

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA DENARDIN DA SILVEIRA

FITOSSOCIOLOGIA, CRESCIMENTO E COMPETIÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES  
NATIVAS DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DA REGIÃO CENTRAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

CURITIBA  
2014

BRUNA DENARDIN DA SILVEIRA

FITOSSOCIOLOGIA, CRESCIMENTO E COMPETIÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES  
NATIVAS DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DA REGIÃO CENTRAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do grau de Doutora em Engenharia Florestal na linha de pesquisa Manejo Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima

Co-orientadores:

Prof. Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa

Prof. Dr. Eduardo Pagel Floriano

Prof. Dr. Nelson Carlos Rosot

Curitiba  
2014

Ficha catalográfica elaborada por Deize C. Kryczyk Gonçalves – CRB 1269/PR

Silveira, Bruna Denardin da

Fitossociologia, crescimento e competição de três espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual da região central do Rio Grande do Sul / Bruna Denardin da Silveira - 2014.

105 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima

Co-orientadores: Prof. Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa

Prof. Dr. Eduardo Pagel Floriano

Prof. Dr. Nelson Carlos Rosot

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 28/02/2014.

Inclui bibliografia

Área de concentração: Manejo Florestal

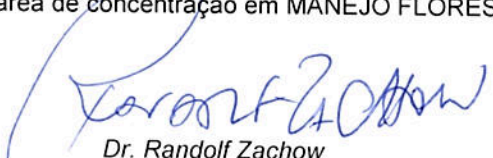
1. Comunidades vegetais – Rio Grande do Sul. 2. Árvores – Medição – Rio Grande do Sul. 3. Árvores – Anéis de crescimento - Rio Grande do Sul. 4. Biodiversidade - Rio Grande do Sul. 5. Teses. I. Nakajima, Nelson Yoshihiro. II. Hosokawa, Roberto Tuyoshi. III. Floriano, Eduardo Pagel. IV. Rosot, Nelson Carlos. V. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. VI. Título.

CDD – 634.9

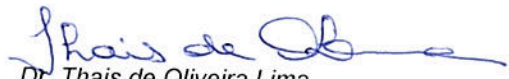
CDU – 634.0.52(816.5)

**PARECER**  
Defesa nº. 1020

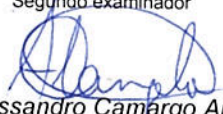
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Bruna Denardin da Silveira* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "**FITOSSOCIOLOGIA, CRESCIMENTO E COMPETIÇÃO DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor em Engenharia Florestal*, área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**.



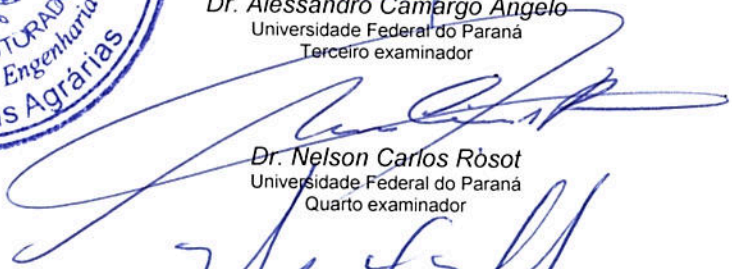
*Dr. Randolph Zachow*  
Serviço Florestal Brasileiro  
Primeiro examinador



*Dr. Thais de Oliveira Lima*  
Faculdade de Pinhais  
Segundo examinador



*Dr. Alessandro Camargo Angelo*  
Universidade Federal do Paraná  
Terceiro examinador



*Dr. Nelson Carlos Rösot*  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador



*Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima*  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 28 de fevereiro de 2014.



**Antonio Carlos Batista**  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

*Dedicatória...*

*Aos meus pais...  
pela minha vida.*

*A minha vó Ida...  
por me ensinar a ser forte, otimista e a acreditar nas pessoas.*

*Ao Leandro...  
por estar ao meu lado.*

*Aos meus alunos...  
pela inspiração.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por proteger e iluminar meu caminho... colocando verdadeiros anjos em minha vida.

Aos meus pais, Sebastião Vicente e Terezinha Lucia, pelo amor incondicional, pelo carinho e apoio, pelo esforço que fizeram a vida toda para que eu alcançasse meus objetivos e pelas lições de caráter e honestidade.

À minha vó Ida, pelo amor, carinho, incentivo e orações.

Ao Leandro, pelo amor, carinho, paciência, incentivo e por não me deixar esquecer quem sou.

Aos meus tios e primos, sempre presentes em minha vida, pelo amor, carinho e apoio incondicional. Em especial a Adri, prima amada, pela correção do português.

A Veri, amiga querida, pela amizade de irmã, carinho, ajuda em todos os momentos e por sempre me lembrar de tudo o que ainda devemos fazer.

A Marie, amiga querida, e ao meu queridão Artur, pela amizade, carinho, apoio e por sempre me receberem de braços abertos, tornando Curitiba mais feliz.

A Andressa, amiga querida, e à minha lindinha Antônia, pela cumplicidade, pelos sorrisos, carinho, amor, apoio e amizade de longa data.

Aos amigos e colegas da UFSM/CESNORS - Frederico Westphalen, em especial, Adriana Salamoni, Fabiane Vezzani, Fabiano Fortes, Luciano Denardi e Magda Zanon, pelo carinho, amizade e incentivo.

Aos amigos e colegas do Serviço Florestal Brasileiro - Brasília, em especial, Clarê Carrijo e Érica Yoshida, pela torcida e pelo carinho com que sempre me trataram.

Ao senhor Flávio Lorentz, pelo incentivo e por tornar possível a realização deste trabalho, cedendo a área de estudo.

Aos pesquisadores da Embrapa Florestas, Patrícia Póvoa de Mattos e Evaldo Braz, e ao técnico Jonatas Gueller, pelos esclarecimentos, incentivo e apoio nas coletas de campo.

Aos meus amigos e colegas professores da UNIPAMPA, por tornarem meus dias mais agradáveis, em especial:

a Nara, pelo carinho, amizade, incentivo e pelo esforço e dedicação na realização do convênio para o desenvolvimento desta pesquisa, tornando-a possível;

a Alexandra, Cibele e Leandro, pelo carinho, amizade, apoio, dedicação e companheirismo antes, durante e após as coletas de campo;

a Silvana, Mirla, Silvane e seu lindão Augusto, pelo carinho, amizade, ajuda e incentivo em todos os momentos de realização dessa pesquisa;

aos meus companheiros de sala Juliano, Paulo Marcos, Ricardo Alves e Suzy, pela oportunidade de convívio, pelo carinho, incentivo, amizade, conselhos e por nunca me deixarem esquecer a importância de finalizar esse trabalho;

ao Adriano pela amizade e incentivo.

Ao meu professor e orientador, Roberto Hosokawa, por me aceitar como orientanda, pela oportunidade de convivência e amizade, pelos ensinamentos, carinho, conselhos, preocupação e confiança, e, principalmente, por me fazer ver a floresta com “outros olhos”.

Ao meu orientador, professor Nelson Nakajima, pelo incentivo, paciência, confiança e por assumir minha orientação em um momento inesperado.

Ao meu co-orientador, colega e amigo, professor Eduardo Pagel Floriano, pela orientação, carinho, incentivo, paciência, boa vontade, pelos ensinamentos e auxílio em todos os momentos desde minha chegada à UNIPAMPA, inclusive nas coletas dos dados, sempre buscando a melhor forma para ajudar-me e, principalmente, por tratar-me como parte de sua família.

