeneidade ambiental, do que na comparação da estrutura da floresta contínua. Do mesmo modo Martins (2012), afirmou que a composição florística pode ser semelhante no mesmo fragmento, no entanto, a variação das condições ambientais estabelece a heterogeneidade de espécies.

5.5 CONCLUSÃO

Na respectiva floresta de encosta foi possível observar uma heterogeneidade ambiental relacionada com as condições de uso da área após o cultivo de tabaco, como também pela localização característica de áreas no rebordo do Planalto Meridional. As espécies arbóreas estiveram relacionadas principalmente com as variáveis fósforo, luminosidade e relevo. No entanto, pelas duas ordenações, PCA e NMDS, ficou evidente que o componente arbóreo está sendo representado pelas espécies de exigências nutricionais menos seletivas.

A maioria das espécies florestais não foram exigentes na qualidade química do solo, a não ser pelo grupo de espécies relacionadas como possíveis acumuladoras do fósforo. Por outro lado, as características morfológicas externas relacionadas ao relevo forte ondulado, declividade e cobertura de dossel, para a composição florestal, apresentaram importância para a sucessão florestal.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: Tópicos em Ciência do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa (MG), v.1, 2000.

ALVARES, C.A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.

ANSOLINI, R. D. et al. Heterogeneidade ambiental e variação florístico-estrutural em um fragmento de Floresta com araucária na Coxilha Rica- SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.4, p.1201-1210, 2016.

APG IV. Angiosperm Phylogeny IV. Na update of the Angiosperm phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. de LIMA; MARTINS, S. V. Influência dos fatores edáficos na variação florística de Floresta Estacional semidecidual, em viçosa, MG. **Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 623-633, 2015.

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

CRUZ, M.P.; CAMPOS, J. B.; TOREZAN, J.M.D. Influência da topografia e da abertura do dossel na estrutura do componente herbáceo-arbustivo em dois fragmentos florestais na planície de inundação do Alto rio Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, vol.28, n.1 2018.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPS- Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2011.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPS- Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 376p.

FELKER, R.M. et al. Distribuição de *Escallonia bifida* Link & Otto em relação à variáveis ambientais, em fragmentos florestais em vias de restauração no RS. **Nativa**, Sinópolis, V.5, n.2, p. 133-137, 2017.

FERREIRA JÚNIOR, W. G.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVA, A. F. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais das Mata Atlântica. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. p. 141-169.

FRANÇA, E.J.; FERNANDES, E.A.; BACCHI, M.A. Native plant bioaccumulation strategies: a baseline study for biomonitoring the Atlantic Forest. **Journal Environment and Health**, V. 4, p.181-200, 2010.

FRANÇA, E.J. et al. Cesium accumulation in native trees from the Brazilian Cerrado. **Journal of Radionalytical and Nuclear Chemistry**, v. 310, p. 1123-1129, 2016.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. Disponível em < <http://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>> Acesso em 10 de novembro de 2018.

GIEHL, E. L. H; BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A. Distribuição espacial de espécies arbóreas em uma floresta estacional em Santa Maria, Sul do Brasil. **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo, n. 58, p. 215-226, 2007.

HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no município de Paniel, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 153-164, 2013.

HIGUCHI, P. et al. Participação espacial de espécies arbóreas em função da drenagem da drenagem do solo em um fragmento de Floresta com araucária no Sul Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 421-429, 2014.

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.

HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo e relação com variáveis ambientais em um remanescente florestal em Campos Novos – SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 35-46, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.

JBRJ. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Lista de Espécies da flora doo Brasil**. Disponível em < www.floradobrasil.jbrj.gov.br.> Acesso em: 25 agosto.2018.

KILKA, R. V.; LONGHI, S. J. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no Rebordo do Planalto Meridional. IN: CHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 53-83, 2011.

LEMMON, P. E. A new instrument for measuring fores tover story density. **Journal of Forestry**, Oxford, v. 55, n. 9, p. 667-668, 1957.

LONGHI, S. J. et al. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 115-133, 1999.

MARTINS, S. M. **Ecologia de florestas tropicais no Brasil**. 2.ed. Viçosa, MG: Ed UFV, 2012. 371 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. Differentiation of stream side and upland vegetation in na área of montane sem ideciduous Forest in southeastern Brasil. **Flora**, Oxford, v. 189, p. 1-19, 1994.

OLIVEIRA, P.C de; CARVALHO, C.J.de. Interações biofísicas em espécies arbóreas potencialmente acumuladoras de fósforo: diversidade de irradiância e de comportamento hídrico. **Acta Botânica**, RJ, v.38, n.3, p.445-452, 2008.

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

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 33-51.

OLIVERIA-FILHO, A.T.; RATTER, J.A. Padrões florísticos das matas ciliares da região do Cerrado e a evolução das paisagens do Brasil central durante o Quaternário tardio. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (EDS.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p.73-89, 2000.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <(http://www.R-project.org)> Acesso em: 10/10/2018.

RODRIGUES, L. A. et al. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Luminárias, MG. **Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007.

ROVEDDER, A.P. et al. Compreensão e aplicabilidade do conceito de solo florestal. **Ciência Florestal**. Santa Maria. V.23,n.3,p.517-528, 2013.

ROVEDDER, A. P. et al. Relação solo-vegetação em remanescente da floresta estacional decidual na Região Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2178-2185, 2014.

SANTOS, R. S, dos. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Relação solo-vegetação em formações vegetacionais brasileiras: metodologia e estudos de caso. In: EISENLOHR, P.V. et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos estudos de caso**. Volume 2. Viçosa: Ed UFV, 2015. p. 322-343.

SCIPIONI, M. C. et al. Análise dos padrões florísticos e estruturais da comunidade arbórea-arbustiva em gradientes de solo e relevo. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, p. 85-103, 2011.

SOBRAL, M.; et al. **Flora arbórea e arborecente do Rio Grande do Sul**, Brasil. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2013, 357p.

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

SOUZA, R.F. et al. Fitossociologia da vegetação arbórea do Parque Nacional do Iguaçu. **Ciênc. Florest.** Santa Maria, vol.27, n.3, 2017.

6 ARTIGO III - INVASÃO BIOLÓGICA POR ESPÉCIES EXÓTICAS EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL - MESOREGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Resumo

Este estudo teve como objetivo quantificar as espécies exóticas, seu potencial de invasão biológica e correlação com o ambiente. Para isso realizou-se histogramas de frequência, distribuição diamétrica e correlação de Spearman, no programa R. As espécies exóticas amostradas foram *Citrus x limon* (L.) Burm. F., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Hovenia dulcis* Thunb., *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Melia azedarach* L., *Morus nigra* L e *Psidium guajava* L., totalizando 105 indivíduos. As mesmas apresentaram maior frequência na parte inicial do trecho florestal, indicando um local com maiores efeitos à fragmentação. A espécie *Hovenia dulcis* foi a de maior abundância com 85 indivíduos, porém com distribuição diamétrica irregular, indicando desequilíbrio nas suas taxas demográficas. O índice de invasão biológica o mesmo foi intermediário considerando uma área alterada, com as exóticas apresentando uma importância inferior a espécie de nativa de maior valor de importância. Das correlações ambientais, a maioria das exóticas tiveram correlação negativa com a cobertura do dossel, confirmando da necessidade de luz para o estabelecimento. Também, foi possível observar relação das espécies em locais de solos mais arenosos, com potencial para ser acumuladoras do elemento alumínio, nos locais mais planos. Já outras localizadas nas partes do terreno com menores variações altimétricas associadas a outros elementos no solo. Foi observado sete espécies exóticas com *Hovenia dulcis* apresentando maior densidade e mais agressiva na composição da comunidade arbórea. Acredita-se, no entanto, que durante os processos ecológicos a quantificação de algumas exóticas tende a diminuir devido ao equilíbrio dinâmico das espécies nativas como observado pelo índice de invasão biológica e relação das variáveis ambientais.

Palavras-chave: riqueza, correlação de Spearman, espécies arbóreas.

Abstract

This study aimed to quantify the exotic species, their potential for biological invasion and marking with the environment. The exotic species were sampled in *Citrus x limon* (L.) Burm. F., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Hovenia dulcis* Thunb., *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, *Melia azedarach* L., *Morus nigra* L., *Psidium guajava* L., totaling 105 individuals. The species may be more frequent in the order of the forest section, indicating a local phenomenon with fragmentation. The *Hovenia dulcis* species was of the highest abundance with 85 individuals, but with an irregular distribution, presenting an imbalance in their demographic. By the index of biological invasion or equal to the intermediate relative to an area with exotic alterations of a series inferior to a species of native of greater value of importance. The environmental correlations, most of them exotic with canopy cover, confirmed the need for light for the establishment. It was also possible to observe the relationship between the species in sites of more sandy soils, with potential to be accumulators of aluminum elements, in the most flat places. Already other parts in the parts of the terrain with reduced letters associated

with other elements in the ground. Exotic species altered the physiognomy of the Deciduous State Forest, however, during the phase in which ecological processes occur and the quantification of exotic equilibrium due to the balance of native species.

Keywords: richness, Spearman correlation, tree species.

6.1 INTRODUÇÃO

O efeito da fragmentação é um dos maiores problemas na perda de biodiversidade, bem como na redução da cobertura vegetal (ZENNI; ZILLER, 2011). Fato esse que está associado também com a distribuição geográfica de espécies exóticas, as quais introduzidas e adaptadas se estabelecem em novos locais e acarretam sérios problemas ambientais (PYSEK, 1995; PARKER et al., 1999). Segundo Ziller (2001): “a contaminação biológica é considerada como a segunda maior ameaça na perda de biodiversidade, perdendo apenas para a destruição de habitats”.

Em ambientes perturbados há uma maior facilitação no estabelecimento das espécies exóticas, uma vez que quanto menor a diversidade e riqueza de espécies nativas, maior será a vantagem competitiva da invasora sobre o ecossistema, como a dispersão e a regeneração (CHAZDON, 2016). Estas espécies apresentam atributos funcionais adaptados a tais fatores de degradação (LIMA, 2003). Contudo, devido seu caráter invasivo, é possível que algumas dessas espécies consigam se estabelecer em áreas não antropizadas, como já relatada na literatura (PEREIRA; FILGUEIRAS, 1988; MIELKE et al., 2015; INSTITUTO HORUS, 2018).

Das espécies exóticas invasoras no país, descritas como causadoras de problemas ambientais (INSTITUTO HORUS, 2018), *Hovenia dulcis*, *Eriobotrya japonica*, *Citrus x limon*, *Melia azedarach*, *Psidium guajava*, *Morus nigra* e *Tecoma stans* são consideradas para o Rio Grande do sul, de acordo com a Portaria número 79 da SEMA (RIO GRANDE DO SUL, 2013), como pertencentes à categoria 1- espécie proibida para cultivo e propagação ou categoria 2- podem ser cultivadas em condições controladas. Assim, visando o controle e erradicação da invasão biológica, atualmente, há uma base legal para proteger as áreas de florestas nativas, como a Lei de Crimes Ambientais (9.605/1998) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Nesse sentido, o efeito global na questão da invasão biológica, ganha ênfase na máxima contextualização desses dados, visando perspectivas futuras na minimização desse impacto. Até então, os danos ocasionados pelas espécies exóticas no ecossistema são mensurados ao nível da substituição de espécies como de processos ecológicos. Porém, a preocupação maior são as

perdas de habitat e consequente domínio das invasoras, como também questões relacionadas às atividades econômicas e, sem dúvida, os danos irreversíveis ao meio ambiente (ZILLER, 2001).

Ainda, considerando este problema no ecossistema, fazem-se necessárias medidas de controle ambiental que assegurem áreas mantenedoras do equilíbrio e conservação da biodiversidade local, bem como de informações da atual condição das áreas de florestas sob abrangência dessas espécies. Para o RS ainda são incipientes os trabalhos com enfoque a invasão biológica, sendo necessário maior detalhamento das áreas de florestas sob a ocorrência das espécies exóticas invasoras.

Com base no exposto acima, este estudo teve como objetivo quantificar a riqueza e densidade de espécies exóticas associadas ao componente arbóreo de Floresta Estacional Decidual; verificar a distribuição diamétrica da exótica de maior abundância; inferir na participação das espécies invasoras quanto ao índice de invasão biológica; identificar possíveis correlações ambientais que influenciam na presença das exóticas no trecho florestal.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em um trecho de Floresta Estacional Decidual, nas coordenadas 29°35'19.19"S e 53°21'47.63"O, município de Dona Francisca, Rio Grande do Sul. O clima predominante da região, pertence ao tipo Cfa - Subtropical úmido, com duas estações do ano bem definidas, o inverno com temperatura máxima de 18°C e verão com temperaturas superiores a 22°C, chuvas bem distribuídas o ano todo (ALVARES et al., 2013).

O trecho florestal está inserido em uma encosta e possui, aproximadamente 7 ha, com altitude média de 153 m, aproximadamente. Além de apresentar nascentes e cursos d'água, também é possível verificar um relevo ondulado a forte ondulado em um patamar descontínuo, bem como solos classificados na região como Argissolos e Cambissolos associados à Neossolos (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

A área está inserida numa matriz antrópica, onde predomina a prática da agricultura e pecuária. A vegetação é considerada secundária, uma vez que na área houve o corte raso para a fumiicultura. Após o abandono da área, a recomposição da vegetação, se deu pela regeneração natural.

6.2.2 Amostragem da vegetação

Foram instaladas 50 parcelas permanentes em 10 faixas paralelas, de modo sistemático, de dimensões 10 m x 20 m (200 m²) distanciadas 10 m entre si e 40 entre as faixas, totalizando 1 ha de área amostrada. As faixas foram posicionadas em direção da base ao topo da encosta, verificando toda a heterogeneidade ambiental bem como a florística.

Nas parcelas todos os indivíduos adultos que apresentassem CAP $\geq 15,7$ cm (circunferência a altura do peito, medido a 1,30 m do solo) foram amostrados e, posteriormente, marcados com plaquetas de alumínio numeradas em ordinais crescentes. Desses indivíduos foi mensurado o CAP para transformação da variável dendrométrica DAP (diâmetro a altura do peito). A circunferência dos indivíduos bifurcados amostrados quando apresentassem bifurcação acima do solo, foi determinada pela raiz quadrada da soma ao quadrado de todos os fustes com CAP maior ou igual a 15,7 cm.

As espécies foram identificadas *in loco* e, quando não possível, foi coletado material botânico, fértil ou estéril, e encaminhado à consulta de especialistas ou comparado à literatura de Sobral et al. (2013) no Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) na Universidade Federal de Santa Maria. As espécies foram identificadas a nível de família sendo classificadas de acordo com a APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016) e o nome científico atualizado conforme a Lista de Espécies da Flora do Brasil (JBRJ, 2018).

6.2.3 Coleta das variáveis ambientais

Foram coletadas amostras de solo em cada parcela e determinadas as propriedades químicas e físicas no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFSM. Para as propriedades químicas utilizou-se o pH (pH em H₂O); teores de fósforo (P), potássio (K), matéria orgânica no solo (% MOS), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e calculados a acidez potencial (H+Al), CTC efetiva (CTCef), CTC a pH=7 (CTCpH7), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%). Das propriedades físicas quantificou-se a % areia, %silte, %argila, seguindo a metodologia da Embrapa (2011).

Para as variáveis topográficas: cota média (m), desnível máximo (m) e declividade média (%) foram obtidas em cada parcela com auxílio do Global Positioning System (GPSMAP 76CSx) e clinômetro de *Suunto*, utilizando a metodologia adaptada de Oliveira-Filho et al. (1994).

A pedregosidade, de cada parcela, foi realizada de forma visual e classificada em quatro classes, 1 a 4, segundo metodologia de Santos et al. (2013).

Já a luminosidade no interior da floresta foi medida com densiômetro esférico côncavo modelo A (LEMMON, 1957), por meio de quatro leituras no sentido norte, sul, leste e oeste ao centro de cada parcela e assim estimada a cobertura de dossel.

6.2.4 Análise dos dados

Foi realizado um histograma de frequência das exóticas nas 50 parcelas. Posteriormente, considerando que apenas a espécie exótica *Hovenia dulcis* apresentou maior densidade e frequência na amostragem, para ela foi calculado a estrutura diamétrica, utilizando o método de Spiegel (FELFILI; RESENDE, 2003). A fim de comparar a distribuição das espécies exóticas e nativas no trecho florestal, optou-se por analisar um histograma de frequência com as espécies sendo separadas em dois grupos, nativas ou exóticas.

Aplicou-se sobre a comunidade arbórea o índice de invasão biológica (IIB), proposto por Guidini et al. (2014): $IIB = \sum VI / \sum VI_{max}$, Em que $\sum VI$ = somatório do valor de importância de todas as exóticas; $\sum VI_{max}$ = maior valor de importância da espécie nativa encontrado. O índice IIB, segundo o mesmo autor, difere em três classes de invasão biológica: $IIB \geq 1$ as espécies exóticas apresentam valor de importância maior que as nativas; $1 > IIB \geq 0,5$, as exóticas são inferiores ao valor de importância da espécie nativa de maior VI; $IIB \leq 0,5$ as espécies exóticas apresentam importância inferior à metade do VI da espécie nativa de maior VI.