Ao meu co-orientador, professor Nelson Rosot, pelo apoio e por acreditar no meu potencial, sempre me transmitindo confiança.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, em especial, Antônio Nogueira, Sebastião do Amaral Machado e Sylvio Péllico Netto, pelos ensinamentos, histórias e por serem grande exemplos de profissionais.

Ao professor Solon Jonas Longhi, pelos ensinamentos, disponibilidade e ajuda na identificação das espécies.

Aos professores da UFSM Paulo Roberto Schneider, Frederico Dimas Fleig e Alessandro Dal'Col Lúcio, por sempre me receberem quando precisei, incentivando-me a seguir em frente.

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR David e, em especial, ao Reinaldo, por todo auxílio e palavras de conforto em momentos delicados.

Aos meus alunos da UFSM/CESNORS – Frederico Westphalen e da UNIPAMPA, por me apresentarem ao mundo da licenciatura, por me fazerem insistir e acreditar em uma educação melhor para nosso País, pelo incentivo, paciência, carinho e por entenderem a importância deste trabalho para todos nós. Aos alunos do curso de graduação em Engenharia Florestal da UNIPAMPA, em especial, Tássilla Loiola, Douglas Rosa, Renata Cavalheiro e Leonardo Soares pelo carinho e ajuda na coleta dos dados.

Aos técnicos administrativos da UNIPAMPA, em especial, ao Edson Valderi e aos motoristas terceirizados, pelo apoio logístico e amizade.

A Mel, querida professora de Yoga em Curitiba, pelos ensinamentos, instruindo-me a respirar melhor, acalmado meu corpo e minha mente.

Às amigas queridas Ana Catarina, Cedinara, Daiane, Dafne e Fernanda, que mesmo distantes fisicamente, sempre me incentivaram e vibraram com minhas conquistas.

Aos meus cachorrinhos queridos, companheiros fiéis, Tigrão, Gretha e Alf, pelo amor incondicional e por alegrarem meus dias.



À Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, pela oportunidade de realização do doutorado e pelo apoio financeiro.

À minha chefia na UNIPAMPA, pelo apoio e incentivo durante o período de realização deste trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para essa conquista e não foram aqui citados... meu eterno respeito e gratidão.

Muito Obrigada!

## **Acaso**

*Cada um que passa em nossa vida,  
passa sozinho, pois cada pessoa é única  
e nenhuma substitui outra.*

*Cada um que passa em nossa vida,  
passa sozinho, mas não vai só  
nem nos deixa sós.*

*Leva um pouco de nós mesmos,  
deixa um pouco de si mesmo.*

*Há os que levam muito,  
mas há os que não levam nada.*

*Essa é a maior responsabilidade de nossa vida,  
e a prova de que duas almas  
não se encontram ao acaso.*

**“Antoine de Saint-Exupéry”**

## RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual em São Sepé, região central do Rio Grande do Sul. Teve como objetivos determinar o crescimento em diâmetro de três espécies de maior valor de importância encontradas no local; caracterizar a composição florística e estrutura fitossociológica do fragmento; avaliar a relação do crescimento com a competição das três espécies estudadas; e avaliar a relação de variáveis climáticas com o crescimento em diâmetro para cada uma das três espécies. Na área foram alocadas aleatoriamente cinco faixas, subdivididas em parcelas permanentes de 10 x 10 metros, totalizando 0,51 hectares. Em cada unidade amostral, foram identificados e marcados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 centímetros. As três espécies com maior valor de importância foram *Sorocea bonplandii*, *Matayba elaeagnoides* e *Trichilia claussenii*. Após a seleção das espécies, o método de análise parcial de tronco foi utilizado para a coleta de rolos de incremento das árvores de cada uma das espécies, os quais foram processados para a posterior medição de seus anéis de crescimento. Com a finalidade de estimar o crescimento em diâmetro, os seguintes modelos matemáticos, além da modelagem, foram testados: Backman, Chapman-Richards, Exponencial Tipo II, III e IV, Prodan, Schumacher e Weibull. As análises estatísticas das equações matemáticas ajustadas propõem que o modelo matemático desenvolvido foi o mais representativo para *Sorocea bonplandii*, *Matayba elaeagnoides* e *Trichilia claussenii*. Além disso, foi possível verificar que os anéis de crescimento das espécies são visíveis, permitindo o estudo do crescimento pelo método não destrutivo. Também foram coletados dados, como diâmetro da copa e comprimento de copa para o cálculo de alguns parâmetros morfométricos, assim como alguns índices de competição dependentes e independentes da distância. A análise de correlação de Pearson foi utilizada para verificar a relação entre as variáveis morfométricas, os índices de competição e o incremento em diâmetro. Em seguida, realizou-se a modelagem do incremento em diâmetro em função das variáveis mais significativas pela análise de correlação de Pearson. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que existe relação entre o incremento em diâmetro de *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia claussenii* e a competição. O crescimento em diâmetro de *Matayba elaeagnoides* e *Trichilia claussenii* tem maior relação com a competição, enquanto *Sorocea bonplandii* apresenta mais relação com as variáveis morfométricas. A análise de correlação de Pearson foi aplicada com os dados de análise parcial de tronco dos últimos cinco anos (2008 a 2012) para avaliação do incremento em diâmetro em relação às variáveis climáticas, apresentando-se como variáveis de maior correlação a precipitação, temperatura, insolação e balanço hídrico. Em seguida, realizou-se a modelagem do incremento em diâmetro em função dessas variáveis de maior correlação. *Matayba elaeagnoides* apresentou relação significativa com a temperatura mínima média; *Trichilia claussenii* com a insolação e *Sorocea bonplandii* com a insolação e a temperatura mínima média.

Palavras-chave: *Sorocea bonplandii*; *Matayba elaeagnoides*; *Trichilia claussenii*; anéis de crescimento; modelos de crescimento.

## ABSTRACT

This study was developed in a fragment of semideciduous forest in Sao Sepe, in central region of Rio Grande do Sul. The objectives were to determine the diameter growth of the three species with the highest importance value found locally; characterize the floristic composition and phytosociologic fragment structure; evaluate the relationship of growth with competition among the three species and to evaluate the relationship of climatic variables with the diameter growth for each of the three species. In the area were randomly allocated five bands, subdivided into permanent plots of 10 x 10 meters, totaling 0.51 ha. At each sampling unit, were identified and marked all individuals with diameter at breast height (DBH) less than 10.0 cm. The three species with the highest importance value were *Sorocea bonplandii*, *Matayba elaeagnoides* and *Trichilia clausenii*. After the selection of species, the method of partial stem analysis was used to collect increment core in each species trees, which were processed for subsequent measurement of their growth rings. In order to estimate the diameter variable, the following mathematical models, and modeling were tested: Backman, Chapman-Richards, Exponential Type II, III and IV, Prodan, Schumacher and Weibull. The results after adjustment of the equations proposed mathematical modeling as more representative for *Sorocea bonplandii*, *Matayba elaeagnoides* and *Trichilia clausenii*. Furthermore, it was verified that the species rings growth are visible, allowing the growth study by nondestructive method. Data such as diameter and length canopy for the calculation of some morphometric parameters, as well as some competition indexes dependent and independent of distance were also collected. The Pearson correlation analysis was used to verify the relationship between the morphometric variables, competition indexes and diameter increment. Then it was realized the diameter increment modeling as a function of the significant variables by Pearson correlation analysis. Based on the results obtained, it can be conclude that there is an association between the increase in diameter of *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* and *Trichilia clausenii* and competition. The diameter growth of *Matayba elaeagnoides* and *Trichilia clausenii* is more closely related to the competition, while *Sorocea bonplandii* is more related with the morphometric variables. The last five years data obtained by partial stem analysis to assess the diameter increment of trees, relating it to precipitation, temperature, sunlight and water balance by Pearson correlation analysis. Then took place the modeling of the increase in diameter as a function of the studied variables. The three species studied showed relationship between the climatic variables and diameter growth during the 2008 to 2012 years' period. *Matayba elaeagnoides* showed a significant relationship with the medium minimum temperature; *Trichilia clausenii* with insolation and *Sorocea bonplandii* with insolation and medium minimum temperature.