Para verificar a correlação das variáveis ambientais com a distribuição das espécies exóticas foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman a uma significância de 5%. Este coeficiente, segundo Vieira (2016), pode apresentar correlação em quatro intensidades: correlação mínima, fraca, moderada e forte.

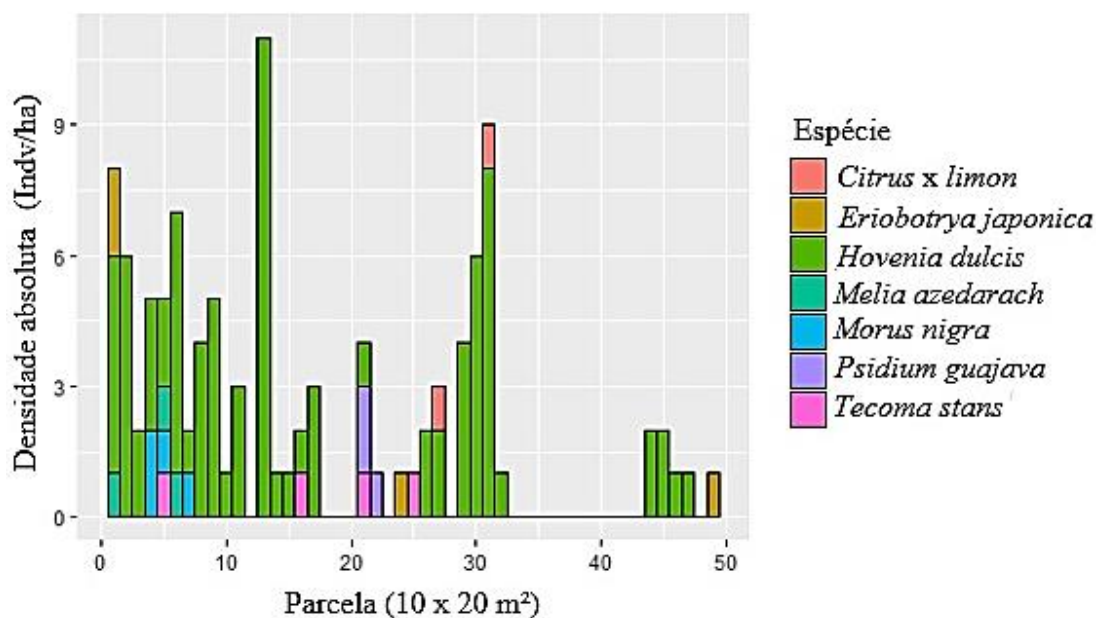
As análises foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018), utilizando para os histogramas o pacote *ggplot* e para o coeficiente de correlação o *vegan*.

6.3 RESULTADOS

Foram identificadas 65 espécies arbóreas e arbustivas, distribuídas em 31 famílias botânicas com 2.045 indivíduos arbóreos de DAP ≥ 5 cm. A família de maior riqueza foi a

Fabaceae (12 espécies). A espécie de maior densidade em número de indivíduos foi *Casearia sylvestris* Sw. (505 ind.). As espécies exóticas identificadas foram *Citrus x limon*, *Eriobotrya japonica*, *Hovenia dulcis*, *Tecoma stans*, *Melia azedarach*, *Morus nigra*, *Psidium guajava*, totalizando 105 indivíduos em 31 parcelas (Figura 1). *Citrus x limon* apresentou dois indivíduos, *Psidium guajava* e *Melia azedarach* três indivíduos e *Eriobotrya japonica*, *Morus nigra* e *Tecoma stans*, respectivamente com quatro indivíduos. *Hovenia dulcis* foi a exótica de maior abundância com 85 indivíduos (Figura 1).

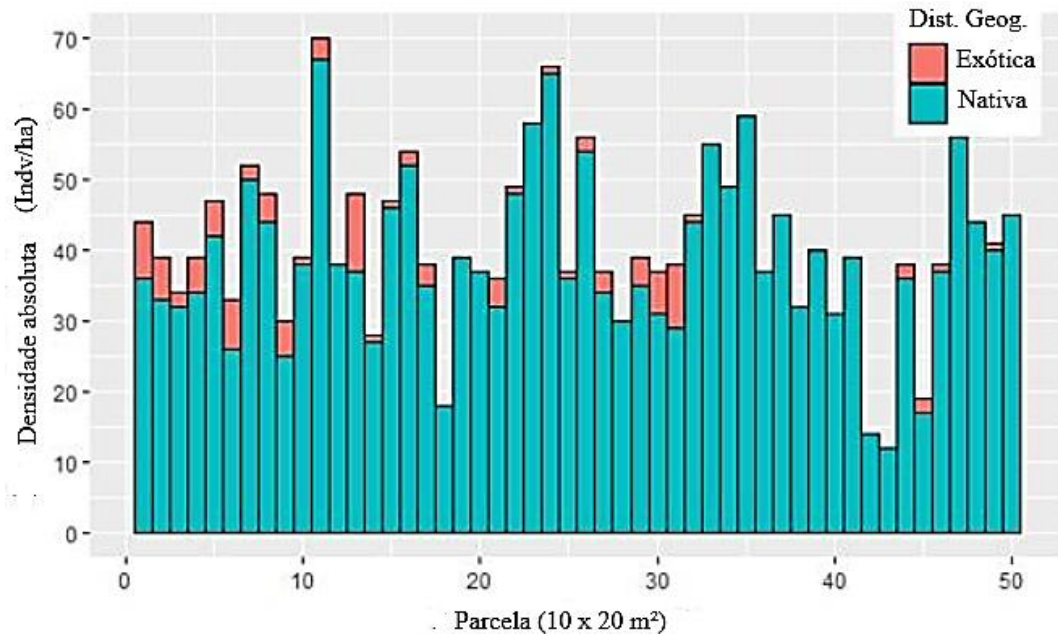
Figura 1 - Histograma de densidade absoluta das sete espécies exóticas amostradas em 1 ha de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.



Fonte: Autora.

A maior frequência das espécies exóticas ocorreu nas parcelas iniciais do trecho de floresta, sendo que a partir da parcela 32 observou diminuição na ocorrência das mesmas (Figura 2), isto é, quanto mais distante da base em direção ao topo da encosta foi observado frequência menor. Tal verificação condiz com o status de conservação da área, na qual foi possível verificar efeitos antrópicos mais visíveis no início do trecho florestal.

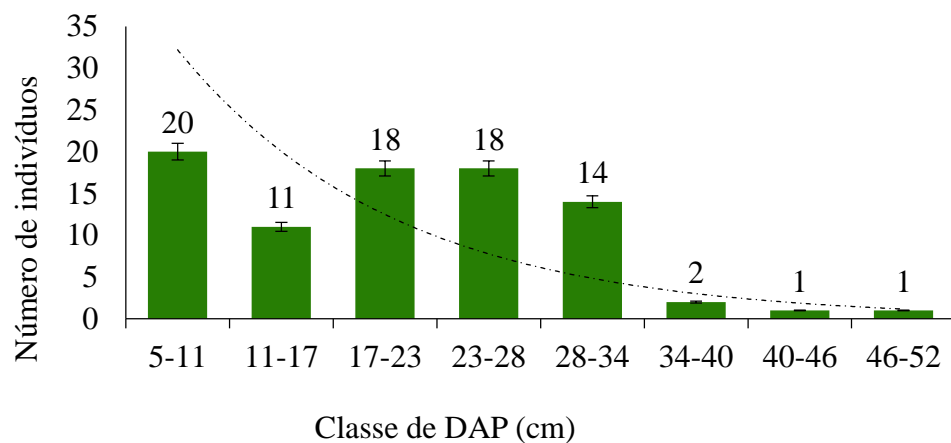
Figura 2 - Histograma de densidade absoluta das espécies arbóreas nativas e exóticas em 50 parcelas de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.



Fonte: Autora.

A espécie exótica de maior abundância (*Hovenia dulcis*), a distribuição diamétrica não apresentou comportamento J-invertido (Figura 3). Provavelmente, a espécie apresentou desequilíbrio em suas taxas demográficas. Pode-se observar que 36,5 % dos indivíduos estão nas duas primeiras classes de DAP (5 -17cm), 58,8 % presentes nas três classes centrais (17-34) e apenas 4,7 % nos intervalos de 34 e 52 cm.

Figura 3 - Distribuição diamétrica da arbórea exótica *Hovenia dulcis*, em intervalo de DAP de 5 cm, em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.



Fonte: Autora.

Quanto ao índice de invasão biológica (IIB = 0,558748), verificou-se pelo somatório dos valores de importância das sete espécies exóticas amostradas (7,845579) que este foi inferior ao VI da *Casearia sylvestris* (14,04135), mas superior VI em relação a metade do mesmo para a espécie nativa.

Pela análise das variáveis ambientais (Tabela 1) com as espécies exóticas, a cobertura de dossel foi a que apresentou maior número de correlações negativas (cinco negativas e uma positiva, ao todo) e as demais com até quatro correlação positiva. Verificou-se para *Citrus x limon* correlação negativa com fósforo (P) e matéria orgânica no solo (MOS), oposto à *Eriobotrya japonica* com correlação positiva em relação ao P e negativa com declividade média. No entanto, inferir sobre a influência das variáveis ambientais sobre a primeira espécie é ineficiente pela presença de apenas dois indivíduos que ocorreram nas parcelas 27 e 31 (Figura 2). *Hovenia dulcis* apresentou correlações fracas e negativas com areia, cota média (Cotm) e correlação positiva fraca com silte. Vale ressaltar, para a mesma espécie, correlação mínima negativa com cobertura de dossel (CD). Para a espécie *Melia azedarach* sua correlação foi positiva com P e negativa com cotm e CD. Essas três variáveis também foram verificadas com a mesma associação para *Morus nigra*.

Tabela 1- Coeficiente de correlação de Spearman entre as espécies exóticas e variáveis ambientais, nível de significância a 5%, em um trecho de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.

(Continua)

Variáveis ambientais	<i>Citrus x limon</i>	<i>Eriobotrya japonica</i>	<i>Hovenia dulcis</i>	<i>Melia azedarach</i>	<i>Morus nigra</i>	<i>Psidium guajava</i>	<i>Tecoma stans</i>
Areia (%)	0,05*	0,00 ^{ns}	-0,26**	-0,06 ^{ns}	0,10*	0,32**	0,32**
Silte (%)	-0,07 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,27**	0,06*	-0,09 ^{ns}	-0,31**	-0,29**
Argila (%)	-0,05 ^{ns}	0,17*	0,05*	-0,01 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,32**	-0,41**
Ph	-0,12 ^{ns}	0,09*	0,19*	0,16*	0,08*	-0,29**	-0,28**
P	-0,30**	0,26**	-0,05 ^{ns}	0,26**	0,23*	0,00 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
K	-0,07 ^{ns}	0,19*	0,14*	0,08*	0,11*	-0,31**	-0,28**
MOS	-0,28**	0,13*	0,13*	0,09*	-0,01 ^{ns}	-0,26**	-0,29**
Al	0,10*	-0,18 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,31**	0,33**
Ca	-0,16 ^{ns}	0,10*	0,12*	0,12*	0,11*	-0,30**	-0,35**
Mg	-0,10 ^{ns}	0,21*	-0,04 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,03*	-0,32**	-0,37**
H.Al	0,00 ^{ns}	0,15*	-0,02 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,11*	0,24*
CTC.ef	-0,15 ^{ns}	0,15*	0,09*	0,09*	0,09*	-0,32**	-0,36**
CTC.pH7	-0,18 ^{ns}	0,19*	0,07*	0,09*	0,08*	-0,33**	-0,36**
V%	-0,13 ^{ns}	0,03*	0,08*	0,07*	0,07*	-0,30**	-0,33**
m%	0,08*	-0,18 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,35**	0,36**
Cotm	0,18*	0,03*	-0,29**	-0,37**	-0,34**	-0,03 ^{ns}	-0,27**

Tabela 1- Coeficiente de correlação de Spearman entre as espécies exóticas e variáveis ambientais, nível de significância a 5%, em um trecho de vegetação secundária em Floresta Estacional Decidual, RS, 2019.

(Conclusão)

Variáveis ambientais	<i>Citrus x limon</i>	<i>Eriobotrya japonica</i>	<i>Hovenia dulcis</i>	<i>Melia Azedarach</i>	<i>Morus nigra</i>	<i>Psidium guajava</i>	<i>Tecoma stans</i>
Desmax	-0,18 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,14 [*]	-0,17 ^{ns}	-0,09 ^{ns}
Decm	0,07 [*]	-0,26 ^{**}	-0,01 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,29 ^{**}	-0,39 ^{**}
CD	0,08 [*]	-0,03 ^{sc.}	-0,20 [*]	-0,31 ^{**}	-0,27 ^{**}	-0,28 ^{**}	-0,45 ^{**}
Pedr %	-0,06 ^{ns}	0,09 [*]	0,01 [*]	-0,15 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,14 ^{ns}

Fonte: Autora.

Em que: Areia: % de areia; Silte: % de silte; Argila: % de argila; pH: pH em H₂O; P: teor de fósforo (mg.dm⁻³); K: teor de potássio (mg.dm⁻³), MOS : % de matéria orgânica no solo; Al: teor de alumínio (cmolc.dm⁻³); Ca: teor de cálcio (cmolc.dm⁻³), Mg: teor de magnésio (cmolc.dm⁻³); H+Al: acidez potencial (cmolc.dm⁻³); CTC.ef : CTC efetiva (cmolc.dm⁻³); CTC.pH7 : CTC a pH=7; V% : saturação por bases; m% : saturação por alumínio; Cotm: cota média (m); Desmax : desnível máximo (m); Decm : declividade média (%); CD : % da cobertura de dossel; Pedr : % de pedregosidade; ns= sem correlação; * = correlação mínima (0 < ρ ≤ 0,25; 0 < ρ ≤ -0,25); ** = correlação fraca (0,25 < ρ ≤ 0,50; -0,25 < ρ ≤ -0,50).

Os maiores números de correlações foram observados com as espécies *Psidium guajava* e *Tecoma stans*. A primeira espécie apresentou correlação negativa com 12 variáveis (silte, argila, pH, potássio (K), MOS, cálcio (Ca), Magnésio (Mg), CTC efetiva (CTC.ef), CTC.pH7, saturação por alumínio (m%), Decm e CD) e positiva com areia, alumínio e m%. O mesmo foi observado para *Tecoma stans*, diferindo apenas com uma correlação negativa a mais para cota média.

6.4 DISCUSSÃO

A floresta em estágio de regeneração natural implica em uma organização diferente das florestas originais, devido à estrutura e composição (CHAZDON, 2016). No entanto, na presença de obstáculos para a recuperação desta mesma floresta, a sucessão ecológica em processo contínuo baseia-se na composição florística após distúrbios e uma nova fisionomia se forma com suas próprias características (CHAZDON, 2016). Assim, uma das consequências na estrutura florestal, foi observado nos resultados quanto ao número de espécies exóticas invasoras amostradas, as quais integraram a composição arbórea da Floresta Estacional Decidual com suas respectivas populações. Ao comparar com o número de indivíduos de *Casearia sylvestris*, espécie de maior VI, para o total de indivíduos em toda a área de amostragem, *Hovenia dulcis* apresentou 21% da distribuição das árvores no trecho de encosta

de floresta, estando em quinto lugar no valor de importância para toda a comunidade arbórea (Ver Artigo 1).

As exóticas amostradas foram relatadas em outros levantamentos arbóreos da região Sul, como verificado em Venzke, Mattei e Costa (2018), Guidini et al. (2014), Lazarin et al. (2015) e Grings e Brack (2009). Zenni e Ziller (2011), em um estudo mais detalhado das plantas invasoras no Brasil registraram *Tecoma stans* como a terceira maior espécie invasora com 239 registros e *Hovenia dulcis* com 126 ocorrências. As mesmas autoras consideraram o bioma Mata Atlântica como o mais ameaçado à conservação das espécies nativas.

De uma forma geral, os maiores registros das exóticas são descritos em áreas que apresentam distúrbios antrópicos (ZENNI; ZILLER, 2011; SCIPIONI et al., 2009; DENSLOW; DEWALT, 2008). Isso se deve porque um dos fatores de facilitação é que florestas secundárias, em estágios iniciais e intermediários, apresentam maiores níveis de luminosidade que as florestas primárias (CHAZDON, 2016), condição favorável ao estabelecimento das exóticas, uma vez que essas são, na maioria, heliófitas e com exigências ambientais menos seletivas. No entanto, Padilha, Loregian e Budke (2015) destacaram a ocorrência da *Hovenia dulcis* em áreas sob diferentes condições de conservação, observando que a mesma ocorreu tanto em áreas suscetíveis à fragmentação como aquelas consideradas conservadas em Floresta Atlântica Subtropical. Isto é, indica que a presença de *Hovenia dulcis* não ocorre somente em áreas alteradas.

Mesmo que essas sejam mais vulneráveis a tais condições é preciso compreender que espécies exóticas invasoras apresentam características de estabelecimento favoráveis a sua ocorrência em diferentes ecossistemas. A espécie *Psidium guajava* é considerada uma das piores invasoras em ecossistemas insulares como também em áreas continentais da América do Norte e Sul (GREEN et al., 2004; REASER et al., 2007; SHIFERAW; DEMISSEW; BEKELE, 2018). *Tecoma stans* tem seus maiores registros no estado do Paraná sendo proibida qualquer meio de propagação (ZENNI; ZILLER, 2011). Como consequência se tem a perda de hábitat e redução no pool genético (DOWNEY; RICHARDSON, 2016).

Ao decorrer da sucessão secundária *Hovenia dulcis* apresentou seu máximo potencial de invasão, também conhecida como “fase log” (AIKIO et al., 2010). Ainda, a população da espécie representou os diferentes locais em estágios mais intermediários de sucessão na floresta, devido ao processo de fragmentação, fato observado com a maior frequência da mesma nas primeiras parcelas. No entanto, conforme os processos sucessionais foram ocorrendo, a sua população apresentou uma dinâmica irregular, tanto pela disponibilidade de recursos como pelas interações bióticas na floresta. Considerando que no trecho de floresta a abertura de dossel

favoreça a disponibilidade de luz para o interior da comunidade arbórea, por ser uma área de encosta conjunta a patamares descontínuos, a intensidade lumínica é diferente entre os locais, confirmando a maior abundância da espécie em locais de menores variações altitudinais, áreas mais baixas com maior cobertura de dossel.

Supõe-se que na área de estudo, com o desenvolvimento da floresta para fases de sucessão mais avançadas, com maior sombreamento, o desenvolvimento da espécie pode ser prejudicado, uma vez que a mesma é intolerante à sombra (REJMÁNEK, 2014). Segundo Chazdon (2016), áreas florestais após abandono agrícola favorecem o crescimento e estabelecimento de espécies pioneiras por um curto período de tempo. As mudanças nas interações durante a sucessão florestal, por exemplo, formação do sub-bosque e consecutivo maior sombreamento e maior umidade, as espécies que não toleram essas condições ambientais tendem a diminuir (CHAZDON, 2016). Isso pode ser importante e ao longo do tempo, diante das mudanças temporais e do fluxo contínuo da floresta, a ocorrência das espécies exóticas tende a decrescer. Por exemplo Longhi-Santos et al. (2017) em Floresta Ombrófila Mista, observaram relação negativa entre a variável luminosidade e desenvolvimento de plântulas de *Hovenia dulcis*, inferindo que as espécies nativas mais abundantes de uma área com características fenológicas diferente da exótica tendem a manter o controle na regeneração da invasora.

Da mesma forma a invasão por espécies exóticas pode estar relacionada com os mecanismos que explicam a relação causal com o ambiente, isto é, a variação de espécies exóticas, neste caso estaria atrelado a duas causas: área alterada por efeitos antrópicos e diferenciação de nicho relacionado a disponibilidade de recursos. De acordo com Stohlgren et al. (2006), o estabelecimento das espécies exóticas está diretamente relacionado com as condições locais que refletem na heterogeneidade ambiental, corroborando com os resultados obtidos entre a correlação das variáveis ambientais e as espécies: umas alocadas em solos mais arenosos, tolerantes ao elemento tóxico alumínio no solo, nos locais mais planos com maior abertura de dossel; outras relacionadas ao locais de menores cotas altimétricas, geralmente nos platôs da encosta florestal. Além disso, a correlação negativa da cobertura de dossel indicou uma importante condição ambiental quanto à estrutura da floresta em relação a exclusão de espécies exóticas, também observado por Longhi- Santos et al. (2017) e Pearson et al. (2018).

Quanto ao índice de contaminação por espécies exóticas, o mesmo foi inferior ao encontrado por Guidini et al (2014) e superior ao de Lazarin et al. (2015). Diferença causada pela riqueza e abundância de espécies invasoras e fortemente influenciado pela exótica de maior VI. O primeiro trabalho verificou a distribuição de 167 indivíduos para cinco exóticas, sendo

uma delas *Citrus x limon*. Já o segundo amostrou 33 indivíduos de *Hovenia dulcis* e 12 indivíduos de *Citrus*. Os mesmos autores apresentaram dados que representam o índice de invasão biológica das espécies exóticas na diversidade da flora em áreas de Santa Catarina (SC). É possível afirmar que a invasão biológica mais agressiva foi da espécie *Hovenia dulcis* em relação à sua abundância.

6.5 CONCLUSÃO

Foi possível observar que o componente arbóreo apresentou sete espécies exóticas com *Hovenia dulcis* apresentando maior número de indivíduos. Esta espécie não apresentou distribuição diamétrica esperada com a curva exponencial negativa, indicando possível desequilíbrio nas suas taxas demográficas.

Pelo índice de invasão biológica percebeu-se que as exóticas apresentaram importância inferior a espécie *Casearia sylvestris*, porém valor superior a metade do VI da mesma nativa, indicando que as exóticas estão participando da dinâmica do componente arbóreo. No entanto, com o passar do tempo e com a floresta mais avançada no estágio de sucessão, as exóticas poderão decrescer em número, uma vez que observando a relação das espécies com as variáveis ambientais apenas cobertura de dossel apresentou maior valor de correlações, indicando ser uma variável importante para o controle dessas espécies, principalmente para *Hovenia dulcis*.

6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKIO, S.; DUNCAN, R. P.; HULME, P. E. Lag phases in alien invasions: separating the facts from the artefacts. **Oikos**, Bélgica, v. 119, n. 2, p. 370-378, 2010.

APG IV. Angiosperm Phylogeny IV. An update of the Angiosperm phylogeny Grop classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p.711–728, 2013.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de Florestas**: regeneração na era do desmatamento. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 431 p.

DENSLOW, J. S.; DEWALT, S. J. Exotic plant invasion in tropical forest: patterns and hypothesis. In: CARSIN, W.; SCHNITZER, S. (eds). **Tropical Forest Community Ecology**. New York: Wiley-Blackwell Publishing, p. 409-426, 2008.

DOWNEY, P.; RICHARDSON, D. M. Alien plant invasions and native plant extinctions: a six threshold framework. **AoB PLANTS**, Oxford, v. 8, p. 1- 47, 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. CNPS- Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS, 2011. 225 p.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia**. Brasília: UnB, 2003. 68 p.

GUIDINI, A. L. et al. Invasão por espécies arbóreas exóticas em remanescentes florestais no planalto sul catarinense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 469-478, 2014.

GREEN P.T., LAKE P.S., O'DOWD J.D. Resistance of island rainforest to invasion by alien plants: Influence of microhabitat and herbivory on seedling performance. **Biological Invasions**, Holanda, v. 6, pg. 1-9, 2004.

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 HÓRUS. **Instituto hórus de desenvolvimento e conservação ambiental**. Disponível em: < <http://www.intitutohorus.org.br> > Acesso 18 de setembro de 2018.

JBRJ. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Lista de Espécies da flora do Brasil**. Disponível em < www.floradobrasil.jbrj.gov.br.> Acesso em 18 de setembro de 2018.

LAZZARIN, L. C. et al. Invasão Biológica por *Hovenia dulcis* Thunb. em fragmentos florestais na região do alto Uruguai. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 6, p. 1007-1017, 2015.

LEMMON, P. E. A new instrument for measuring forest cover density. **Journal of Forestry**, Oxford, v. 55, n. 9, p. 667-668, 1957.

LIMA, L. Espécies invasoras. **Revista Galileu**, São Paulo, v. 145, p. 45-46, 2003.

LONGHI-SANTOS, T. et al. Influência de variáveis ambientais no estabelecimento de plântulas de *Hovenia dulcis* em Floresta Aluvial. **Revista Espacios**, Venezuela, v. 38, n. 14, p. 28-37, 2017.

MIELKE, E. C. et al. Espécies exóticas invasoras arbóreas no parquet da barreira em Curitiba: registros e implicações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 327-336, 2015.

OLIVEIRA FILHO, A.T. et al. Differentiation of stream side and upland vegetation in the area of montane and semideciduous Forest in southeastern Brazil. **Flora**, Oxford, v.189, n 4, p. 287-305, 1994.

PADILHA, D. L.; LOREGIAN, A. C.; BUDKE, J. C. Forest fragmentation does not matter to invasions by *Hovenia dulcis*. **Biodiversity and Conservation**, Netherlands, v. 24, n. 9, p. 2293–2304, 2015.

PARKER, I. M. et al. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, Holanda, v, 1, n, 1, p 3-19, 1999.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. cap. 3, p. 33-51.

PEREIRA, B. A.; FILGUEIRAS, T. S. Levantamento qualitativo das espécies invasoras da Reserva Ecológica do IBGE, Brasília (DF), Brasil. **Caderno de Geociências**, Salvador, v. 1, p. 29-38, 1988.

PEARSON, D. E. et al. The fluctuating resource hypothesis explains invasibility, but not exotic advantage following disturbance. **Ecology**, New York, v. 99, n. 6, p. 1296–1305, 2018.

PYŠEK, P. On the terminology used in plant invasion studies. In: PYŠEK, P.; PRACH; M.; REJMANEK, W. M. (eds.). **Plant invasions: general aspects and special problems**. Amsterdam: Academic Publishing, p 71-81, 1995.

REASER, J. K. Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. **Environmental Conservation**, Newcastle, v. 34, n. 2, p. 98-111, 2007.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 18 de setembro de 2018.

REJMANEK, M. Invasive trees and shrubs: where do they come from and what we should expect in the future? **Biological invasions**, Knoxville, v. 16, n. 3, p. 483-498, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. **Secretaria Estadual do Meio Ambiente**. Portaria SEMA nº 79_2013- Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras RS e demais classificações_ normas e outras providências. Disponível em:< http://www.sema.rs.gov.br/classificações_normativas> Acesso em 18 de setembro de 2016.

SANTOS, R. S. dos. et al.; **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. Ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

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

SHIFERAW, W.; DEMISSEW, S.; BEKELE, T. Invasive alien plant species in ethiopia: ecological impacts on biodiversity a review paper. **J Mol Biol Open Access**, Itália, v.3, p. 169–176, 2018.

SOBRAL, M. et al. **Flora arbórea e arborecente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2013. 357 p.

STOHLGREN, T. J. et al. Scale and plant invasions: a theory of biotic acceptance. **Preslia – The Journal of the Czech Botanical Society**, v. 78, p. 405-426, 2006.

VENZKE, T. S. L.; MATTEI, V. L.; COSTA, M. A. D. Exotic woody plants in Pelotas, Rio Grande do Sul, southernmost Brazil. **Check List: The Journal of Biodiversity Data**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 203-211, 2018.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 264 p.

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. Invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. In: instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto-sustentabilidade (Ideas). **Ciência Hoje**, Brasília, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.

7 ARTIGO IV - ATRIBUTOS FUNCIONAIS COMO PREDITORES ECOLÓGICOS NA MONTAGEM DA COMUNIDADE ARBÓREA DURANTE A SUCESSÃO SECUNDÁRIA

Resumo

O estudo teve como objetivo analisar as estratégias ecológicas das principais espécies arbóreas, pela análise dos atributos funcionais: área foliar, área foliar específica, diâmetro máximo, altura máxima, síndromes de dispersão, guildas de regeneração e regime de renovação foliar. Os quatro primeiros atributos funcionais foram quantificados utilizando metodologia específica, ao passo que o restante por meio de revisão de literatura. Utilizou-se uma PCoA para verificar quais espécies são aquisitivas e conservativas; um dendrograma utilizando a distância UPGMA na verificação dos atributos funcionais por grupos; uma correlação de Pearson entre os atributos funcionais e uma análise CWM-RDA na verificação das variáveis ambientais que desempenharam papel chave na composição florística, considerando os atributos funcionais. Todas as análises foram realizadas no programa R. A maioria das espécies foi classificada como clímax exigente de luz e com dispersão zoocórica como a mais importante. As espécies apresentaram a plasticidade fenotípica como importante estratégia ecológica na composição dos seus atributos funcionais, principalmente quando relacionadas a área foliar e área foliar específica. A maioria das espécies pertenceram ao grupo das aquisitivas, característica de vegetação secundária em estágios recentes de regeneração. O grupo das aquisitivas e conservativas indicam o potencial de resiliência da comunidade arbórea e os processos de mudança na sucessão ecológica. Foi verificada forte correlação negativa entre os atributos foliares e positiva com diâmetro e altura, ambas as correlações relacionadas ao crescimento-desenvolvimento da planta. Das variáveis ambientais, apenas pH, K e cota média tiveram relação com os atributos, indicando ser importantes condições ambientais para o estabelecimento das espécies amostradas. Além disso, verificou-se que a composição de espécies está atrelada a várias condicionantes de estratégias ecológicas associadas com as mudanças no meio ambiente. Assim, os atributos funcionais são importantes mecanismos para formar e estruturar as comunidades de espécies florestais e devem ser abordados juntos com a caracterização das florestas.

Palavras-chave: estratégias ecológicas, plasticidade fenotípica, variáveis ambientais

Abstract

The objective of this study was to analyze the ecological strategies of the main tree species, by analyzing the functional attributes: leaf area, specific leaf area, maximum diameter, maximum height, dispersion syndromes, regeneration guilds and foliar renewal regime. The first four functional attributes were quantified using specific methodology, while the remainder by literature review. For the analysis of the data, a PCoA was used to verify which species are acquisitive and conservative. A dendrogram using the UPGMA distance in the verification of functional attributes by groups, Pearson correlation between the functional attributes and a CWM-RDA analysis in the verification of the environmental variables that played a key role in floristic composition, considering the functional attributes. All analyzes were performed in program R. Most species were classified as light demanding climax, with zoocoric dispersion

as the most important. The species presented phenotypic plasticity as an important ecological strategy in the composition of their functional attributes, especially when related to leaf area and specific leaf area. The majority of the species belonged to the group of the acquisitive ones, characteristic of secondary vegetation in recent stages of regeneration. The group of the acquisitive and conservative indicate the resilience potential of the tree community and the processes of change in ecological succession. There was a strong negative correlation between leaf and positive attributes with diameter and height, both correlations related to plant growth and development. From the environmental variables, only pH, K and average level had relation with the attributes, indicating important environmental conditions for the establishment of the species sampled. In addition, it was found that the composition of species is linked to several conditioning factors of ecological strategies associated with changes in the environment. Thus, functional attributes are important mechanisms to form and structure communities of forest species and should be addressed together with the characterization of forests.

Keywords: ecological strategies, phenotypic plasticity, environmental variables

7.1 INTRODUÇÃO

A fragmentação florestal é o processo pelo qual se transforma as áreas antes contínuas em remanescentes isolados ou trecho de vegetação modificado devido a ação antrópica, diminuindo a riqueza de espécies, o estoque de carbono, bem como as atividades ecossistêmicas que interferem na estrutura e funcionamento do ecossistema (LAURANCE et al., 2006; MAGNAGO et al., 2014).

O funcionamento do ecossistema, por sua vez, está relacionado com o meio abiótico e biótico nele presente (MAYFIELD, 2006). Assim, o conjunto de plantas com seus atributos funcionais combinados determinam essas relações de aptidão ecológica, tanto pelas interações entre as espécies como pela forma de resposta às variações ambientais (SOSINSKI-JÚNIOR; PILLAR, 2004).

Em áreas geralmente abandonadas pós-atividade agrícola, por exemplo, em solos mal manejados, a regeneração natural melhora as condições edáficas com a crescente matéria orgânica e disponibilidade de nitrogênio. A melhoria na qualidade do solo, retenção de água e fertilidade favorecem a colonização de espécies menos tolerantes ao estresse abaixo do solo e mais tolerantes as taxas de cobertura de dossel (CHAZDON, 2016).

Assim, atributos funcionais são considerados todas as características morfológicas e fisiológicas que influenciam no estabelecimento, desenvolvimento e sobrevivência de uma planta (VIOLLE et al., 2007) e a combinação desses atributos representam as estratégias ecológicas das plantas quanto à aquisição e uso dos recursos disponíveis no ambiente (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Do mesmo modo, é importante ressaltar que essas

características distinguem as espécies nos diferentes estágios de sucessão, as quais são determinantes na taxa demográfica e direcionam as mudanças e composição arbórea durante a regeneração florestal (CHAZDON, 2016). As espécies se estabelecem de acordo com a disponibilidade de recurso e capacidade de investimento, denominadas de conservativas e aquisitivas (DÍAZ et al., 2004; REICH, 2014), representam este contexto de partição de nichos ecológicos, estrutura vertical da floresta e distribuição das populações pelo gradiente ambiental (SOUZA et al., 2017).

Estas estratégias ecológicas que as plantas possuem podem trazer inferências com relação ao potencial de resiliência de uma área fragmentada. Com as medições dos atributos funcionais que, quando, combinados diante da similaridade de suas funções ecológicas, podem esclarecer o papel de funcionamento da comunidade arbórea (FREITAS; MANTOVANI, 2017). Por meio do conjunto de plantas com redundância funcional, isto é, estratégias ecológicas similares, verifica-se a condição das mesmas em alocar-se nas áreas sob distúrbio antrópico (PILLAR et al., 2013).

Com isso, considerando a importância de entender e interpretar as múltiplas relações ecológicas que influenciam a dinâmica sucessional das espécies em áreas modificadas pela degradação ambiental, o estudo tem como objetivo: mensurar os traços funcionais das principais espécies arbóreas presentes na composição florística, para inferir na distribuição das mesmas em grupos funcionais e suas interações ecológicas; analisar quais variações ambientais influenciaram as espécies com relação aos seus atributos funcionais, em um trecho de Floresta Estacional Decidual, no rebordo do Planalto Meridional do Rio Grande do Sul.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

7.2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em um trecho de Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2012), nas coordenadas 29°35'19.19"S e 53°21'47.63"O, município de Dona Francisca, RS. O clima da região é classificado como Cfa - Subtropical úmido, com temperaturas máxima de 18 °C no inverno e superiores a 22 °C no verão, com chuvas bem distribuídas o ano todo (ALVARES et al., 2013).