Keywords: *Sorocea bonplandii*; *Matayba elaeagnoides*; *Trichilia clausenii*; growth rings, growth models.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	12
1.1	HIPÓTESES CONSIDERADAS .....	15
1.2	OBJETIVOS .....	15
1.2.1	Objetivo Geral.....	15
1.2.2	Objetivos Específicos .....	15
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	ESPÉCIES FLORESTAIS ESTUDADAS .....	17
2.2	FITOSSOCIOLOGIA .....	20
2.3	CRESCIMENTO FLORESTAL.....	21
2.4	COMPETIÇÃO .....	23
2.5	MODELAGEM.....	25
	REFERÊNCIAS.....	27
3	CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL .....	34
3.1	INTRODUÇÃO .....	36
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
3.4	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55
4	CRESCIMENTO DE <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk., <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer. E <i>Trichilia claussenii</i> C.DC. EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA NATIVA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL.....	59
4.1	INTRODUÇÃO .....	60
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
4.2.1	Descrição da área de estudo .....	62
4.2.2	Seleção das espécies e coleta dos dados.....	62
4.2.3	Preparação das amostras.....	63
4.2.4	Análise e processamento dos dados.....	64
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4.4	CONCLUSÃO.....	74

REFERÊNCIAS.....	75
5 RELAÇÃO DE VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS E ÍNDICES DE COMPETIÇÃO COM O CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE <i>Trichilia clausenii</i> C.DC., <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. E <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer. NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL .....	77
5.1 INTRODUÇÃO .....	78
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	80
5.2.1 Descrição da área de estudo .....	80
5.2.2 Obtenção dos dados, variáveis mensuradas, processamento e análise dos dados.....	80
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
5.4 CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS.....	92
6 RELAÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS COM O CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE <i>Trichilia clausenii</i> C.DC., <i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk. E <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer. NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL.....	94
6.1 INTRODUÇÃO .....	95
6.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	97
6.2.1 Descrição da área de estudo .....	97
6.2.2 Obtenção dos dados, variáveis mensuradas, processamento e análise dos dados.....	97
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
6.4 CONCLUSÃO.....	102
REFERÊNCIAS.....	103
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A drástica redução das florestas tropicais elevou as taxas estimadas de extinção de espécies biológicas a números significativamente altos. Por mais que esses valores sejam imprecisos e, considerando-se os processos naturais de extinção, estima-se que o homem tenha elevado em torno de 100 a 1000 vezes essas taxas (MEDEIROS, 2003).

Estudando a biodiversidade, e tentando compreender a vida como um todo, tem-se mais condições de preservá-la, respeitando sua relação direta com a preservação ou conservação das espécies. Esse fato resulta no aproveitamento dos recursos biológicos, para que sejam explorados de maneira menos prejudiciais à natureza, conservando-a o máximo possível, e permitindo a harmonia entre o desenvolvimento das atividades humanas e a preservação, o que se chama, modernamente, de desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2006).

A deterioração da capacidade assimilativa dos ecossistemas e da capacidade de regeneração dos recursos naturais renováveis a taxas compatíveis com desgastes impostos pelas atividades antrópicas, vem demandando uma revisão profunda sobre o tipo de relação que o homem mantém com a natureza (GARCIA, 2001).

O Brasil é considerado o primeiro país em biodiversidade do globo, sendo a Floresta Estacional definida como uma das suas regiões fitoecológicas, segundo a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992). A Floresta Estacional Semidecidual pode ser caracterizada pela forma de renovação foliar que reflete o regime climático (oscilações de temperatura e/ou precipitação), gerando diferentes proporções de perda e renovação da massa foliar, sendo que, normalmente, entre 30 e 60% desse maciço de folhas é liberado na estação mais fria (OLIVEIRA-FILHO, 2009). Conforme dados do inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul, essa floresta, em seus estágios iniciais, médios e avançados de sucessão, compreende uma área de 2.102,75 km<sup>2</sup>, representando 4,26% da cobertura florestal do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

No princípio da colonização do Rio Grande do Sul pela imigração européia, ao menos um terço do Estado era coberto por florestas (BRASIL, 1983). A paisagem rio-grandense sofreu várias alterações desde essa época, possuindo um aspecto bem distinto do que se via outrora. Muitas das espécies aqui existentes inicialmente foram extintas, e as matas degradadas, principalmente para a implantação de lavouras e pastagens, e pelo valor da madeira.

Para a caracterização da vegetação arbóreo-arbustiva de uma área qualquer é necessário reconhecer as espécies presentes no local e fazer uma avaliação da estrutura horizontal e vertical da floresta. Com isto pode-se verificar o seu desenvolvimento e prever ações futuras (LONGHI *et al.*, 2000). O conhecimento da organização estrutural das populações de espécies arbóreo-arbustivas, por meio de estudos fitossociológicos, é utilizado para a definição de estratégias de manejo e conservação de remanescentes florestais e restauração florestal em áreas degradadas (PINTO, 2005).

Para a compreensão integral do ecossistema floresta, deve-se, contudo, ter uma visão geral de todas as variáveis envolvidas, tais como: biodiversidade, clima, solo, dinâmica da floresta, topografia, entre outras. Cabe aqui ressaltar que um ecossistema inclui tanto os organismos, quanto o ambiente abiótico, onde cada um desses fatores influencia as propriedades do outro, e cada um é necessário para a manutenção da vida (ODUM, 1975).

Em vista disso, as florestas nativas são consideradas muito complexas, especialmente, por conta da heterogeneidade na composição de espécies, idades e tamanhos. Essa complexidade, somada à carência de metodologias e de dados científicos, dificulta a atuação do profissional envolvido com o manejo dessas florestas (SANQUETTA *et al.*, 1995). Assim, torna-se evidente a necessidade do estabelecimento de rotinas para obtenção de informações científicas com o propósito de entender a complexidade dos ecossistemas e de auxiliar na recuperação de remanescentes (SCHAAF *et al.*, 2006).

O manejo das florestas naturais deve ser idealizado como um conjunto de atividades que considere a produção madeireira econômica, o uso e necessidades das propriedades rurais, bem como o potencial ambiental das tipologias florestais (BRAZ *et al.*, 2012). Uma das maneiras de entender parte dos processos envolvidos no estabelecimento e no desenvolvimento das florestas, e que permite traçar estratégias de conservação, diz respeito ao crescimento das árvores que compõem



esses ambientes (KANIESKI *et al.*, 2012). Uma das formas de compreender a composição florística, estrutura, crescimento, mortalidade e ingresso de uma comunidade é monitorá-la sistematicamente por longo período, executando-se um inventário florestal contínuo, com instalação de parcelas permanentes (SCHAAF *et al.*, 2006). Outro método utilizado em pesquisas do crescimento das árvores e que, também, pode gerar dados como idade das árvores, crescimento, incremento, qualidade de sítio, entre outras informações sobre clima e ecologia das florestas, é o estudo dos anéis de crescimento (GUTIÉRREZ *et al.*, 2012; GONÇALVES, 2008).