A área no passado sofreu corte raso da vegetação para a atividade agrícola, sendo, posteriormente, abandonada e a regeneração ocorreu naturalmente. Na área, é possível verificar a presença de nascentes, pequenos cursos d'água e um relevo ondulado a forte ondulado com

associação de solos característicos da região como Argissolos, Cambissolos e Neossolos (PEDRON et al., 2007; PEDRON; DALMOLIN, 2011).

7.2.2 Determinação dos atributos funcionais

A partir da análise dos estimadores fitossociológicos, as 19 espécies arbóreas nativas, que representaram 84,4 % da cobertura vegetal, foram selecionadas para o estudo dos atributos funcionais. Utilizou-se esse critério de seleção das espécies a metodologia proposta por Cornelissen et al. (2003) e Perez- Harguindeguy et al. (2013), os quais afirmam que a abundância das espécies compondo 80 % da composição florística é suficiente para representá-la como um todo.

Para os atributos funcionais (área foliar, área foliar específica, altura máxima e diâmetro máximo), foram selecionados de forma aleatória 10 indivíduos por espécie. Para a determinação da área foliar e área foliar específica, em cada indivíduo foram coletadas 20 folhas, do terço mediano a superior da copa, com incidência luminosa, preferencialmente as sadias (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Posteriormente, em laboratório as folhas foram fotografadas e determinada a área foliar por meio do programa ImageJ (RASBAND, 2007). Em seguida as folhas foram mantidas em estufa até atingir peso constante. A área foliar específica foi determinada pela razão entre a área foliar (cm²) e o peso seco (g). Para a altura e DAP foram selecionados aqueles que apresentassem os 10 maiores valores e realizada a média (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Quanto aos atributos funcionais categóricos (síndrome de dispersão, guildas de regeneração e regime de renovação foliar) utilizou-se revisão de literatura especializada, sendo as espécies separadas em zoocóricas, anemocóricas e autocóricas; pioneiras, clímax exigente de luz e clímax tolerante à sombra; decíduas ou perenifólias (VAN der PIJL, 1982; OLIVEIRA-FILHO et al., 1994; LORENZI, 1998; 2000; CARVALHO, 2003).

7.2.3 Coleta das variáveis ambientais

Foram coletadas amostras de solo em cada parcela e determinada as propriedades químicas e físicas pelo Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos da UFSM. Para as propriedades químicas utilizou-se o pH (pH em H₂O); teores de fósforo (P), potássio (K), matéria orgânica no solo (% MOS), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e calculados a acidez potencial (H+Al), CTC efetiva (CTCef), CTC a pH=7 (CTCpH7), saturação por bases

(V%), saturação por alumínio (m%). Das propriedades físicas quantificou-se a % areia, % silte, % argila pela Embrapa (2011).

As variáveis topográficas: cota média (m), desnível máximo (m) e declividade média (%); foram obtidas em cada parcela com auxílio do Global Positioning System (GPSMAP 76CSx) e clinômetro de Suunto, utilizando a metodologia adaptada de Oliveira-Filho et al. (1994).

A porcentagem de pedregosidade, de cada parcela, foi realizada de forma visual e classificada em quatro classes, segundo metodologia adaptada de Santos et al. (2013). A cobertura do dossel foi obtida com o densiômetro esférico côncavo modelo A (LEMMON, 1957), através de quatro leituras no sentido norte, sul, leste e oeste ao centro de cada parcela.

7.2.4 Análise dos dados

Foi utilizada uma matriz com os atributos funcionais e espécies arbóreas, transformada em matriz de dissimilaridade pela distância de Gower (GOWER, 1971) e realizada uma ordenação PCoA para separar as espécies arbóreas em relação as suas estratégias ecológicas, sendo aquisitivas (retorno rápido em investimento) ou conservativas (investem a longo prazo na aquisição de recursos). Considerou-se aquisitivas aquelas que se relacionaram de forma negativa com o eixo e conservativas as espécies com valores positivos (SILVA et al., 2015). Após foi realizada, utilizando a mesma matriz, uma análise de Cluster, a fim de verificar quais atributos funcionais são importantes na formação dos grupos funcionais, considerando as espécies separadas em aquisitivas e conservativas, por meio do método de ligação UPGMA. Para esta análise, a sua eficácia foi verificada pelo coeficiente de correlação cofenética (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; BOCARD; GILLET; LEGENDRE; 2011).

Posteriormente, para as duas próximas análises foram utilizados os atributos funcionais contínuos. Segundo Laureto, Cianciaruso e Samia (2016), em algumas investigações para entender os processos ecossistêmicos de interesse, se faz preferível selecionar os atributos que mais condizem com a estrutura da comunidade arbórea e que representam a estreita relação das espécies e do ambiente, selecionando assim os atributos chaves quantitativos, os quais geralmente são mais efetivos na identificação da variabilidade interespecífica. Assim, a fim de analisar a dependência entre esses atributos funcionais e na composição das espécies nesses grupos, utilizou-se a correlação de Pearson (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998), o qual varia de -1 a 1, sendo quanto mais próximo aos extremos maiores é a relação de linear positiva ou negativa.

Para verificar a resposta dos atributos funcionais em relação às variáveis ambientais amostradas no trecho florestal, primeiramente, foi gerada uma matriz dos atributos funcionais de cada espécie pela sua abundância por parcela, utilizando a técnica CWM (média ponderada dos atributos da comunidade, segundo Garnier et al., (2004) e realizada a análise de redundância RDA para plotar os atributos funcionais e suas variáveis ambientais significativas ($p < 01$). Todas as análises foram realizadas no software estatístico R, utilizando os principais pacotes como *vegan*, *FD* e *ade4* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

7.3 RESULTADOS

Considerando os atributos categóricos e contínuos (Tabela 1), três espécies foram consideradas clímax tolerante a sombra e o restante clímax exigente de luz. Apenas uma espécie com síndrome de dispersão por autocoria, quatro espécies anemocóricas e 14 sendo zoocóricas. Do regime de renovação foliar, sete decíduas e 12 perenifólias. Já quanto aos atributos contínuos, as espécies com folhas de maiores tamanhos foram *Cabrlea canjerana* e *Cedrela fissilis*. A espécie de folhas menores foi *Casearia decandra*. Em relação ao maior valor observado para a área foliar específica, *Cedrela fissilis*, *Machaerium paraguariense* e *Casearia decandra* destacaram-se das demais, demonstrando serem espécies de folhas menos longevas, menos resistentes as condições físicas e biológicas como, também, investem menos na estrutura foliar quando comparado as demais espécies arbóreas. *Actinostemon concolor* apresentou menor altura e diâmetro, como já esperado por ser uma espécie de sub-bosque, o oposto quando observado para a *Nectandra lanceolata*.

Analisando os valores gerados no eixo 1 da PCoA (Tabela 1), em relação às estratégias de alocação de recursos (aquisitivas e conservativas), sete espécies arbóreas apresentaram características conservativas e 12 foram consideradas aquisitivas. Estas últimas, o maior grupo representado pelo predomínio das espécies com estratégias mais rápidas quanto ao investimento em recursos, eg. água, luz e nutrientes, folhas com maior absorção de luminosidade por unidade de biomassa (área foliar específica), folhas mais membranáceas e a maioria com crescimento maior em altura e diâmetro.

Tabela 1 - Espécies arbóreas aquisitivas e conservativas, com seus respectivos atributos funcionais, amostradas em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, RS, Brazil, 2019.

Grupo	Atributos funcionais							PCoA
	AF (cm ²)	AFE (cm ² g) ⁻¹	Hmax (m)	Dmax (cm)	GR	SD	RF	
1- Espécies conservativas								0,3781*
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	29,61	78,38	14,8	17,84	CEL	An	D	0,2057
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	38,95	64,07	16,5	17,82	CEL	An	D	0,2132
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	450,5	287,46	14,8	23,95	CEL	An	D	0,3046
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	85,0	257,37	14,2	15,08	CEL	An	D	0,2414
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	522,3	118,62	18	29,87	CEL	Zo	D	0,1243
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	36,75	104,02	14,45	33,07	CEL	Zo	D	0,0831
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	8,36	256,06	10,3	15,60	CTS	Zo	D	0,0442
2- Espécies aquisitivas								0,3781*
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	30,17	124,02	22,2	46,97	CEL	Zo	P	-0,1186
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	18,83	142,87	18,75	40,30	CEL	Zo	P	-0,1012
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	39,14	245,59	18,3	39,54	CEL	Zo	P	-0,0694
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	294,6	105,96	14,3	20,02	CEL	Zo	P	-0,0690
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	158,2	104,01	13,25	17,45	CEL	Zo	P	-0,0788
<i>Allophylus edulis</i> (A.St- Hil.et.al.) Hieron. ex Niederl.	26,21	163,56	11,5	15,19	CEL	Zo	P	-0,0915
<i>Annona neosalicifolia</i> H. Rainer	35,62	228,81	8,2	12,29	CEL	Zo	P	-0,0990
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	21,74	142,54	10,9	16,51	CEL	Zo	P	-0,0983
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	18,84	165,26	13,95	16,85	CEL	Zo	P	-0,0752
<i>Inga marginata</i> Willd.	83,81	143,74	13,7	16,95	CEL	Zo	P	-0,0743
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	15,94	92,99	4,75	6,47	CTS	Au	P	-0,1717
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	334,1	114,3	9,9	21,53	CTS	Zo	P	-0,1690

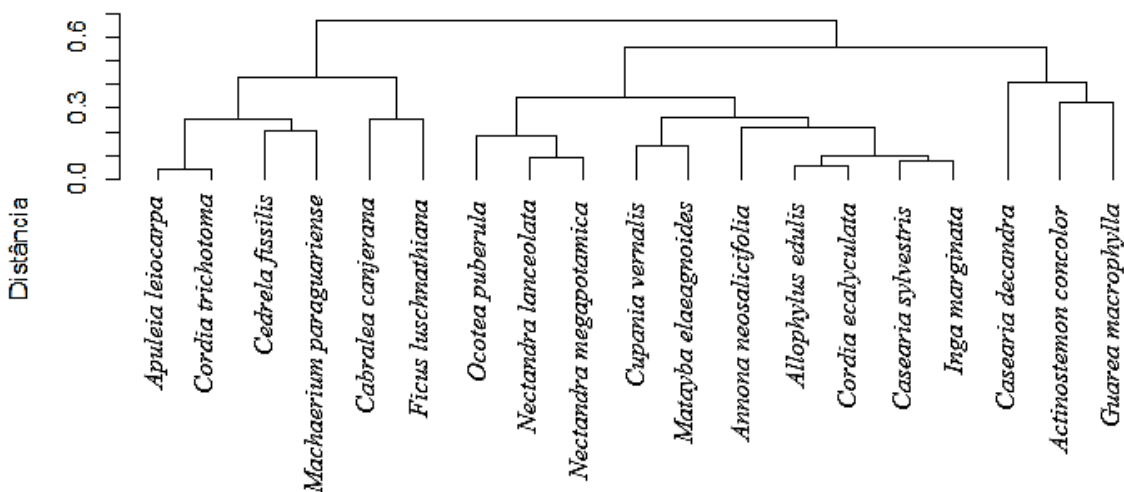
Fonte: Autora.

AF = área foliar; AFE = área foliar específica; Hmáx = altura máxima; Dmáx = diâmetro máximo; GR = guildas de regeneração (CTS = clímax tolerante a sombra; CEL= clímax exigente de luz), SD = síndrome de dispersão (Au = autocórica; An = anemocórica; Zo = zoocórica); RF = regime de renovação foliar (P = perenifólia; D = decídua). *autovalor da PCoA

O coeficiente de correlação cofenética para a análise de agrupamento (Figura 1), representou resultado satisfatório quanto à sua interpretação, com valor de 91 %. Verificou-se a formação de dois grupos associados pelo atributo funcional síndrome de dispersão e guildas

de regeneração. O primeiro grupo apresentou duas subdivisões, sendo o subgrupo das espécies zoocóricas e outro das anemocóricas, ambos com espécie clímax exigente de luz e decíduas. O segundo grupo foi formado pelas espécies divididas entre clímax tolerante a sombra e o maior subgrupo formado pelas espécies pertencentes a categoria clímax exigente de Luz, com síndrome de dispersão zoocóricas e perenifólias.

Figura 1 - Dendrograma utilizado para verificar a organização das espécies em grupos funcionais, em Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.

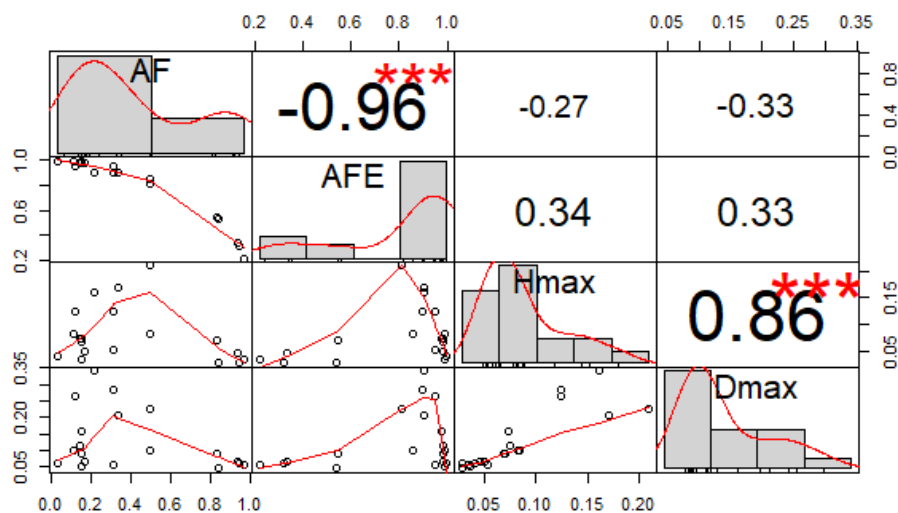


Fonte: Autora.

Apenas *Casearia decandra* apresentou comportamento diferente, quando analisado em conjunto a ordenação e ao dendrograma. A mesma espécie que pertenceu ao grupo das conservativas juntou-se as do grupo separado pela guilda de regeneração, no entanto pelo autovalor da PCoA é possível verificar que a mesma apresentou menor autovalor, aproximando-se mais para uma separação de eixo. No mais, tanto na identificação dos grupos funcionais como na separação das espécies em aquisitivas e conservativas, observou-se a mesma divisão entre as espécies.

Considerando a análise de correlação entre os traços funcionais contínuos para a área foliar e área foliar específica, foi observada forte correlação linear negativa o que indica proporção inversa. Para altura máxima e diâmetro máximo, forte correlação linear positiva, aumentam na mesma proporção (relação H/D). Para as demais correlações não foi verificado relação linear que demonstre dependência entre as mesmas. Por exemplo, a magnitude de variância entre AFE e Dmax equivale a 10 %, isto é, a variação entre as duas se dá a outros fatores e a relação entre as mesmas não é explicada (Figura 2).

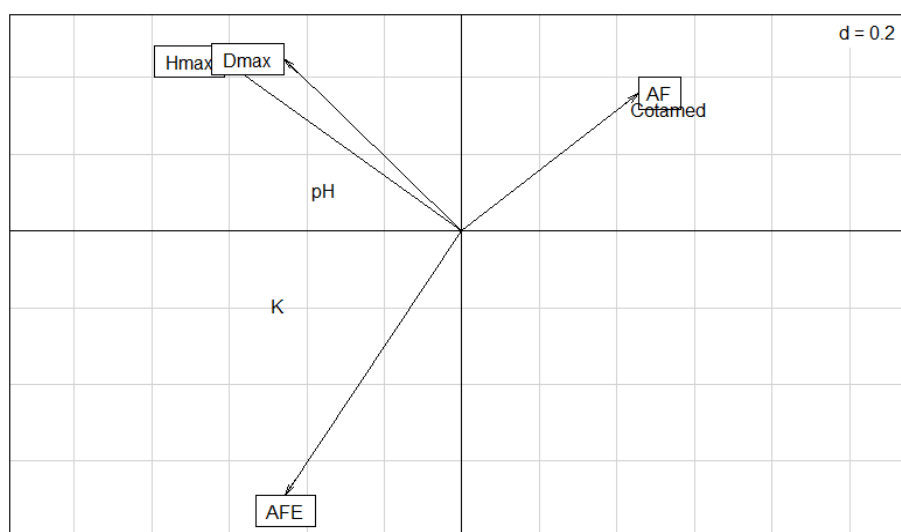
Figura 2 - Correlação de Pearson entre os traços funcionais contínuos relacionados a 19 espécies mais abundantes de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

Três variáveis ambientais relacionadas as propriedades do solo e relevo foram significativas, explicando 46 % dos atributos funcionais na análise RDA (Figura 3), sendo que primeiro eixo na ordenação explicou 46,07 % e o segundo com 32,24 %.

Figura 3 - Análise CWM-RDA em relação aos cinco traços funcionais contínuos e variáveis ambientais significativas ($p < 0,1$) de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil, 2019.



Fonte: Autora.

Cota média apresentou relação com as espécies que apresentam folhas maiores, indicando que nas partes mais altas do trecho florestal, foram preferenciais para aquelas que investem mais na construção das folhas, as quais apresentam maior teor de matéria seca, são geralmente mais coriáceas. Oposto ao vetor da área folia (AF), as espécies com maiores áreas foliares específicas foram preferenciais pelos solos com maior concentração de potássio, nos locais de menores variações em altitude. Já os atributos relacionados a altura e DAP apresentaram estreita relação com pH no solo.

7.4 DISCUSSÃO

As espécies mais representativas amostradas conjuntamente aos seus atributos funcionais demonstraram como a composição de uma comunidade arbórea é formada ao longo do tempo. Diante das suas estratégias ecológicas e interações com as condições locais, as espécies apresentam mecanismos para se estabelecer, desenvolver e manter sua população em diferentes condições ambientais (SOBOLESKI et al., 2017; MISSIO et al., 2017; MASON et al., 2005). Isso se deve, pela variação dos atributos funcionais de cada planta, bem como pela plasticidade fenotípica entre os mesmos (SCHEINER et al., 2016), os quais diante das condições impostas pelo ambiente, apresentam a relação *trad-off* entre suas estratégias (BARALOTO; GOLDBERG; BONAL, 2005), como variações no tamanho da folha ou na capacidade fotossintética por investimento em biomassa, ambas inversamente proporcionais, em relação a captação por luz (REICH et al., 2003). Ainda, a relação positiva entre altura e diâmetro se deve a proporção de investimento vertical da planta e suporte mecânico do fuste, sendo uma associação importante para a estratégia da planta quanto ao vigor competitivo, forma de crescimento e resiliência aos distúrbios ambientais (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

Para Chazdon (2016), a composição de uma comunidade arbórea depende das características funcionais das espécies associadas ao conjunto de variações ambientais, onde as populações passam por filtros ecológicos quando plântulas na fase de recrutamento e, assim, sucessivamente até a fase adulta, sendo então para este autor a dispersão o primeiro filtro. Como regra de montagem, a dispersão de sementes auxilia nos condicionantes da regeneração florestal e deslocamento dos propágulos, como demonstrado por Chen et al. (2018), as características de sementes de espécies em regiões montanhosas da China, apresentaram um *trad-off* entre tempo de germinação das sementes com a capacidade de colonização em novas áreas. Este atributo funcional influenciou na diversidade florística e, a maior representatividade

de espécies zoocóricas representou a interação entre flora e fauna como mecanismos de coexistência, já muito bem relatado nas demais florestas secundárias da região sul (SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2013; NEGRINI et al., 2012; BUDKE et al., 2005).

Ainda, para germinar e se manter nos diferentes estratos da floresta, a divisão das espécies de acordo com a necessidade por luz é a sequência de transformação e estrutura do componente arbóreo, isto é, corrobora com o que foi observado para a maioria das espécies pertencentes às clímax exigente de luz. Esse atributo funcional representou a similaridade das espécies quanto ao processo de cobertura do estrato arbóreo e, conseqüentemente, continuidade da sucessão florestal. Em condição de alta disponibilidade de luz após distúrbios as espécies pioneiras tornam-se especialistas em colonizar e estabelecer essas áreas. Contudo, sob condições de fechamento de dossel e maior sombreamento, ao longo da sucessão secundária, as mesmas apresentam redução em relação a sobrevivência e crescimento, abrindo assim condições para a substituição de espécies que ocorrem em “ondas verticais”, após a cobertura de dossel, do sub-bosque em direção ao dossel (CHAZDON, 2016).

Enquanto na montagem da comunidade arbórea foi observada a coexistência das espécies em grupos funcionais, afirma-se então, neste caso, que em uma área que sofreu intervenção antrópica, com mudança na composição florística e, posteriormente, restabelecimento da mesma, a síndrome de dispersão e guildas de regeneração foram os dois mais importantes preditores ecológicos para a sucessão secundária no trecho florestal.

Ademais, ao verificar que as espécies aquisitivas formam o maior número que as conservativas, o ambiente em si foi favorável para o rápido retorno em investimento de recursos disponíveis para a organização dessas espécies, isto é, relacionados ao crescimento, reprodução e desenvolvimento. Destaca-se para a espécie *Casearia sylvestris*, a qual teve maior abundância e representatividade na comunidade arbórea (Ver Cap. 1), o mesmo encontrado por Silva et al. (2015) em uma área de vegetação secundária, como sendo uma espécie aquisitiva. Já Nascimento (2016), verificou também a *Apuleia leicarpa* pertencente ao grupo das conservativas.

De uma forma geral, as aquisitivas requerem uma rápida otimização dos recursos como água, luz, nutrientes, e, assim, apresentam rápido crescimento em altura e investimento foliar em relação a disponibilidade de luz (DONOVAN et al., 2011). Já as espécies conservativas são, geralmente, mais lentas na alocação dos mesmos, com baixa área foliar específica, baixa taxa fotossintética, folhas menos longevas e de maiores tamanhos, no entanto investem mais em mecanismos de defesa (herbivoria) que as aquisitivas (POORTER et al., 2009).

De acordo com Silva et al. (2015), em áreas florestais em estágio inicial e intermediário de sucessão, as espécies aquisitivas são facilmente estabelecidas pela capacitação e otimização dos recursos disponíveis no ambiente. Fato este também observado por Pyles et al. (2018), onde verificaram que as florestas secundárias tropicais em estágios recentes de sucessão, apresentaram espécies com estratégias ecológicas de valores característicos as pertencentes ao grupo das aquisitivas. Isto porque, segundo Lohbecki et al. (2014), a filtragem ambiental seleciona essas espécies funcionalmente similares. Todavia, as espécies consideradas conservativas tendem a se estabelecer, ao longo do processo de sucessão, e são preferenciais em estágios mais avançados, onde o processo ecológico dominante é a competição e os recursos ambientais são mais escassos (WRIGHT, 2004; LOHBECK et al., 2014).

O indicativo de espécies aquisitivas e conservativas na área demonstrou o grande potencial de resiliência na floresta, em que as espécies são funcionalmente redundantes em seus respectivos grupos, no qual a presença das duas interações ecológicas, interação competitiva e filtragem ambiental, que norteiam os processos ecossistêmicos, fundamentam a estrutura da floresta. De acordo com Chazdon (2016) e Pillar et al. (2013), as florestas recentes em estágio sucessionais apresentam a redundância funcional como estrutura ecológica, dominadas por espécies resilientes aos distúrbios e respectivos filtros ambientais.

Ao analisar os atributos funcionais com as variáveis ambientais, verificou-se uma estreita relação com as condições locais do relevo e variáveis do solo. Trabalhos como de Missio et al. (2016), Souza et al. (2017) e Soboleski et al. (2017) já retrataram a influência das condições ambientais, na coexistência das espécies e seus atributos funcionais em florestas da região Sul. A ocorrência das espécies mais conservativas, de folhas maiores, em locais mais altos do trecho florestal, reflete diretamente na relação desse atributo funcional como vantagem em absorver os feixes de luminosidade, ao contrário das espécies com folhas de menor área foliar específica que investem em um crescimento rápido para captar luz e menos na construção foliar (CORNELISSEN et al., 2003).

Da mesma forma que o crescimento em altura e diâmetro, relacionado ao pH no solo, reflete na aptidão das espécies em desenvolver-se de acordo com a partição dos seus nichos ecológicos, refletindo nos mecanismos de seleção das espécies na organização de uma comunidade arbórea (DÍAZ et al., 2004). Missio et al. (2016), verificaram a relação do pH no solo com o atributo funcional relacionado as variáveis dendrométricas, densidade básica da madeira.

7.5 CONCLUSÃO

Verificou-se que os sete atributos funcionais analisados na composição das principais espécies arbóreas foram importantes para os processos sucessionais, em resposta aos distúrbios e que os mesmos nortearam a formação dos grupos de espécies funcionalmente similares. Estes, por sua vez, são característicos de florestas em estágios de regeneração, sendo as aquisitivas mais abundantes. Também, foi observado que em uma floresta secundária os dois atributos que melhor representam a floresta, foram síndrome de dispersão e a guildas de regeneração. Ainda, em respostas as variáveis ambientais os atributos funcionais representaram as diferentes estratégias das espécies em alocar os recursos disponíveis e, assim, estabelecer o crescimento-sobrevivência diante da partição de nichos na comunidade arbórea.

7.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BARALOTO, C.; GOLDBERG, D. E.; BONAL, D. Performance trade-offs among tropical tree seedlings in contrasting microhabitats. **Ecology**, London, v. 86, n. 9, p. 2461–2472, 2005.
- BOCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. New York: Springer, 2011. 306 p.
- BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia**, Série Bot., Porto Alegre, v. 60, n. 1, p. 17-24, 2005.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p. v.1.
- CORNELISSEN, J. H. C. et al. Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.
- CHAZDON, R. L. **Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 431 p.
- CHEN, K. et al. Functional *trade-offs* and the phylogenetic dispersion of seed traits in a biodiversity hotspot of the Mountains of Southwest China. **Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 8, p. 2218-2230, 2018.

DÍAZ S. et al. The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. **Journal of Vegetation Science**, Knivista, v. 15, p. 295–304, 2004.

DONOVAN, L. A. et al. The evolution of the worldwide leaf economics spectrum. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 26, n. 2, p. 88-95, 2011.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPS- Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2011.

FREITAS, J. R.; MANTOVANI, W. An overview of the applicability of functional diversity in Biological Conservation. **Braz Journal of Biology**, São Carlos, v. 78, n. 3, p. 517-524, 2017.

GARNIER, E. et al. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, London, v. 85, p. 2630–2637, 2004.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, Washington, v. 27, n. 4, p. 857-874, 1971.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

LAURANCE. F. W. et al. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. **PNAS**, USA, v. 103, n. 50, p. 19010-19014, 2006.

LAURETO, L. M. O.; CIANCIARUSO, M. V.; SAMIA, D. S. M. Functional diversity: an overview of its history and applicability. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 112-116, 2015.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2ed. Amsterdam: Elsevier, 1998. 852p.

LEMMON, P. E. A new instrument for measuring forest canopy density. **Journal of Forestry**, Oxford, v. 55, n. 9, p. 667-668, 1957.

LOHBECK, M. et al. Changing drivers of species dominance during tropical forest succession. **Functional Ecology**, Oxford, v. 28, p.1052-1058, 2014.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 352 p.

MASON, N. W. H. et al. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. **Oikos**, Somerset, v. 111, p.112–118, 2005.

MAGNAGO, L. F. S. et al. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forest. **Journal of ecology**, London, v. 102, n. 2, p. 475-485, 2014.

MAYFIELD, M. M. et al. The diversity and conservation of plant reproductive and dispersal functional traits in human-dominated tropical landscapes. **Journal of Ecology**, London. v. 94, p. 522-536, 2006.

MISSIO, F. F. Trade-offs and spatial variation of functional traits of tree species in a subtropical forest in southern Brazil. **IFOREST**, Italian, v. 9, p. 855-859, 2016.

MISSIO, F. F. et al. Atributos funcionais de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages – SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 215-224, 2017.

NASCIMENTO, I. S. **A coordenação funcional entre os diferentes órgãos das plantas arbóreas de Floresta Atlântica varia conforme a estratégia de uso e conservação dos recursos**. 2016. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

NEGRINI, M. et al. Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no planalto catarinense. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n.5, p. 919-930. 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. Differentiation of streamside and upland vegetation in na área of montane semideciduous Forest in southeastern Brasil. **Flora**, Oxford, v. 189, p 1-19, 1994.

PEDRON, F. de A. et al. **Principais solos da região da Quarta Colônia, Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Departamento de Solos-UFSM, 2007. 43 p.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. Cap. 3, p. 33-51.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. et al. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of botany**, Melbourne, v. 61, n.3, p. 167-234, 2013.

PILLAR, V. D. et al. Functional redundancy and stability in plant communities. **Journal of Vegetation Science**, Knivista, v. 24, p. 963–974, 2013.

POORTER, L. et al. Causes and consequences of variation in leaf mass por area (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, Cambridge, v. 182, n. 3, p. 565-588, 2009.

PYLES, M. V. Loss of biodiversity and shifts in aboveground biomass drivers in tropical rainforests with diferent disturbance histories. **Biodiversity and Conservation**, Nova York, v. 27, p. 3215-3231, 2018.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, 2018.

- RASBAND, W. S. **ImajeJ.**, version 1.42q. USA: National Institute of Health, 2007.
- REICH, P. B. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Sciences**, Knivista, v. 164, n. S3, p. S143-S164, 2003.
- REICH, P. B. The world-wide 'fast-slow' plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**, London, v. 102, p. 275-301, 2014.
- SANTOS, R. S, dos. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.
- 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.
- SCHEINER, S. M. et al. Decomposing functional diversity. **Ecology and Evolution**, Cambridge v. 8, n. 7, p. 809-820, 2016.
- SILVA, M. A. M. et al. Does the plant economics spectrum change with secondary succession in the forest? **Trees**, Berlin, v. 29, n.5, p. 1521-1531, 2015.
- SOBOLESKI, V. F. et al. Variação de atributos funcionais do componente arbóreo em função de gradientes edáficos em uma floresta nebulosa no sul do Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 18, p. 291-300, 2017.
- SOSINSKI-JÚNIOR, E. E.; PILLAR, V. D. P. Respostas de tipos funcionais de plantas á intensidade de pastejo em vegetação campestre. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.39, p. 1-9, 2004.
- SOUSA, K. et al. Partição de nicho por grupos funcionais de espécies arbóreas em uma Floresta Subtropical. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 4, p. 1165-1175, 2017.
- VAN der PILJ, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 162 p.
- VIOLLE, C. et al. Let the concept of trait be functional! **Oikos**, Copenhagen, v. 116, n. 5, p. 882-892, 2007.
- WRIGHT, I. J. et al. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, Reino Unido, v. 428, p. 621-827, 2004.

8 DISCUSSÃO GERAL

As sucessivas mudanças na estrutura e na diversidade das comunidades florestais devido ao histórico de fragmentação, refletem nas formações secundárias em diferentes estágios de regeneração. Fato este ocasionado, principalmente, pela ação antrópica voltada à agricultura e pecuária nas pequenas propriedades da região, como observado nesta tese. É coerente afirmar que diante do avanço da civilização encontrar remanescentes de vegetação nativa sem algum tipo de distúrbio antrópico se torna algo raro. Chazdon (2016), afirmou que as florestas tropicais apresentam legados humanos desde as primeiras sociedades caçadoras até o desenvolvimento da agricultura, em diferentes escalas. O autor ainda afirma que as florestas secundárias de hoje serão as florestas maduras no futuro, uma vez que as mesmas passaram por mudanças no decorrer da sucessão florestal, por exemplo, durante os impactos humanos pré-históricos.

No entanto, a conversão desenfreada das florestas ao longo do tempo transformou em uma grave situação de perda de biodiversidade, perda de processos ecológicos importantes como a produtividade primária, perda nas funções microclimáticas e ecossistêmicas, tais como, ciclagem de nutrientes, estoque de carbono e biomassa (FISCHER; LINDENMAYER, 2007; ZITER; BENNETT; GONZALEZ, 2013). Pan et al. (2011) afirmaram que, aproximadamente, 55 % do estoque de carbono concentra-se nas florestas tropicais e 32 % do estoque está no primeiro metro do solo superficial, sendo que com o efeito da fragmentação a perda de carbono equivale a 0,34 gigatoneladas por ano (gtc/ano) (BRINCK et al., 2017). Exemplo este que comprova a importância das florestas como um complexo sistema de sumidouro de carbono, as quais ajudam na mitigação do efeito estufa. Assim, é perceptível a preocupação em contornar a atual situação com a conservação e preservação dos restantes remanescentes de florestas em regeneração. Estudos são realizados visando a conscientização da importância em considerar as florestas secundárias (eg. CALLEGARO et al., 2017; 2018, SCHUMACHER et al., 2011) como prioridade na caracterização de sua estrutura e composição florística das Florestas Estacionais da Mata Atlântica, um dos *hot-spots* mundiais.

Por exemplo, Kunz e Martins (2013), analisaram a estrutura florestal em diferentes estágios de regeneração para a Floresta Estacional Semidecidual e concluíram que a matriz circundante influenciou no restabelecimento da vegetação, sendo a composição de espécies nas áreas características da própria fisionomia. Vaccaro, Longhi e Brena (1999), ao analisarem três estágios sucessionais subsequentes, verificaram que em Floresta Estacional Decidual, durante os estágios ocorreram substituição de espécies indicadoras da composição arbórea e observaram

as exigentes de luz nas fases iniciais de sucessão e tolerantes à sombra no estágio de uma floresta mais avançada.

Ainda, em Schumacher et al. (2011), com um conjunto de resultados obtidos a partir de pesquisas em Floresta Estacional Decidual, de vegetação secundária, retratou se a sucessão florestal e estudos paralelos na função de caracterizar e fundamentar a formação desse ecossistema. Também, trabalhos como Scoti (2012), Marcuzzo, Araujo e Longhi (2013) e Callegaro et al. (2017; 2018) apresentaram resultados da composição florística da mesma fisionomia em diferentes escalas, com alguns desses associando a variação das espécies arbóreas com a heterogeneidade ambiental. Resultados como estes vão de acordo com o observado no Artigo I, o qual apresentou uma vegetação secundária em estágio de regeneração com riqueza florística representada pela Floresta Estacional Decidual, com heterogeneidade ambiental característica da região do Rebordo do Planalto Meridional (Artigo II), mesmo após algum tipo de distúrbio antrópico.