Além disso, como parte da abordagem metodológica, deve-se determinar a distribuição das espécies na floresta, localizando áreas com diferentes tipologias florestais. Essas informações, associadas a estudos de crescimento e dos atributos de solos e da rede de drenagem, permitirão intervenções mais específicas na direção do manejo florestal sustentável (BRAZ *et al.*, 2012).

Contudo, o crescimento de muitas espécies nativas com o aumento da idade ainda não foi avaliado, dificultando a obtenção de informações que tornem possível a quantificação e o prognóstico do tempo necessário para que uma árvore alcance uma determinada dimensão, assim como a avaliação econômica de algum investimento realizado no cultivo/manejo da floresta (FINGER *et al.*, 2003).

No manejo florestal, é imprescindível dominar essas metodologias que permitem realizar estimativas precisas das densidades populacionais por classe diamétrica, para fins de determinação de sortimentos de madeira para povoamentos, de avaliação de estoque, de prognose de produção e de avaliações econômicas (SCHNEIDER *et al.*, 2008). As bases do desenvolvimento de uma economia florestal devem ser fundamentadas na produção contínua da floresta, e essa produção só será atingida quando se conhecer profundamente a maneira como a floresta renova seus recursos, o processo de regeneração natural, a estrutura dessa regeneração em relação a sua composição florística e seu potencial qualitativo e quantitativo (JARDIM e HOSOKAWA, 1987).

Dessa forma, o emprego de metodologias que visam caracterizar a estrutura de uma floresta nativa, assim como seu desenvolvimento, torna-se de fundamental importância para conservação e utilização adequada dos recursos genéticos existentes.

## 1.1 HIPÓTESES CONSIDERADAS

- a) Há relação entre o crescimento em diâmetro das três espécies de maior valor de importância fitossociológica com a idade.
- b) Há relação entre o crescimento em diâmetro das três espécies avaliadas com a morfometria, competição e variáveis climáticas.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um levantamento fitossociológico em um fragmento nativo da Floresta Estacional Semidecidual localizada no Rio Grande do Sul, que servirá como subsídio para seleção de três espécies com maior valor de importância e determinar o crescimento dessas espécies.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar a composição florística e estrutura fitossociológica do fragmento da Floresta Estacional Semidecidual;
- b) Estudar o crescimento em diâmetro das três espécies de maior Índice de Valor de Importância (IVI), definidas por meio de levantamento fitossociológico;
- c) Avaliar a relação do crescimento com a competição das três espécies estudadas;
- d) Avaliar a relação de variáveis climáticas com o crescimento em diâmetro para cada uma das três espécies em questão.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse estudo contém informações relativas à pesquisa denominada “Fitossociologia, crescimento e competição de três espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual da região central do Rio Grande do Sul”, desenvolvida entre os anos de 2011 e 2013, no município de São Sepé, Rio Grande do Sul. A estrutura do trabalho foi organizada na forma de quatro capítulos, os quais foram escritos em formato de artigos científicos. Um capítulo pode ser lido e entendido por si só, por isso parte da metodologia é repetida em todos eles.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica referente ao conteúdo tratado, para, deste modo, contextualizar o tema. Essa parte inicial trata de assuntos relacionados às espécies estudadas, fitossociologia, aspectos do crescimento florestal, competição e modelagem do crescimento.

O Capítulo 1, intitulado *Caracterização da composição florística e estrutural de um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual na Região Central do Rio Grande do Sul*, caracterizará a composição florística e estrutura da floresta. O Capítulo 2, *Crescimento de Matayba elaeagnoides Radlk., Sorocea bonplandii (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer e Trichilia clausenii C. DC. em um fragmento de floresta nativa na Região Central do Rio Grande do Sul*, abordará o crescimento das três espécies de maior valor de importância no remanescente florestal. Na sequência, o Capítulo 3, *Relação de variáveis morfométricas e índices de competição com o crescimento em diâmetro de Trichilia clausenii C. DC., Matayba elaeagnoides Radlk. e Sorocea bonplandii (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer na Região Central do Rio Grande do Sul*, irá propor uma discussão sobre o crescimento dessas espécies, porém, acrescentando argumentos sobre competição. Por último, o Capítulo 4, *Relação de variáveis climáticas com o crescimento em diâmetro de Trichilia clausenii C. DC., Matayba elaeagnoides Radlk. e Sorocea bonplandii (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer na Região Central do Rio Grande do Sul*, abordará a relação de cada uma das espécies consideradas e a influência de variáveis climáticas em seu crescimento.

Para finalizar, serão apresentadas as conclusões/considerações finais, baseadas nos resultados obtidos no decorrer da pesquisa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ESPÉCIES FLORESTAIS ESTUDADAS

#### a) *Trichilia clausenii* C. DC.

A espécie *Trichilia clausenii* C. DC., pertencente a família Meliaceae, é conhecida popularmente como catiguá-vermelho, catiguá, quebra-machado, entre outros, ocorrendo em Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, na Floresta Ombrófila Mista e na Floresta Estacional Semidecidual (PATRICIO e CERVI, 2005).

Sua altura, na idade adulta, varia de seis a 12 metros e seu tronco de 20 a 30 centímetros de diâmetro, possui folhas compostas trifoliadas e seu fruto é uma cápsula deiscente; sua madeira é leve, compacta, grã direita, medianamente resistente, moderadamente durável (LORENZI, 2002). Conforme o mesmo autor, sua madeira é própria para marcenaria leve, forros, lambris, para acabamentos internos em construção civil, como molduras, portas, painéis, para escultura, peças torneadas, entre outros.

*Trichilia clausenii* possui frutos muito consumidos por várias espécies de pássaros. É uma planta dióica, com flores unissexuais e sua floração ocorre entre os meses de agosto e novembro, apresentando flores de cor amarelada; a frutificação acontece entre os meses de dezembro e maio (PATRICIO e CERVI, 2005). Os mesmos autores citam que os frutos caracterizam-se por serem do tipo cápsula deiscente, com coloração vermelha e suas sementes são liberadas quando os frutos encontram-se totalmente secos.

A árvore apresenta características ornamentais, por isso é recomendada para o paisagismo em geral; é particularmente útil para arborização de ruas estreitas. É uma planta adaptada ao crescimento em ambiente sombreado, sendo indicada para adensamento de matas ou capoeiras degradadas de áreas de preservação permanente, bem como para a composição de florestas heterogêneas destinadas à proteção permanente. Espécie semidecídua, esciófita ou de luz difusa e seletiva higrófito, ocorrendo, preferencialmente, no interior da floresta primária, situada em solos úmidos de planícies aluviais e em partes mais baixas de encostas, assim como

em solos pedregosos do topo de morros, onde pode chegar a representar a espécie dominante (LORENZI, 2002).

Estudos mostram que *Trichilia clausenii* possui substâncias presentes nas folhas, ramos e frutos, com grande potencial para conter ou diminuir as atividades de algumas pragas em culturas agrícolas, porém as pesquisas ainda são muito restritas (GONÇALVES *et al.*, 2011; NEBO, 2010).

Anatomicamente, essa espécie possui anéis de crescimento distintos entre si, individualizados por parênquima marginal, apresenta vasos solitários e em múltiplos, porosidade difusa e parênquima marginal paratraqueal unilateral e em faixas estreitas ou em linhas tangenciais (MARCHIORI *et al.*, 2009).

b) *Matayba elaeagnoides* Radlk.