No que se refere às condições ambientais que influenciam no estabelecimento dos ecossistemas, é tangível que os fatores externos também delimitam as formações florestais brasileiras, haja visto que existem, por exemplo, divisão em fitofisionomias ou mais abrangente em biomas. No entanto, em uma escala menor, considerar a heterogeneidade ambiental é influenciar no entendimento de composição e distribuição das populações em determinado habitat. Em uma escala mais ampla as Florestas Estacionais Deciduais caracterizam-se pela estacionalidade climática e regime hídrico, que influenciam na composição de espécies arbóreas (IBGE, 2012), mas em alguns trechos da floresta poderá ocorrer a mesma ideia de diferenciação de espécies devido aos fatores locais relacionados com o relevo, características do solo, índice de luminosidade (SCHUMACHER et al., 2011). Também, Richards (1952), afirmou que, por vezes, outros aspectos como os pedológicos, eg. textura, estrutura e porosidade, podem ser mais importantes quanto os atributos químicos do solo, que para tanto segundo Ferreira Júnior, Schaefer e da Silva (2012), são frequentemente relacionados com a distribuição espacial das espécies em uma mesma formação. Desse modo, no Artigo II, foram observadas as espécies arbóreas relacionadas com as variáveis ambientais, indicando um ambiente com condições favoráveis para o estabelecimento de espécies menos seletivas. Pelo histórico de degradação do solo pelo cultivo do tabaco, a monodominância de algumas espécies, como *Casearia sylvestris* Sw., *Nectandra lanceolata* Nees, *Cupania vernalis* Cambess. e *Guarea macrophylla* Vahl, foram as mais abundantes e com respectivos altos VI (valor de importância). Estas estão relacionadas com a condição de estabelecimento, diante de suas estratégias ecológicas,

adaptadas a tais condições ambientais (MARCUIZZO; ARAUJO; LONGHI, 2013; ATTANASIO, 2008; CARVALHO, 2003).

Pode-se afirmar, até então, que a área de estudo foi resiliente a ação antrópica no passado, restabelecida pela regeneração natural, provavelmente, porque no local com a disponibilidade de propágulos e recursos disponíveis no solo permitiu a colonização inicial das espécies arbóreas. Para Chazdon et al. (2007), também, a floresta secundária pode apresentar a composição e diversidade florística vindas das condições da matriz florestal. No entanto, também é importante observar que o grau de antropização determina o potencial dos estágios sucessionais, sendo a disponibilidade de espécies e os recursos do ambiente, dois principais fatores na recuperação das características de uma floresta.

No Artigo III, considerando 1 ha de floresta estudado, dividido em 50 parcelas de dimensões 10 m x 20 m, em direção da base ao topo da encosta florestal, as parcelas iniciais foram as que apresentaram visivelmente efeitos da ação antropogênica. Mesmo que a comunidade arbórea tenha apresentando uma trajetória sucessional com formação decidual, o trecho florestal apresentou a colonização de espécies exóticas invasoras. Isso foi possível diante das condições locais de suscetibilidade e das características intrínsecas das exóticas (CASTRO-DÍEZ; VALLADARES; ALONSO, 2000), que permitiram o estabelecimento e regeneração das mesmas. No entanto, foi perceptível que mesmo sendo uma área em condições de fragmentação, com o tempo as espécies exóticas tendem a diminuir em frequência, principalmente, por fatores ambientais como a diminuição da luminosidade do dossel para o interior da floresta, fator esse determinante para o estabelecimento das exóticas, cuja maioria são heliófilas.

Dechoum et al. (2014) apresentaram resultados da regeneração de *Hovenia dulcis* Thunb., em três estágios sucessionais, comprovando a maior porcentagem de plântulas em áreas fechadas, todavia a maior sobrevivência das plântulas se deu em áreas semiabertas e crescimento em áreas abertas, isto é, a regeneração da exótica é maior em áreas de estágio iniciais e intermediário de sucessão e diminuição de indivíduos em florestas em estágios avançados. No local do presente estudo observou-se para a espécie exótica de maior abundância (*Hovenia dulcis*), possibilidade de um declínio em suas taxas demográficas. Um dos motivos identificados foi sua relação contrária com a cobertura de dossel. Segundo Fridley (2011), um dos fatores importantes a ser observado nas invasões por plantas é o efeito das condições abióticas locais como a intensidade luminosa. Reafirmando ainda Nghiem, Tan e Corlett (2015), ao estudar a invasão de exóticas em florestas nativas da Singapura, observaram valor decrescente nas taxas de crescimento e aumento na mortalidade das invasoras sob dossel da floresta, mesmo algumas sendo tolerantes à sombra.

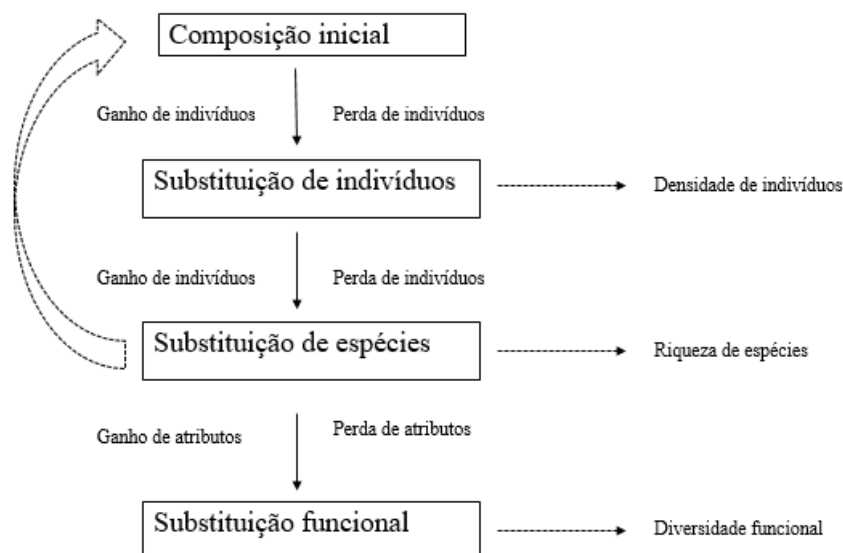
Já no Artigo IV, ao considerar os atributos funcionais em conjunto aos demais fatores que nortearam a composição da comunidade arbórea, foi evidenciado os mecanismos que influenciaram de forma positiva na colonização das espécies arbóreas nativas. Por exemplo, a estratégia ecológica relacionada com a necessidade por luz reflete na história de vida das plantas, sendo as “exigentes de luz” e “tolerantes à sombra” um ótimo exemplo de diferenciação de nicho (SWAINE; WHITMORE, 1988). Para Tabarelli (2010), em áreas modificadas pela ação antropogênica há uma grande chance de ocorrer a substituição das espécies tolerantes à sombra pelas generalistas que demandam de mais luz, visto que as mesmas apresentam maior estabelecimento em paisagens alteradas. Dados recentes apontam que no Bioma Mata Atlântica, este problema está atrelado ao efeito de borda, em que 48 % dos fragmentos florestais são menores que 10 ha levando a monodominância de espécies (LÔBO et al., 2011; MELO et al., 2013). Neste estudo, foi analisado apenas um trecho de floresta e o maior número de espécies, pertencentes ao grupo das aquisitivas, apresentaram a plasticidade fenotípica relacionada às condições locais. Do mesmo modo, o maior número de espécies clímax exigente de luz representaram o processo de sucessão da floresta, em estágio intermediário entre o médio e avançado de regeneração. Assim, a dinâmica da floresta ainda está em processo de expansão e o estabelecimento das clímax tolerantes à sombra pode aumentar com o passar do tempo (VACCARO, LONGHI; BRENA, 1999).

A estratégia de regeneração das espécies arbóreas também é um atributo chave no estabelecimento, crescimento, e sobrevivência ao longo da sucessão, uma vez que as sementes presentes no banco do solo, na chuva de sementes e a forma como são dispersas – agentes bióticos, vento ou autodispersão, podem definir a composição de espécies e as dimensões de nicho. Além disso, outros atributos funcionais estão relacionados ao gradiente crescimento – sobrevivência da planta em diferentes estágios sucessionais, como aqueles relacionados ao *espectro de economia foliar* (WRIGHT et al., 2004). Em síntese, de acordo com Chazdon (2016): “em escala local, a montagem da comunidade é direcionada pela dispersão de sementes e variação nas condições ambientais, incluindo a competição intra e interespecífica”. Contudo, demais atributos funcionais em conjunto às condições ecológicas definem as trajetórias de nichos que norteiam a performance de cada espécie na respectiva composição e formação das florestas.

De uma forma geral, nos quatro capítulos foram abordados a sequência da estrutura e composição de uma comunidade arbórea em regeneração. Cada artigo apresentou ligação de como as espécies e suas populações se estabeleceram em uma área que sofreu ação antrópica e como caracterizaram a paisagem no local. Para ilustrar resumidamente os processos durante a

montagem da comunidade arbórea em áreas agrícolas abandonadas, ao decorrer das fases da sucessão secundária, ao longo de gradiente ambientais, Chazdon (2016) apresentou as características da composição de espécies e diversidade funcional como duas abordagens que perfazem as mudanças na comunidade arbórea. Ao observar a Figura 1, após a colonização inicial, têm-se as fases de crescimento, recrutamento e mortalidade. A riqueza, abundância e distribuição de espécies são determinadas pelas taxas de substituição, a qual sofre mudanças no decorrer de toda a sucessão. Essa substituição de indivíduos e espécies, também determina a perda e ganho de atributos funcionais, influenciando na montagem da comunidade.

Figura 1 – Esquema da montagem da comunidade arbórea durante a sucessão em uma floresta em áreas agrícolas abandonadas.



Fonte: modificado de Chazdon (2016, pg. 239)

Observa-se, pela figura, que primeiro ocorre a colonização de indivíduos. Após isso, ocorrem as fases da regeneração, descritas como recrutamento, sobrevivência e mortalidade. A substituição de espécies e a substituição funcional seguem sendo os preditores da riqueza e diversidade.

Apesar das altas taxas de substituição de indivíduos em florestas secundárias, o processo de reconstruir a estrutura, a composição, a função e a rica herança evolucionária de florestas maduras requerem escalas de tempo longas, frequentemente mais de um século, em grande parte por causa dos longos ciclos de vida de muitas espécies de árvores tropicais. A substituição de espécie pode levar as mudanças na riqueza das mesmas, nos atributos funcionais e na diversidade filogenética ao longo do tempo, direcionando nosso foco para os fatores que influenciam a natureza dessas transições. (CHAZDON, 2016, pg. 239)

Com isso, se faz importante o monitoramento das florestas secundárias, durante a fase de sucessão, uma vez que ao analisar todos os processos que ocorrem dentro da floresta, permite compreender quais fatores estão ocorrendo na determinação da composição florística, seja pelo estabelecimento de espécies e suas populações, pelas variáveis ambientais existentes, como também pelas estratégias ecológicas de cada planta em completar seu ciclo de vida.

Ademais, para a conservação e preservação da vegetação secundária localizada em pequenas propriedades são necessários projetos que incorporem a expansão da cobertura florestal com o fornecimento de produtos e serviços ecossistêmicos para as comunidades agrícolas. Para diminuir essa formação da vegetação em mosaicos, muitos determinantes socioecológicos e econômicos devem ser considerados como fatores inclusos nos princípios de manejo do ecossistema.

8.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTANASIO, C. M. **Manual Técnico**. Restauração e monitoramento da Mata Ciliar e da Reserva Legal para a Certificação Agrícola – Conservação da Biodiversidade na Cafeicultura. Piracicaba: IMAFLORA, 2008. 60 p.

BRINCK K, et al. High resolution analysis of tropical forest fragmentation and its impact on the global carbon cycle. **Nature**, Reino Unido, v. 8, p. 148-55, 2017.

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

CALLEGARO, R. M. et al. Influência de fatores ambientais sobre espécies vegetais em Floresta Estacional para uso potencial em restauração. **Nativa**, Sinop, v. 6, p. 91-99, 2018.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p. v.1.

CASTRO-DÍEZ, P.; VALLADARES, F.; ALONSO, A. La creciente amenaza de las invasiones biológicas. **Ecosistemas**, Madrid, v. 13, p. 61-68, 2004.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 431 p.

CHAZDON, R. L. et al. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. **Biological Sciences**, London, v. 362, p. 273-89, 2007.

DECHOUM, M. S. et al. Community structure, succession and invasibility in a seasonal deciduous forest in Southern Brazil. **Biological Invasions**, Knoxville v. 17, p. 1697-172, 2014.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology Biogeographic**, Cambridge v. 16, p. 265–280, 2007.

FRIDLEY, J. D. Invasibility of communities and ecosystems. In: In: SIMBERLOFF, D.; REJMÁNEK, M., eds. **Encyclopedia of biological invasions**. Oakland, v.1, p. 356-360, 2011.

FERREIRA JÚNIOR, W. G.; SCHAEFER, C. E. G. R.; da SILVA, A. F. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais das Mata Atlântica. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. p. 141-169.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. Regeneração natural de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios sucessionais (Zona da Mata, MG, Brasil). **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 111 - 124, 2014.

LÔBO, D. et al. Forest fragmentation drives Atlantic Forest of northeastern Brazil to biotic homogenization. **Diversity na Distributions**, Oxford, v. 17; p. 287-296, 2011.

MARCUZZO, S. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J. Estrutura e relações ambientais de grupos florísticos em fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 275-287, 2013.

MELO, F. P. L. et al. On the hope for biodiversity-friendly tropical landscape. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 28, p. 462-468, 2013.

NGHIEM, L. T. P.; TAN, H. T. W.; CORLETT, R. T. Invasive trees in Singapore: are they a threat to native forests?. **Tropical Conservation Science**, Washington, v. 8, p. 201-214, 2015.

PAN, Y. et al. A large and persistent Carbon sink in the World's Forest. **Science**, Nova York, v. 333. 988-993, 2011.

SCCOTI, M. S. V. **Dinâmica da vegetação em remanescente de Floresta Estacional Subtropical**. 2012. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SCHUMACHER, M. V. et al. **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. 320 p.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordercht, v. 75, n. 1-2, p. 81-86, 1988.

RICHARDS, P. W. **The Tropical Rain Forest: An Ecological Study**. New York: Cambridge Univ. Press, 1952. 450 p.

TABARELLI, M. et al. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified lands-capes. **Biological Conservation**, London, v. 143, p. 2328-2340.

VACCARO, S.; LONGHI, S. J., BRENA, D. A. 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.

WRIGHT, I. J. et al. The world-wide leaf economics spectrum. **Nature**, London, v. 428, n. 6985, p. 821-827, 2004.

ZITER, C.; BENNETT, E; GONZALEZ, A. Functional diversity and management mediate aboveground carbon stocks in small forest fragments. **Ecosphere**, Louisville, v. 4, p.1-21, 2013.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos resultados quanto à estrutura, as espécies arbóreas nativas de maior valor de importância foram *Casearia sylvestris*, *Nectandra lanceolata*, *Cupania vernalis*, *Guarea macrophylla*, *Ocotea puberula* e *Cabrlea canjerana*. Já as espécies exóticas amostradas no trecho de floresta foram *Citrus x limon*, *Eriobotrya japonica*, *Hovenia dulcis*, *Tecoma stans*, *Melia azedarach*, *Morus nigra* e *Psidium guajava*.

O índice de invasão biológica demonstrou que a espécie de maior importância, *Casearia sylvestris*, apresenta valores superiores ao conjunto das exóticas, indicando que as exóticas ainda não dominam o estrato da floresta e que pelas variáveis ambientais e distribuição diamétrica da exótica de maior abundância, *Hovenia dulcis*, condição de futuramente ocorrer declínio nas populações quanto ao grau de invasão biológica. Mesmo apresentando espécies exóticas na composição de espécies, a floresta conseguiu manter uma estrutura em estágio de sucessão secundária com fisionomia da região. Isso ocorreu porque as exóticas não estão suprimindo ainda o desenvolvimento das espécies nativas presente no trecho florestal. Ainda, considerando as condições ambientais analisadas em conjunto com as espécies, a cobertura de dossel irregular é um importante fator para controlar a ocorrência de exóticas heliófitas.

Considerando a distribuição das espécies arbóreas com as variáveis ambientais, por sua vez, verificou-se que o teor de fósforo no solo, declividade média, cota média e cobertura de dossel foram as mais importantes na correlação. Fato este que demonstra a importância de analisar os fatores ecológicos e ambientais no contexto da formação em escala de paisagem.

Pelas estratégias ecológicas analisadas em conjunto com os atributos funcionais, das espécies arbóreas mais importantes conseguiu-se concluir como o mosaico florestal tendeu a uma dinâmica de restabelecimento da vegetação, visto que as espécies apresentaram performance diretamente relacionada ao estabelecimento e sobrevivência. Em condições de se estabelecer em grupos funcionais, os quais compartilham de características similares quanto aos fatores do ambiente e partição de seus nichos, houve a coexistência de espécies funcionalmente similares, em um trecho de encosta inserido no ciclo de sucessão florestal.