*Matayba elaeagnoides*, conhecida popularmente como camboatá-branco, camboatá, pau-de-pombo, cuvantã, entre outros, é uma espécie pertencente a família Sapindaceae, ocorre em Minas Gerais e São Paulo até o Rio Grande do Sul, sobretudo na floresta semidecídua de altitude e matas de pinhais. É uma planta semidecídua, mesófito e seletiva higrófito, muito frequente nas submatas de pinhais e matas semidecíduas de altitude situadas em solos úmidos e, menos frequente na floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná, sendo encontrada tanto no interior da mata como nos estágios mais adiantados da sucessão secundária (LORENZI, 2002).

Sua altura varia, normalmente, de 15 a 20 metros e seu diâmetro de 30 a 50 cm, possui madeira pesada (REITZ *et al.*, 1979). A madeira do camboatá-branco é empregada na construção civil como caibros, vigas, ripas, para obras internas, para lenha e carvão. Além disso, pode ser utilizada para a composição de reflorestamentos mistos destinados ao repovoamento de áreas degradadas e de preservação permanente (FLORESTA NATIVA, 2013). A espécie também possui qualidades paisagísticas, sendo recomendada para a arborização urbana em geral (LORENZI, 2002).

Seus frutos são cápsulas elipsóides deiscientes, com uma semente envolta por arilo carnosos, produzindo anualmente moderada quantidade de sementes viáveis, as quais são disseminadas pela avifauna, que consome o arilo que as envolve. Floresce durante os meses de setembro a novembro, e seus frutos

amadurecem entre dezembro e janeiro, possuindo folhas compostas pinadas de 10-20 cm de comprimento; folíolos em número de 4-13, coriáceos, glabros, de 7-11 cm de comprimento por 2-3 cm de largura (LORENZI, 2002).

c) *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer

*Sorocea bonplandii* faz parte da família Moraceae, sendo conhecida vulgarmente por cincho, folha-da-serra, canxim, soroco ou laranjeira-do-mato, ocorre de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul, tanto no Planalto Meridional como na Mata Atlântica e, também, em outros países como Uruguai e Argentina. Planta perinifólia, esciófita ou de luz difusa, seletiva higrófito, primária, característica e exclusiva dos sub-bosques das matas primárias do sul do país, principalmente da mata pluvial da encosta Atlântica. Espécie indiferente às condições de solo, podendo ser encontrada no interior de capoeirões em estágio sucessional adiantado, bem como nos sub-bosques das matas de altitude (LORENZI, 2002).

Essa espécie possui frutos carnosos de coloração vermelho-vinácea quando maduros, sua semente é lisa de cor branca, exalbuminosa, unitegmentada e embrião volumoso, espatulado, com cotilédones espessos (SOUZA e ROSA, 2005). É uma planta dióica e um pouco lactescente, possui, em média, de seis a 12 metros de altura, dotada de copa ovalada. Seu tronco é comumente reto e cilíndrico, de 15 a 25 cm de diâmetro, revestido por casca fina e quase lisa; tem folhas simples, coriáceas, de bordos providos de pequenos espinhos, com nervuras proeminentes, de 7 - 10 cm de comprimento por 3 - 4 cm de largura sobre pecíolo curto; possui inflorescências em ráceros axilares, com flores unissexuais de coloração verde-limão (femininas) ou bordô-escura (masculinas) (LORENZI, 2002).

Ruschel *et al.* (2006), comentam que é uma planta com elevada atividade antiulcerogênica e analgésica, possuindo valor medicinal semelhante ao da espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reis.). Além disso, sua madeira é moderadamente pesada (densidade 0,67 g/cm<sup>3</sup>), flexível, macia e fácil de trabalhar, textura média, grã direita, de média resistência mecânica e muito suscetível ao apodrecimento. A madeira é empregada para confecção de cabos de ferramentas, arcos de peneira e artefatos vergados, além disso, por ser uma árvore típica de sub-bosque, pode ser utilizada para o enriquecimento ou adensamento de bosques heterogêneos já formados (LORENZI, 2002).

## 2.2 FITOSSOCIOLOGIA

A variação na biodiversidade e estrutura das florestas é um processo dinâmico e constante, por vezes lento e natural, podendo ainda ser agressivo, especialmente quando há influência do homem sem manejo adequado, ou de um fenômeno ambiental extremo (SCIPIONI *et al.*, 2012). Os modelos de manejo florestal, com base no rendimento sustentado, exigem informações básicas sobre a dinâmica de crescimento e recomposição da floresta natural, para que possam ser aplicados com sucesso, sem causar riscos de exaurir esses recursos (JARDIM e HOSOKAWA, 1987).

Para que haja aproveitamento racional e sobrevivência das florestas, é imprescindível a aplicação de técnicas silviculturais adequadas, baseadas na ecologia de cada tipo de formação florestal (HOSOKAWA *et al.*, 2008). A fitossociologia é a ciência que subsidia o estudo da estrutura e composição da vegetação, sua inter-relação e dependência aos fatores bióticos em determinado ambiente (BRAUN-BLANQUET, 1979).

A análise estrutural de florestas nativas deve contemplar uma abordagem criteriosa da composição florística; dos parâmetros fitossociológicos das estruturas horizontal e vertical; e das estruturas dos diâmetros, da área basal e do volume. Deve também englobar as avaliações sobre arquitetura, iluminação e classe de copa, porte e sanidade dos troncos das árvores, infestação de cipós e identificação de espécies raras (SOUZA e SOARES, 2013).

Uma espécie vegetal normalmente apresenta grande ocorrência em uma determinada área, porém, sua distribuição espacial, nas diferentes classes de tamanho, pode ser bastante irregular. O grau de agregação pode gerar diferentes valores, com as plantas das menores classes de tamanho, apresentando tendência ao agrupamento, e as plantas das maiores classes de tamanho, podendo ocorrer de maneira fortemente agrupada (CARVALHO, 1983).

A composição florística indica o conjunto de espécies que compõem a floresta, sendo relacionada às espécies ocorrentes na floresta, com seu respectivo nome vulgar, científico e família. Para essa relação de espécies, são determinadas as densidades absolutas e relativas do número de espécies e gêneros que ocorrem na floresta (SCHNEIDER, 2004). A diversidade expressa por meio das espécies

arbóreas é capaz de representar, de forma bastante aproximada, a diversidade como um todo em determinado local (KANIESKI *et al.*, 2010).

A estrutura horizontal permite a determinação da densidade, dominância, frequência e importância das espécies na floresta; e a estrutura vertical analisa o estágio de desenvolvimento desta floresta, com base na distribuição das espécies nos diferentes estratos (LONGHI *et al.*, 2000). A estrutura horizontal da floresta pode ser avaliada, de acordo com Schneider e Finger (2000), a partir dos seguintes índices: densidade absoluta, densidade relativa, dominância absoluta, dominância relativa, índice de valor de cobertura, frequência absoluta, frequência relativa e índice de valor de importância.

A estrutura vertical deve fornecer, ao menos, um indício sobre em que estágio sucessional se encontra a espécie. Essa análise pode ser realizada a partir dos seguintes parâmetros: posição sociológica, índice de valor de importância ampliado e regeneração natural. O sucesso da condução silvicultural está ligado diretamente ao manejo da regeneração natural e, dependendo da condução da regeneração, torna-se possível obter florestas mais ricas economicamente (HOSOKAWA *et al.*, 2008).

## 2.3 CRESCIMENTO FLORESTAL

O crescimento das árvores é influenciado diretamente por diversos fatores, tais como luz, temperatura, água, nutrientes, dióxido de carbono, conteúdo de clorofila; onde a disponibilidade desses elementos, para cada árvore, varia conforme a concorrência que as mesmas sofrem na floresta (SCHNEIDER e SCHNEIDER, 2008). Além desses fatores, o crescimento é governado pelas influências genéticas das espécies e pelas condições ambientais que compreendem, fundamentalmente, os fatores climáticos, edáficos, topográficos e de competição (LAMPRECHT, 1990).

O crescimento é normalmente medido pelo diâmetro ou incremento da circunferência à altura do peito, sendo de grande importância para silvicultura e manejo florestal (GOMIDE, 1997). Quando as condições ambientais são favoráveis ao crescimento das árvores, em um determinado período, possibilitam o máximo rendimento. Em florestas nativas, a dinâmica da sucessão faz com que as condições



ecológicas sejam diferenciadas para cada indivíduo ao longo do tempo (HESS e SCHNEIDER, 2010).

Corroborando com essa afirmação, Assmann (1970) e Zanon (2007) explicam que as taxas de crescimento apresentam variações entre as diferentes espécies, assim como entre árvores da mesma espécie, porém de diferentes tamanhos ou constituição genética, ou ainda estabelecida em diferentes habitats.

Uma das maneiras de se avaliar o crescimento e a produtividade é por meio de inventários contínuos com instalação de parcelas permanentes; porém, o inconveniente é o grande período necessário para a obtenção dos dados. Entretanto, quando a espécie de interesse apresenta anéis de crescimento observáveis, a técnica de análise de tronco permite recompor o crescimento passado de uma árvore de maneira relativamente rápida (SPATHELF *et al.*, 2001).

A tora, estrutura mais utilizada como produto florestal e seus derivados, é formada basicamente por cerne e alburno, raios, vasos e traqueídeos, fibras e parênquima longitudinal. A formação do cerne é um dos principais fatores resultantes no aumento do diâmetro, e o meristema apical é responsável pelo crescimento em altura, dando origem aos tecidos primários (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972). Conforme Fritz (1976), existem variações no crescimento de órgãos e tecidos, por exemplo, o crescimento em altura e diâmetro se inicia praticamente ao mesmo tempo, porém apresentam ritmos diferentes, onde o crescimento em altura, geralmente, cessa antes.

O crescimento e a dormência seguem ciclos anuais em algumas espécies arbóreas tropicais e subtropicais, onde é registrado no lenho pelos anéis de crescimento, delimitados por estruturas anatômicas distintas, e, a partir desses anéis, torna-se possível determinar a idade das árvores, assim como as taxas de crescimento, pela análise temporal dos mesmos (OLIVEIRA, 2007). A alteração das variáveis ambientais se reflete no crescimento das árvores e na largura dos anéis de crescimento, que podem ser mais largos ou estreitos dependendo das influências destas no crescimento (ZANON, 2007).

Os anéis de crescimento representam, comumente, o incremento anual de uma árvore, onde a cada ano um novo anel é acrescentado ao fuste, sendo denominados de anéis anuais, os quais são destacados pelo conjunto do lenho inicial (lenho primaveril), com células de paredes finas e lumens grandes, e lenho

tardio (lenho outonal ou estival) com células de paredes mais espessas e, conseqüentemente, lúmens menores (BURGER e RICHTER, 1991).

Tratando-se da anatomia da madeira de folhosas (angiospermas), observa-se uma grande complexidade e variação na formação das camadas de crescimento, em razão da estrutura da madeira, das fases fenológicas das espécies e das condições ambientais; principalmente em comparação com as espécies de coníferas (gimnospermas), que possuem anéis de crescimento anuais distintos e demarcados pelos lenhos inicial e tardio, resultantes da sazonalidade da atividade cambial (TOMAZELLO FILHO *et al.*, 2002).

O crescimento refere-se ao incremento em dimensão de um ou mais indivíduos do povoamento, em um período de tempo determinado (VANCLAY, 1994). No entanto, a heterogeneidade na composição das espécies florestais, idades e tamanhos tornam as florestas nativas muito complexas (SANQUETTA *et al.*, 1995). Além da complexidade de sua composição, com um grande número de espécies apresentando as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, ainda faltam informações de como as plantas crescem nas florestas nativas, sejam em áreas intactas, em áreas exploradas ou em áreas sujeitas a algum tipo de regime de manejo (SCOLFORO *et al.*, 1996).

Por isso, o conhecimento da produção e crescimento das florestas é essencial para sua preservação e realização de um manejo mais criterioso (DAVIS e JOHNSON, 1987). Baseado nisso, diversos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de gerar mais informações sobre esse assunto, como por exemplo, Zamin (2013), Weber (2013), Stepka (2012), Sanquetta *et al.* (2010), Figueiredo Filho *et al.* (2003).

## 2.4 COMPETIÇÃO

As árvores que vivem em povoamentos densos estão continuamente em competição, no espaço aéreo pela luz e no solo pela água, minerais e oxigênio; à medida que as árvores aumentam de dimensão, ampliam-se suas necessidades individuais para o crescimento (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972). Fritz (1976) explica que um dos fatores ambientais regulador do crescimento secundário das plantas é a

competição entre organismos, portanto, a morte de uma árvore resulta, frequentemente, em mais luz e umidade disponível para as árvores vizinhas, enquanto que o crescimento de um vizinho pode aumentar a concorrência pela água e luz.

A competição, ou concorrência, pode ser definida como o resultado da interação dos diversos fatores do meio com as árvores, sendo a luz e a água variáveis determinantes no estabelecimento dessa competição (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972). Conforme os mesmos autores, aqueles indivíduos que apresentam maior atividade fisiológica são os que melhor se estabelecem quando pressionados pelo meio, determinando sua dominância sobre os outros indivíduos da população.

Nas ciências florestais, as pesquisas e o desenvolvimento de índices de competição tem sido aplicados, sobretudo, na prognose do crescimento em plantios florestais ou grupos de espécies em florestas nativas. O *status* competitivo de uma árvore é descrito por medidas de competição independentes ou dependentes da distância, onde os índices independentes da distância diferenciam-se dos dependentes por utilizarem medidas não espaciais, com base na distribuição dos tamanhos das árvores em uma determinada área. Nos índices dependentes da distância (espaciais), os competidores são identificados pelo seu tamanho e distância em relação à árvore-objetivo (WIMBERLY e BARE, 1996).

A competição influencia o desenvolvimento da copa das árvores, sendo a massa foliar um dos principais fatores que motiva o crescimento do câmbio, onde as características da copa tornam-se fundamentais para o estudo da taxa de crescimento da planta, tais como o aumento do crescimento em diâmetro do fuste e produção de frutos, cones e sementes (SPIECKER, 1981; KOZLOWSKI e PALLARDY, 1997).

Muitos pesquisadores, como Gadow e Hui (1999), Davis *et al.* (2001), Husch *et al.* (2003), descrevem e modelam a competição entre as árvores de diferentes maneiras, utilizando suas características dimensionais, como diâmetro, altura, porcentagem de copa, altura de copa. Aliadas a esses resultados, as práticas culturais são comumente utilizadas na tentativa de se conseguir um meio mais favorável para o crescimento das árvores e sua reprodução, porém, só serão eficazes se melhorarem a eficiência conjunta dos processos fisiológicos que

governam o crescimento e a reprodução, com produção de frutos e sementes (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972).