Desse modo, os resultados verificados nos quatros capítulos desta tese, em relação ao estudo realizado em uma área que sofreu intervenção antrópica no passado, apresentaram a construção de uma identidade de floresta com suas características locais, onde a vegetação se estabeleceu pela regeneração natural com espécies características da Floresta Estacional Decidual. Isso ocorreu devido a capacidade de resiliência da comunidade arbórea diante das

condições impostas como a heterogeneidade ambiental, as áreas de florestas circundante e pelas estratégias ecológicas das espécies em se estabelecer sob ação antropogênica.

Diante do que foi exposto acima, esta tese de doutorado foi escrita para destacar a importância em considerar as florestas secundárias como importantes áreas de conservação e preservação, uma vez que diante do histórico de fragmentação das florestas no estado, diferentes estágios de sucessão das florestas devem ser monitorados para compreender como decorre a formação dinâmica das mesmas ao passar do tempo. Além disso, trazer informações adicionais sobre o desenvolvimento das espécies e suas estratégias ecológicas, possibilita inserir uma nova forma de analisar a composição florística, tanto pelo uso de variáveis ambientais como dos atributos funcionais. Ademais, os resultados encontrados vêm a trazer informações sobre a importância das florestas no estado, seu estado de conservação, sua capacidade de resiliência e a invasão biológica pelas espécies não nativas nas formações florestais.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AMEZTEGUI, A. et al. Land-use legacies rather than climate change are driving the recent upward shift of the mountain tree line in the Pyrenees, **Global Ecology and Biogeography**, Nova York, v. 25, p. 263-273, 2016.

APG IV. Angiosperm Phylogeny IV. Na update of the Angiosperm phylogeny Grop classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

BABWETEERA, F.; BROWN, N. Can remnant frugivore species effectively disperse tree seeds in secondary tropical rain forest? **Biodiversity and Conservation**, Nova York, v. 18, n. 6, p. 1611-1627, 2009.

BARALOTO, C. et al. Using functional traits and phylogenetic trees to examine the assembly of tropical tree communities, **Journal of Ecology**, London, v. 100, p. 690-701, 2012.

BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PATTA – PILLAR, V. de. et al. (Eds.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009, p. 13-25.

BEGON, M.; TOWNSED, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4.ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 759 p.

BOLZAN, M. Quarta Colônia: Da fragmentação à integração. **Tese de doutorado em história**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, RS, 2011.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF (2012). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: agosto de 2018.

BRITEZ, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR**. 1994. 256 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

CABRAL, V. A. R. **Dinâmica de fragmento de mata ciliar do Rio Grande em Bom Sucesso, Minas Gerais**. 1999. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

CALGARO, H. F. et al. Distribuição natural de espécies arbóreas em áreas com diferentes níveis de antropização e relação com os atributos químicos do solo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 2, p. 233-243, 2015.

CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J. Grupos florísticos em uma Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS, Brasil. **Nativa**, Recife, v. 8, n. 4, p. 641-647, 2013.

CALLEGARO, R. M.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fitossociologia de agrupamentos em Floresta Estacional Decidual no Parque Estadual Quarta Colônia, Agudo-RS. **Nativa**, Recife, v. 9, n. 4, p. 590-598, 2014.

CALLEGARO, R. M. et al. Influência de fatores ambientais sobre espécies vegetais em Floresta Estacional para uso potencial em restauração. **Nativa**, Sinop, v. 6, p. 91-99, 2018.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, v.1, 2003. 1039 p.

CHAVE, J. et al. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 12, n. 4, p. 351-366, 2009.

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**, Cardiff, 362, p. 142-153, 2007.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de Florestas**: regeneração na era do desmatamento. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 431 p.

CHOKKALINGAN, U.; JONG, W. D. Secondary Forest: a working definition and typology. **International Forestry Review**. 3 ed., Nova York, p. 19-24, 2001.

CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Diversidade filogenética e funcional: Novas abordagens para a ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**, Campinas-SP, v. 90, n. 1, p. 81-89, 2009.

CONAMA. Resolução do Conama n.33, de 7 de dezembro de 1944. Define estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimento para o manejo, utilização racional e conservação da vegetação natural. **Diário Oficial da União**, n.248, p. 21352-21353, 1994.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. de P. et al. (Eds.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. cap.23, p. 285-299.

CORNELISSEN, J. H. C. et al. Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.

DENEVAN, W. M. The native population of the Americas in 1942. University of Wisconsin Press, **Madison**, 2ed., p. 369-385, 1992.

DIAZ, S.; CABIDO, M.; CASANOVES, F. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. **Journal of Vegetation Science**, Knivista, v. 9, p. 113-122, 1998.

DIAZ, S.; CABIDO, M. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 16, n. 11, p. 646-655, 2001.

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

ELTON, C. S. **The ecology of invasions by animals and plants**. Chicago: The University of Chicago Press, 1958.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. *Melia azedarach*. Colombo: 1999. 9 p. (Instrução técnica, 3).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária - CNPS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: 2011. 225 p.

FACELLI, J. M.; PICKETT, S. T. A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, Lancaster, v. 57, p. 1-32, 1991.

FÁVERO, A. A. et al. Distribuição de abundância de espécies da comunidade arbórea do topo de um morro na floresta estacional subtropical. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 806-813, 2015.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: UnB, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p. (Comunicações Técnicas Florestais, 2).

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: UnB, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 60 p.

FELFILI, J. M. et al. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: UnB, Departamento de Engenharia Florestal, 2007. 60 p. (Comunicações Técnicas Florestais, 1).

FELFILI, J. M. et al. Procedimentos e Métodos de Amostragem da Vegetação. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011a. p. 87-121.

FELFILI, J. M. et al. Análise multivariada: princípios e métodos em estudos da vegetação. In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011b. p. 122-155.

FEPAM. **Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler**. 2015. Disponível em www.biodiversidade.rs.gov.br. Acesso em 10/12/2018.

FERREIRA JÚNIOR, W. G.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVA, A. F. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais das Mata Atlântica. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. p. 141-169.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br>. Acesso em 18 de novembro de 2018.

GASTAUER, M.; MEIRA NETO, J. A. A. Avoiding inaccuracies in tree calibration and phylogenetic community analysis using Phylocom 4.2. **Ecological informatics**, Amsterdam, v.15, p. 85-90, 2013.

GAUSTER, M; MEIRA-NETO, J. A. A. A multifacetada diversidade biológica e suas medições. In: EISENJOHR, P. V. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 31-67.

GERISCH, M. et al. More species, but all do the same: contrasting effects of flood disturbance on ground beetle functional and species diversity. **Oikos**, Somerset, v. 121, n. 4, p. 508-515, 2012.

GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C. Aplicação do método científico em estudos fitossociológicos no Brasil: em busca de um paradigma In: FELFILI, J. M. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. p. 23-42.

GIEHL, E. L. H. (coord). **Flora Digital do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2019. Disponível em: <http://ufrgs.br/floradigital>. Acesso em 10/12/2019

GUITAY, H.; NOBLE, I. R. What functional types and how should we seek them? In: SMITH, T. M.; SHUGART, H. H.; WOODWARD, F. I. (Eds.). **Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p 305-307.

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Estimating species richness. In: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. (Eds.). **Biological diversity: frontiers in measurement and assessment**. Oxford: Oxford University, 2011, p. 39-54.

HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo e análise ambiental de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana no município de Painel, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 153-164, 2013.

HIGUCHI, P. et al. Participação espacial de espécies arbóreas em função da drenagem da drenagem do solo em um fragmento de Floresta com araucária no Sul Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 421-429, 2014.

HIGUCHI, P. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo e relação com variáveis ambientais em um remanescente florestal em Campos Novos – SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 35-46, 2016.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; JARDIM, F. C. S. Tamanho de Parcela Amostral para Inventários Florestais. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 12, n. 1, p. 91-103, 1982.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha SH. **Porto Alegre e parte das folhas SH 21. Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia,**

pedologia, vegetação, uso potencial de terra. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1986.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430 p.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia.** Informações mensais sobre temperatura e precipitação. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso 1 de janeiro de 2019.

INSTITUTO HÓRUS. **Instituto Hórus de desenvolvimento e conservação ambiental.** Disponível em:< <http://www.intitutohorus.org.br> > Acesso em 28 de outubro de 2018.

INSTITUTO HÓRUS. **Instituto Hórus de desenvolvimento e conservação ambiental.** Disponível em:< <http://www.intitutohorus.org.br> > Acesso em 2 de janeiro de 2019.

IVANAUSKAS, N. M.; ASSIS, M. C. Formações Florestais Brasileiras. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil.** Viçosa: Editora UFV, 2012. p. 107-135.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 263-267, 2001.

JBRJ. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Lista de Espécies da flora do Brasil.** Disponível em < www.floradobrasil.jbrj.gov.br.> Acesso em: 25 agosto.2018.

FERREIRA JÚNIOR, W. G.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SILVA, A. F. Uma visão pedogeomorfológica sobre as formações florestais das Mata Atlântica. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil.** 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. p. 141-169.

KILCA, R. V.; LONGHI, S. J. A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no Rebordo do Planalto Meridional. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional.** Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. P. 53-83.

KENT, M.; BALLARD, J. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. **Vegetation**, Knivista, v. 78, p. 109-124, 1988.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis.** London: John Wiley e Sons, 1992.

KLEYER, M. et al. Assessing species and community functional responses to environmental gradients: which multivariate methods?. **Journal of Vegetation Science**, Knivista, v. 23, n. 5, p. 805-821, 2012.

KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, Itajaí, v. 12, p. 17-44, 1960.

KLEIN, R. M. Aspectos da vegetação do Sul do Brasil. **Sellowia**, Itajaí, v. 26, p. 5-54, 1984.

KOCK, Z.; CORRÊA, M. C. **Araucária**: a floresta do Brasil meridional. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002.

KOPACHON, S. et al. Forest restoration research in northern Thailand: 1. The fruits, seeds and seedling of *Hovenia dulcis* Thunb. (Rhamnaceae). **Natural History Bulletin of the Siam Society**. Ásia, v. 44, p. 41-52, 1996.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebruder Borntrager, 1936. v.1, p. 1-44.

LEBRIJA - TREJOS, E. et al. Functional traits and environmental filtering drive community assembly in a species-rich tropical system. **Ecology**, Washington, v. 91, n. 2, p. 386-398, 2010.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. IN: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**: Região Sul. Rio de Janeiro: 1990. p.113-150.

LEITE, P. F. Contribuição ao conceito fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 51-63, 2002.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 1998.

LEMMON, P. E. A new instrument for measuring forest overstory density. **Journal Forest Science**, Knivista, v. 55, n. 9, p. 667-668, 1957.

LONGHI, S. J. et al. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998. 368 p. v. 1

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 352 p. v. 2.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 639 p.

LOUZADA, J. N. C.; SCHILINDWEIN, M. N. **Ecologia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 148p.

MAGURRAN, A. E.; HENDERSON, P. A. Explaining the excess of rare species in abundance distributions. **Nature**, Reino Unido, v. 422, p. 714-716, 2003.

MAGURRAN, A. **Medindo a diversidade biológica**. Tradução de Dana Moiana Vianna. Curitiba: Ed UFPR, 2013. 261 p.

MARCUZZO, S. B.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J. Estrutura e relações ambientais de grupos florísticos em fragmento de Floresta Estacional Subtropical. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 275-287, 2013.

MARTINS, S. M. **Ecologia de florestas tropicais no Brasil**. 2.ed. Viçosa, MG: Ed UFV, 2012. 371 p.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estudios Americanos**. Washington: Secretaria General de la OEA, 1982.

McGARIGAL, K. PALMER, M. W. **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em: <<http://ordination.okstate.edu>> Acesso em 17 de novembro de 2018.

MEYER, L. et al. Regeneração natural da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C. et al. (Eds.). **Floresta Estacional Decidual**. Blumenau: FURB, 2012. p. 167-187.

MMA. Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **A Convenção sobre Diversidade Biológica-CDB**. Brasília, DF: 2000.

MMA. Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Brasília. DF: 2006.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Secretaria da Agricultura-DIV. Terra e Colonização, 1961.

MORO, M. F.; MARTINS, F. R. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. Viçosa – MG: Editora UFV, p. 174-212, 2011.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

OLIVEIRA - FILHO, A. T. et al. Differentiation of streamside and upland vegetation in na área of montane semideciduous Forest in southeastern Brasil. **Flora**, Oxford, v. 189, p 1-19, 1994a.

OLIVEIRA - FILHO, A. T. et al. Effects of flooding regime and unnderstory baboos on the phytionomy and tree species composition of tropical semideciduos forest in southeastern Brazil. **Vegetatio**, Knivista, v. 113, n. 2, p. 99-124, 1994b.

OKSANEN, J. **Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial**. Oulu: Universidade de Oulu, 2010. 43 p.

PALMER, M. W **Ordination methods for ecologists**. 2005. Disponível em <http://ordination.okstate.edu>. Acesso 12 de novembro de 2018

PEDRON, F. de A; DALMOLIN, R. S. Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 33-51.

- PÉLLICO NETTO, S. BRENA, D A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- PEREZ - HARGUINDEGUY, N. et al. New handbook for standardised measurement of plant functional trait worldwide. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 61, n. 3, p. 167-234, 2013.
- PETCHEY, O. L.; GASTON, K.J. Functional diversity (FD), species richness and community composition. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 5, n. 3, p. 402-411, 2006.
- PILLAR, V. DE. P. et al. **Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. 403 p.
- POORTER, L. et al. Are functional trait good predictors of demographic rates? Evidence from five Neotropical forest. **Ecology**, Washington, v. 89, p. 1908-1920, 2008.
- POORTER, L. et al. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. **New Phytologist**, Cambridge, v. 182, n. 3, p. 565-588, 2009.
- RAMBO, B. **A fisionomia do Rio grande do Sul: ensaio de monografia natural**. 3. ed. Porto Alegre: Selbach, 1956. 456 p.
- RASBAND, W. S. **ImajeJ.**, version 1.42q. USA: National Institute of Health, 2007.
- REICH, B. et al. Variation in growth rate and ecophysiology among 34 grassland and savanna species under contrasting N supply: a test of functional group differences. **New Phytologist**, Hoboken, v. 157, p. 617-631, 2003.
- REIS, A. et al. Aspectos sobre a conservação da biodiversidade e o manejo da Floresta Tropical Atlântica. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1992, São Paulo. **Anais do Congresso Nacional de Essências Nativas**. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 169-173.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, Itajaí, n. 34-35, p. 1-525, 1983.
- REJMÁNCK, M.; RICHARDSON, D. M. Trees and shrubs as invasive alien species – 2013 update of the global database. **Diversity and Distributions**, Nova York, v. 19, p. 1093–1094, 2013.
- RICOTTA, C et al. A note on functional diversity measures. **Basic and applied ecology**, Elsevier, v. 6, n. 5, p. 479-486, 2005.
- RICHARDSON, D. M. **Fifty years of invasion ecology: The legacy of Charles Elton**. Oxford: Wiley- Blackwell. 2011. 557 p.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2010. Disponível em: < www.sema.rs.gov.br > Acesso em 18 de novembro de 2018.

ROBAINA, L. E. de S. et al. Considerações geológicas e geomorfológicas sobre o Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul. In: SCHUMACHER, M.V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 21-31.

RODRIGUES, W. A.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação de monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998, p. 203-2015.

SANTOS, R. S, dos. et al.; **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

SCIPIONI, M. C. et al. **Análise dos padrões florísticos e estruturais da comunidade arbórea-arbustiva em gradientes de solo e relevo**. In: SCHUMACHER, M.V. et al. (Eds.). **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 85-103, 2011.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupo florísticos em Florestas Estacionais Deciduais no Rio Grande do sul. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 241-254, 2015.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. Relação solo-vegetação em formações vegetacionais brasileiras: metodologia e estudos de caso. In: EISENLOHR, P.V. et al. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos estudos de caso**. v. 2. Viçosa: Ed UFV, 2015. p. 322-343.

SCHUMACHER, M. V. et al. **A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. 320 p.

SEMA. **Secretaria Estadual do Meio Ambiente**. Portaria SEMA nº 79_2013- Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras RS e demais classificações_ normas e outras providências. Disponível em:< http://www.sema.rs.gov.br/classificações_normativas> Acesso em 18 de setembro de 2019.

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

SOBRAL, M. et al. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2.ed. São Carlos: Editora RiMa, 2013. 357 p.

SUMMERHAYES, G. R. et al. Human adaptation and plant use in highland New Guinea 49000 to 44000 years ago. **Science**, Knivista, v. 330, p. 78-81, 2010.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordercht, v. 75, n. 1-2, p. 81-86, 1988.

TEIXEIRA, M. B. et al. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza, seus recursos econômicos; estudo fitogeográfico. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: 1986. p. 541-632. v. 33.

VAN DER PILJ, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 162 p.

VAN GEMERDEN, B. S. et al. The pristine rain forest? Remnants of historical human impacts on current tree species composition and diversity. **Journal of Biogeography**, Honolulu, v. 30, p. 1381-1390, 2003.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira** - classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Rio de Janeiro: IBGE, 1982. p. 1-80. (Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL, Série Vegetação, 1).