## 2.5 MODELAGEM

A modelagem do crescimento de um ser vivo permite explicar e prever o comportamento de uma de suas dimensões no decorrer do tempo, sendo um requisito fundamental para desenvolver qualquer tipo de atividade, seja de exploração ou conservação (SANQUETTA *et al.*, 2010).

A floresta natural, como toda comunidade vegetal, apresenta curva de crescimento cumulativo ou estoque em crescimento com tendência sigmoideal. Em longo prazo, a tendência sigmoideal é constante e a curva de crescimento cumulativo apresenta duas características básicas: valor assintótico ou assíntota, o qual trata da capacidade máxima do local; e ponto de inflexão, que representa o nível em que a taxa de crescimento corrente está no máximo, sendo o ótimo teórico de produção máxima sustentável. No ciclo de vida inicial e médio da sucessão da comunidade vegetal, a curva de crescimento cumulativo é côncava, enquanto no ciclo mais tardio e final, passa a ser convexa. A taxa de crescimento corrente cresce do estágio inicial para o estágio médio e atinge valor máximo no ponto de inflexão, que ocorre na região limítrofe dos estágios secundário médio e secundário avançado, decrescendo até zero no estágio primário ou clímax (SOUZA e SOARES, 2013).

Algebricamente, a produção ou o estoque de crescimento cumulativo de uma floresta ao longo do tempo pode ser descrito por uma série de modelos matemáticos, tanto lineares como não lineares (SOUZA e SOARES, 2013). A análise de regressão é aplicada na solução de grande parte dos problemas florestais, especialmente quando se pretende obter estimativas de parâmetros da floresta com o mínimo custo e tempo, utilizando-se de relações matemáticas que possibilitem obter estimativas de forma indireta através de equações de regressão. A aplicação mais comum dos métodos de regressão objetiva determinar uma função matemática, que permita descrever a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes; testar hipóteses sobre a relação entre a variável dependente e uma ou mais variáveis independentes (SCHNEIDER, 1998).

Na literatura encontram-se diversos modelos matemáticos capazes de estimar o crescimento, como por exemplo, Backman, Chapman-Richards, Prodan, Weibull, Exponencial, Schumacher (KIVISTE *et al.*, 2002; CAMPOS e LEITE, 2009).

Contudo, não há muita informação nem modelos de crescimento ajustados para a maioria das espécies da tão variada flora brasileira, particularmente para árvores crescendo em diferentes condições sociológicas (SANQUETTA *et al.*, 2010). Por isso, a modelagem vem ganhando cada vez mais relevância, especialmente, nos estudos das florestas nativas.

## REFERÊNCIAS

ASSMANN, E. **The Principles of Forest the Yield Study**. Muchen: BLV, 1970.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Inventário Florestal Nacional: Floresta Nativa, Rio Grande do Sul**. Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1983.

BRAUN-BLANQUET, J. B. **Fitosociologia**: base para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume, 1979.

BRAZ, E. M. *et al.* **Manejo sustentável de florestas naturais do Pantanal**. Colombo: Comunicado Técnico 302, Embrapa Florestas. 2012.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. 3. ed. atual. e ampl. Viçosa: Editora UFV, 2009.

CARVALHO, J. O. P. de. **Abundância, frequência e grau de agregação de Pau-rosa (*Aniba duckei*) na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Boletim de Pesquisa, 53, Embrapa-CPATU, 1983.

DAVIS, L. S. *et al.* **Forest Management: to Sustain Ecological, Economic, and Social Values**. 4th. ed. New York: Macgrall-Hill, 2001.

DAVIS, L.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3. ed. New York: McGraw Hill, 1987.

FIGUEIREDO FILHO, A. *et al.* Avaliação do incremento em diâmetro com o uso de cintas dendrométricas em algumas espécies de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Estado do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 69-84, 2003.

FINGER, C. A. G. *et al.* Investigação retrospectiva do crescimento volumétrico de pau-ferro (*Astronium balansae*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 131-136, 2003.

FLORESTA NATIVA. Disponível em: <<http://www.florestasnativas.com.br/PAU-DE-POMBO>>. Acesso em: 23/08/2012.

FRITZ, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976.

GARCIA, S. M. **Florestamentos compensatórios para retenção de água em microbacias**. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

GADOW, K. V.; HUI, G. **Modelling Forest Development**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

HUSCH, B. *et al.* **Forest Mensuration**. 4th. ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2003.

GONÇALVES, V. G. **Dendrocronologia: princípios teóricos, problemas práticos e aplicabilidade**. 2008. Disponível em: <[http://www.cidehus.uevora.pt/textos/artigos/gerardo\\_dendrocronologia.pdf](http://www.cidehus.uevora.pt/textos/artigos/gerardo_dendrocronologia.pdf)>. Acesso em: 10/12/2012.

GONÇALVES, M. de M. *et al.* Consumo foliar de batata submetida a diferentes tinturas de Meliáceas e óleo de nim por adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.6, n.2, p. 92-100, 2011.

GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e Dinâmica de Crescimento de Florestas Tropicais Primária e Secundária no Estado do Amapá**. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

GUTIÉRREZ, E. *et al.* **La historia que nos explican los árboles**. 2012. Disponível em: <[http://www.ub.edu/b\\_on/articulos-Cast/junio%202012/dendrocronologia-junio-2012-cast.pdf](http://www.ub.edu/b_on/articulos-Cast/junio%202012/dendrocronologia-junio-2012-cast.pdf)>. Acesso em: 26/11/2012.

HESS, A. F.; SCHNEIDER, P. R. Crescimento em volume de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em três regiões do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 107-122, 2010.

HOSOKAWA, R. T. *et al.* **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: Editora UFPR, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, (Série - Manuais Técnicos em Geociências, n.1), 1992.

JARDIM, F. C. S., HOSOKAWA, R. T. Estrutura da Floresta Equatorial Úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazônica**, Manaus, 16/17 (nº único), p. 411-508, 1987.

KANIESKI, M. R.; ARAUJO, A. C. B.; LONGHI, S. J. Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 567-577, 2010.

KANIESKI, M. R.; SANTOS, T. L.; NETO, J. G.; SOUZA, T.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Influência da Precipitação e da Temperatura no Incremento Diamétrico de Espécies Florestais Aluviais em Araucária - PR. **Floresta e Ambiente: Seropédica**, v. 19, n. 1, p. 17-25, 2012.

KIVISTE, A. *et al.* **Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2002.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of Woody Plants**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1997.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1972.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1990.

LONGHI, S. J. *et al.* Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidua, 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**. v. 2, ed. 2. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.



MARCHIORI, J. N. C. *et al.* **Madeiras do Rio Grande do Sul: Descrição microscópica de 33 espécies nativas.** Santa Maria: [s.n.], 2009.

MEDEIROS, J. D. A Biotecnologia e a extinção de espécies. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 30, p.109-113, 2003.

NEBO, L. *et al.* Atividade inseticida dos frutos de *Trichilia clausenii* (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 9, p.1849-1852, 2010.

ODUM, E.P. **Ecologia**; tradução de Kurt G. Hell. 2. ed. São Paulo: Pioneira; Brasília: INL, 1975.

OLIVEIRA, J. M. de. **Anéis de crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze: Bases de dendrocronologia em ecossistemas subtropicais montanos no Brasil.** 139 f. Tese (Doutorado em Ciências com Ênfase em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.60, n. 2, p. 237-258. 2009.