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1991. 1991 p.

VIBRANS, A. C. et al. Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic forest in the Brazilian state of Santa Catarina. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 130, p. 87-95, 2013.

VIOLLE, C. et al. Let the concept of trait be functional!. **Oikos**, Copenhagen, v. 116, p. 882-892, 2007.

WAIDE, R. B.; LUGO, A. E. A research perspective on disturbance and recovery of a tropical forest. In: GOLDAMMER, J. G. (Ed.). **Tropical forests in transition**. Birkhauser: Basel, Switzerland, 1992. p. 173-179.

WEBB, C. O. et al. Phylogenies and Community Ecology. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 33, p. 475-505, 2002.

WEBB, C. T. et al. A structured and dynamic framework to advance traits-based theory and prediction in ecology. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 13, n. 3, p. 267-283, 2010.

WEIHER, E. A primer of trait and functional diversity. In: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. (Eds.). **Biological diversity**-Frontiers in measurement and assessment. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 175-193.

WHITMORE, T. C. **Tropical Forest disturbance, disappearance, and species loss. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragments landscapes**. Chicago: University of Chicago Press, 1977. p. 3-12.

WILLIAMSON, G. B. et al. Convergence and divergence in alternative successional pathways in Central Amazonia. **Plant Ecology & Diversity**, Endiburgo, v. 7, p. 341-348, 2012.

WRIGHT, I. J. et al. The world-wide leaf economics spectrum. **Nature**, London, v. 428, n. 6985, p. 821-827, 2004.

WRIGHT, S. J. Tropical forest in a changing environment. **Trends Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 20, p. 553-560, 2005.

WRIGHT, S. J. et al. Functional traits and the growth-mortality trade-off in tropical trees. **Ecology**, Washington, v. 91, n. 12, p. 3664-3674, 2010.

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. Na overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**. Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. In: instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto sustentabilidade (Ideas). **Ciência Hoje**, Brasília, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.

APÊNDICES

Apêndice A- Propriedades químicas do solo, determinadas em 50 parcelas de dimensões 10 m x 20 m (200m²) em 1 ha de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca. RS, 2019.

(Continua)

N	pH	P	K	MOS	Al	Ca	Mg	H. Al	CTC ef	CTC pH7	V	m.
01	5,6	11,5	0,4	2,9	0	7,1	1,3	3,5	9,0	12,5	71,7	0
02	5,7	10,3	0,6	4,6	0	11,2	1,9	2,8	13,9	16,7	83,2	0
03	5,9	7,8	0,7	3,9	0	11,7	2,0	2,5	14,5	17	85,4	0
04	5,5	64,5	0,4	2,7	0	8,3	2,0	3,1	10,9	14	77,8	0
05	5,8	7,7	0,5	2,5	0	7,4	1,4	2,5	9,5	12	78,8	0
06	6,1	8,5	0,5	4,2	0	10,8	1,6	2,8	13	15,8	82,2	0
07	5,9	6,0	0,6	2,9	0	8,0	1,3	2,8	10	12,8	77,8	0
08	5,9	5,4	0,5	3,2	0	8,9	1,6	2,2	11,1	13,3	83,7	0
09	6,2	5,6	0,6	3,6	0	8,3	1,7	2,8	10,8	13,6	79,2	0
10	5,9	6,4	0,8	3,3	0	10,1	2,4	2,8	13,5	16,3	82,7	0
11	5,8	4,7	0,4	2,4	0	7,3	1,6	2,8	9,5	12,3	76,9	0
12	5,7	4,6	0,5	3,3	0	7,6	1,7	2,5	10	12,5	79,7	0
13	6,0	4,2	0,6	4,5	0	8,8	1,7	2,8	11,2	14	80,1	0
14	6,5	8,9	0,8	7,0	0	12,6	2,4	2,5	15,9	18,4	86,4	0
15	5,6	3,3	0,3	3,5	0	4,4	1,1	3,1	6,0	9,1	65,8	0
16	4,9	5,4	0,2	2,1	0,5	1,4	0,3	4,4	2,6	6,5	32	19,2
17	5,3	3,3	0,3	2,7	0,1	4,0	0,8	3,5	5,4	8,8	59,7	1,9
18	5,5	3,0	0,4	2,3	0	3,6	0,7	2,8	4,9	7,7	63,1	0
19	6,4	4,8	0,6	3,9	0	9,4	2,1	2,2	12,3	14,5	84,7	0
20	6,1	5,2	0,7	4,8	0	9,3	2,2	2,2	12,4	14,6	84,7	0
21	5,0	4,6	0,2	1,9	0,4	1,7	0,4	3,9	2,9	6,4	38,6	13,8
22	4,8	6,9	0,2	1,4	0,4	2,3	0,6	2,8	3,5	5,9	53,3	11,4
23	5,5	4,5	0,4	1,8	0	4,3	1,2	2,8	6,0	8,8	68,6	0
24	5,6	5,6	0,6	2,7	0	7,3	2,3	3,5	10,3	13,8	74,4	0
25	4,6	3,3	0,1	1,2	0,9	1,3	0,5	3,9	3,0	6,0	35,6	30
26	4,8	3,6	0,2	1,2	1	2,1	0,6	4,4	4,0	7,4	40,5	25
27	5,1	3,4	0,3	1,4	0,5	3,6	1,1	3,5	5,6	8,6	59,6	8,9
28	5,4	3,2	0,4	1,4	0,1	4,0	1,4	3,1	6,0	9,0	65,7	1,7
29	5,2	4,6	0,3	2,0	0,3	3,4	0,92	4,9	5,1	9,7	49,2	5,9
30	5,4	4,0	0,2	2,3	0,1	5,8	1,4	3,1	7,6	10,6	71	1,3
31	5,6	2,9	0,4	1,7	0	6,2	1,4	2,5	8,2	10,7	76,3	0
32	5,7	5,3	0,5	2,4	0	6,4	2,4	3,1	9,4	12,5	74,8	0
33	5,1	5,6	0,2	1,7	0,2	3,6	0,9	3,1	5,0	7,9	60,4	4
34	4,8	10,8	0,2	1,5	0,7	5,3	1,2	3,9	7,6	10,8	64,1	9,2
35	4,9	6,7	0,3	2,1	0,4	8,5	2,8	3,1	12,2	14,9	79	3,3
36	5,2	6,0	0,3	2,6	0,1	5,6	1,2	3,5	7,4	10,8	67,6	1,4
37	5,4	4,5	0,3	2,6	0,1	5,7	1,1	4,4	7,3	11,6	62,1	1,4
38	5,5	5,0	0,6	3,0	0	7,8	2,1	3,1	10,7	13,8	77,4	0

Apêndice A- Propriedades químicas do solo, determinadas em 50 parcelas de dimensões 10 m x 20 m (200 m²) em 1 ha de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca. RS, 2019.

(Conclusão)

N	pH	P	K	MOS	Al	Ca	Mg	H. Al	CTC ef	CTC pH7	V	m.
39	5,3	6,4	0,2	3,0	0,1	6,8	1,2	3,9	8,4	12,2	68,4	1,2
40	5,5	4,3	0,3	2,3	0	5,4	1,5	2,5	7,4	9,9	75,2	0
41	5,5	8,4	0,2	2,0	0	5,3	0,9	2,5	6,5	9,0	72,5	0
42	6,2	11,7	0,3	3,3	0	9,0	1,4	2	10,9	12,9	84,3	0
43	5,3	4,4	0,3	2,5	0,1	7,5	1,9	3,5	9,9	13,3	73,6	1
44	5,9	4,8	0,4	2,9	0	6,7	1,0	2,2	8,3	10,5	78,7	0
45	5,7	6,7	0,3	2,9	0	7,2	1,3	2,2	9	11,2	80,5	0
46	5,7	11,1	0,5	4,1	0	8,1	1,6	2,5	10,3	12,8	80,4	0
47	6,0	10,1	0,6	4,4	0	9,9	2,6	3,1	13,3	16,4	80,9	0
48	6,2	15,1	0,7	6,1	0	11,5	2,6	2,5	14,9	17,4	85,8	0
49	6,0	12,4	0,8	4,5	0	10,4	2,8	2,8	14,2	17	83,3	0
50	6,1	9,9	0,6	3,7	0	11,0	2,4	2,5	14,1	16,6	85,1	0

Em que: N= número da parcela; de argila; Ph : pH em H₂O; P : teor de fósforo (mgdm⁻³); K : teor de potássio (mg.dm⁻³), MOS : % matéria orgânica no solo; Al : teor de alumínio (cmol_cdm⁻³); Ca : teor de cálcio (cmol_cdm⁻³), Mg : teor de magnésio (cmol_cdm⁻³); H+Al : acidez potencial (cmol_cdm⁻³); CTC.ef: CTC efetiva (cmol_cdm⁻³); CTC.pH7: CTC a pH=7; V% : saturação por bases; m% : saturação por alumínio.

Apêndice B- Propriedades físicas de 50 amostras de solos realizadas em 1 ha de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca. RS, 2019.

(Continua)

Parcela	%areia	%silte	%argila
1	48	34	17
2	35	46	19
3	40	43	17
4	51	32	17
5	61	23	15
6	29	53	17
7	46	37	17
8	39	46	15
9	36	46	17
10	34	44	21
11	44	37	19
12	41	42	17
13	48	36	15
14	40	41	19
15	37	46	17
16	60	27	13
17	64	20	15
18	53	32	15
19	49	33	17
20	45	36	19
21	74	13	13
22	76	10	13
23	72	12	15
24	51	32	17
25	64	22	13
26	63	22	15
27	70	15	15
28	59	26	15
29	60	23	17
30	55	29	15
31	39	43	17
32	36	44	19
33	78	11	11
34	75	10	15
35	56	25	19
36	39	44	17
37	49	35	15
38	48	33	19
39	34	49	17
40	39	44	17

Apêndice B- Propriedades físicas de 50 amostras de solos realizadas em 1 ha de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca. RS, 2019.

(conclusão)

Parcela	% areia	% silte	% argila
41	69	15	15
42	71	16	13
43	56	27	17
44	40	44	15
45	38	47	15
46	37	44	19
47	39	42	19
48	38	45	17
49	41	39	19
50	38	44	17

Apêndice C- Variável pedregosidade dividida em 4 classes de acordo com a presença de calhaus e matacões, nas 50 parcelas de 10 m x 20 m em 1 ha de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca. RS, 2019.

(Continua)

Parcela	Pedregosidade
1	1
2	2
3	2
4	1
5	1
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	1
12	1
13	2
14	2
15	2
16	3
17	2
18	2
19	2
20	2
21	1
22	2
23	2
24	3
25	1
26	1
27	1
28	1
29	2
30	2
31	2
32	1
33	1
34	1
35	1
36	1
37	2
38	2
39	1

Apêndice C- Variável pedregosidade dividida em 4 classes de acordo com a presença de calhaus e matacões, nas 50 parcelas de 10 m x 20 m em 1 ha de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca. RS, 2019.

(Conclusão)

Parcela	Pedregosidade
40	1
41	2
42	4
43	2
44	1
45	1
46	2
47	2
48	2
49	2
50	2

Em que: classe 1- a superfície do terreno não apresenta calhaus e matacões; classe 2- superfície do terreno ligeiramente pedregosa; classe 3 - calhaus e matacões distanciados 1,5 a 10 m na superfície; classe 4 - superfície do terreno pedregosa.

Apêndice D- Variáveis topográficas obtidas em 50 parcelas de dimensões 10 m x 20 m em um trecho de vegetação secundária, Dona Francisca. RS, 2019.

(Continua)

Faixas	Unidades amostrais	Variáveis topográficas		
		Cota (m)	Desnível máximo (m)	Declividade média (%)
1	Parcela			
	1	112	4	10,5
	2	113,5	9	29,7
	3	114	13	27,5
	4	118,2	9	21,7
2	5	118,2	12	15
	6	120	7	28
	7	128	8	32,5
	8	136,2	11	34,7
	9	139,7	14	30
3	10	147,7	14	40,5
	11	141	12	48,7
	12	157,7	52	30,7
	13	149	12	15,5
	14	154,7	10	25,5
4	15	161,7	5	17
	16	112,5	5	8,5
	17	152,8	6	13,5
	18	160,5	6	27,5
	19	167,5	8	41,5
5	20	179,5	11	40
	21	154,2	7	11
	22	157,5	3	12
	23	165	9	25,5
	24	174	7	18,7
6	25	152,2	4	14,2
	26	156	3	11,7
	27	160	5	20,5
	28	164,5	11	30,5
	29	171	7	30,2
	30	176,5	2	27,5
	31	183,7	5	34,7
	32	193,5	3	32,5
	7	33	150	15
34		158,5	5	23,7
35		166,7	9	35
36		147,2	3	12,2

Apêndice D- Variáveis topográficas obtidas em 50 parcelas de dimensões 10x20 m (200 m²) em um trecho de vegetação secundária, Dona Francisca. RS, 2019.

(Conclusão)

Faixas	Unidades amostrais	Variáveis topográficas		
		Cota (m)	Desnível máximo (m)	Declividade média (%)
-	Parcela			
7	37	153,2	6	22,5
	38	160,7	8	27,2
8	39	168,5	5	5,5
	40	173	4	32,5
9	41	148	10	28,2
	42	146	8	33,5
	43	151	8	23,7
	44	167,5	5	20,7
	45	172,5	3	23,2
10	46	165,5	9	25
	47	167	7	25
	48	167,5	15	23,2
	49	166	10	19,5
	50	161,5	17	32,7

Apêndice E- variável cobertura de dossel obtidas em 50 parcelas de dimensões 10x20 m (200 m²) em um trecho de vegetação secundária, Dona Francisca. RS, 2019.

(Continua)

N	CD
1	78,94
2	80,5
3	71,66
4	74,52
5	76,08
6	75,56
7	77,9
8	61,52
9	65,42
10	70,36
11	75,04
12	75,04
13	52,68
14	75,04
15	68,28
16	61,0
17	74,0
18	64,64
19	61,0
20	68,28
21	71,92
22	68,54
23	80,24
24	75,3
25	60,48
26	58,4
27	43,58
28	65,16
29	28,76
30	65,42
31	56,06
32	64,64
33	69,58
34	68,28
35	73,48
36	67,76
37	76,86
38	66,72
39	71,4
40	66,98

Apêndice E- variável cobertura de dossel obtidas em 50 parcelas de dimensões 10x20 m (200 m²) em um trecho de vegetação secundária, Dona Francisca, RS, 2019.

(Conclusão)

N	CD
41	72,96
42	64,64
43	69,32
44	63,6
45	83,1
46	82,32
47	72,18
48	66,98
49	57,1
50	79,72

Em que: N = número de parcela; CD = cobertura de dossel em %.

Apêndice F- Atributos funcionais das principais espécies amostradas em um trecho de vegetação secundária de Floresta Estacional Decidual, Dona Francisca. RS, 2019

Espécies	AF	AFE	Hmax	Dmax	GR	SD	RF
<i>Actinostemon concolor</i>	15,94	92,99	4,75	6,47	CTS	Au	P
<i>Allophylus edulis</i>	26,21	163,56	11,5	15,19	CEL	zoo	P
<i>Annona neosalicifolia</i>	35,62	228,81	8,2	12,29	CEL	zoo	P
<i>Apuleia leiocarpa</i>	29,61	78,38	14,8	17,84	CEL	Ane	D
<i>Cabralea canjerana</i>	522,31	118,62	18	29,87	CEL	zoo	D
<i>Casearia decandra</i>	8,36	256,06	10,3	15,6	CTS	zoo	D
<i>Casearia sylvestris</i>	18,84	165,26	13,95	16,85	CEL	zoo	P
<i>Cedrela fissilis</i>	450,58	287,46	14,8	23,95	CEL	Ane	D
<i>Cordia ecalyculata</i>	21,74	142,54	10,9	16,51	CEL	zoo	P
<i>Cordia trichotoma</i>	38,95	64,07	16,5	17,82	CEL	Ane	D
<i>Cupania vernalis</i>	294,63	105,96	14,3	20,02	CEL	zoo	P
<i>Ficus luschnathiana</i>	36,75	104,02	14,45	33,07	CEL	zoo	D
<i>Guarea macrophylla</i>	334,11	114,3	9,9	21,53	CTS	zoo	P
<i>Inga marginata</i>	83,81	143,74	13,7	16,95	CEL	zoo	P
<i>Machaerium paraguariensis</i>	85,03	257,37	14,2	15,08	CEL	Ane	D
<i>Matayba elaeagnoides</i>	158,2	104,01	13,25	17,45	CEL	zoo	P
<i>Nectandra lanceolata</i>	30,17	124,02	22,2	46,97	CEL	zoo	P
<i>Nectandra megapotamica</i>	18,83	142,87	18,75	40,3	CEL	zoo	P
<i>Ocotea puberula</i>	39,14	245,59	18,3	39,54	CEL	zoo	P

Em que: AF = área foliar; AFE = área foliar específica; Hmáx = altura máxima; Dmax = diâmetro máximo; GR = guildas de regeneração (CTS = clímax tolerante a sombra; CEL = clímax exigente de luz); SD = síndrome de dispersão de propágulos (Au = autocórica; Ane = anemocórica; zoo = zoocórica); RF = regime de renovação foliar (P = perenifólia; D = decídua)