PATRICIO, C. P.; CERVI, C. A. O gênero *Trichilia* P. Browne (Meliaceae) no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 34, p. 27-71. 2005.

PINTO, S.I.C. **Florística, estrutura e ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa-MG.** 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2001. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/ifcrs>> Acesso em: 17/05/2011.

SANQUETTA, C. R. *et al.* Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz Markoviana de potência. **Floresta**, n. 24, p. 23-26, 1995.

SANQUETTA, C. R.; WEBER, S. H.; FORMAGINI, F.; BARBEIRO, L. S.; VIEIRA, G. Equações individuais e determinação de classes de crescimento para *Nectandra grandiflora* Nees a partir de dados de análise de tronco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2010.

SANTOS, A. S. R. **A biodiversidade: conceito e importância** / Considerações sobre a fauna. Disponível em: <<http://www.ultimaarcadenoe.com>>. Acesso em: 28/11/2006.

SCHAAF, L. B. *et al.* Modificações florístico-estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana no período entre 1979 e 2000. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p. 271-291, 2006.

SCHNEIDER, P. R. **Análise de Regressão Aplicada à Engenharia Florestal**. 2nd ed. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1998.

SCHNEIDER, P. R. **Manejo Florestal: planejamento da produção florestal**. Santa Maria: UFSM, 2004.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de florestas inequidâneas e heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2. ed. Santa Maria: FACOS/UFSM, 2008.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; BERNETT, L.G. *et al.* Estimativa dos parâmetros da função de densidade probabilística de Weibull por regressão aninhada em povoamento desbastado de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 381-392, 2008.

SCIPIONI, M. C. *et al.* Análise fitossociológica de um fragmento de Floresta Estacional em uma catena de solos no Morro do Cerrito, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 457-466, 2012.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M. de; *et al.* Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 112-137, 1996.

SOUZA, A. L. de; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: Editora UFV, 2013.

SOUZA, L. de; ROSA, S.M. da. Morfo-anatomia do fruto em desenvolvimento de *Sorocea bonplandii* (Baill.) Burger, Lanjow & Boer (Moraceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 423-428. 2005.

SPATHELF, P.; BERGER, R.; VACCARO, S.; TONINI, H.; BORSOI, G. A. Crescimento de espécies nativas de uma Floresta Estacional Decidual/Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 103-119, 2001.

SPIECKER, H. **Análise do crescimento florestal: a concorrência e sua importância no desbaste**. Curitiba: FUPEF (Série técnica ; n.8), 1981.

STEPKA, T. F. **Modelagem do crescimento e dendrocronologia em árvores nativas de *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* e *Ocotea porosa* no Sul do Brasil**. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TOMAZELLO FILHO, M. *et al.* Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: MAIA, N.B; MARTOS, H. L; BARRELLA, W. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC, COMPED, INEP, 2002. p. 117-143.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. REIS, A. **Madeiras do Brasil**. Florianópolis. Editora Lunardelli, 1979.

RUSCHEL, A.R.; MOERSCHBACHER, B.M.; NODARI, R.O. Demografia da *Sorocea bonplandii* em remanescentes da Floresta Estacional Decidual, Sul do Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 70, p. 149-159. 2006.

VANCLAY, J. K. **Modeling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests**. Copenhagen: CAB International, 1994.

WEBER, V. P. **Relação morfométrica e de competição no crescimento de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex Nees) Liberato Barroso na Região Central de Santa Catarina**. 91 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

WIMBERLY, M.C.; BARE, B.B. Distance-dependent and distance independent models of Douglas-fir and western hemlock basal area growth following silvicultural treatment. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.89, p.1-11, 1996.

ZAMIN, N. T. **Modelagem da produção mensal de indivíduos de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* com inclusão de variáveis climáticas.** 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ZANON, M. L. B. **Crescimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze diferenciado por dioicia.** 111 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DE UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

#### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a composição florística e estrutural, diversidade e estrutura da vegetação arbórea de um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, localizada no município de São Sepé na região central do Rio Grande do Sul. Na área foram alocadas aleatoriamente cinco faixas, subdivididas em parcelas permanentes de 10 x 10 metros (unidades amostrais), totalizando 0,51 hectares (51 parcelas). Em cada unidade amostral, foram identificados e marcados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 centímetros, sendo mensurados a altura total e o DAP. Para avaliação da regeneração natural, foram medidos todos os indivíduos arbustivo-arbóreos com DAP inferior a 10,0 centímetros e altura superior a 0,10 metros. A suficiência amostral foi verificada através da Curva Espécie-Área (Curva do Coletor). Foram determinados os parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal do fragmento: densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e valor de importância, além dos índices de diversidade de Shannon-Weaver e de equabilidade de Pielou. Foi realizada análise de agrupamento para verificar a variabilidade da vegetação dentro do fragmento, pela presença ou ausência das espécies. Após a formação dos grupos aplicou-se a análise discriminante pelo método *Stepwise*, utilizando a função discriminante linear de Fisher. A curva espécie-área estabilizou após 47 parcelas, mostrando que as 51 parcelas utilizadas no levantamento foram suficientes para amostrar a composição florística do fragmento. Foram identificados dois grupos florísticos no fragmento estudado. As espécies com maior valor de importância no grupo 1 foram *Sorocea bonplandii*, *Matayba elaeagnoides*, *Trichilia clausenii*, *Cordia americana* e *Cordia ecalyculata*. No grupo 2 destacam-se *Trichilia clausenii* e *Matayba elaeagnoides* com os maiores valores de importância. A família de maior importância no grupo 1 foi Myrtaceae, representada pelas espécies *Myrcianthes pungens*, *Myrsine lorentziana* e *Eugenia involucrata*, além de *Ficus luschnathiana* e *Strychnos brasiliensis*. As espécies que melhor representaram o grupo 2 foram *Ficus luschnathiana*, *Inga vera*, *Plinia rivularis*, *Randa ferox*, *Sebastiania brasiliensis* e *Syagrus romanzoffiana*. Na regeneração, as espécies com maiores valores de densidade e frequência foram *Trichilia clausenii* e *Actinostemon concolor*.

Palavras-chave: *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii*, parcelas permanentes.

## ABSTRACT

The present study aimed analyzes the floristic composition, diversity and structure of a Semideciduous forest fragment, located in the central region of Rio Grande do Sul. In the area were allocated randomly five bands, subdivided in permanent plots of 10 x 10 meters (sampling units), totalizing 0.51 ha (51 plots). At each sampling unit, were identified and marked all individuals with diameter at breast height (DBH) less than 10.0 cm, being measured the total height and the DBH. The sampling sufficiency was verified by the species-area curve. It was determinate the parameters of the phytosociological horizontal structure: absolute density, relative density, absolute dominance, relative dominance, absolute frequency, relative frequency, value coverage and importance value, and Shannon-Weaver and Pielou indexes. In order to verify differences between the tree stratum was used cluster analysis, considering the distribution and abundance of species. For a group separation a line was drawn parallel to the horizontal axis close to the Euclidean average distance. After the groups formation was applied the stepwise discriminant analysis. The species-area curve showed that the 51 plots used in the survey were sufficient to represent the floristic composition of the fragment. The cluster analysis identified the occurrence of two floristic groups in the fragment. The most important species in group 1 were *Sorocea bonplandii*, *Matayba elaeagnoides*, *Trichilia clausenii*, *Cordia americana* e *Cordia ecalyculata*, and in group 2 were *Trichilia clausenii* and *Matayba elaeagnoides*. Myrtaceae was the most important family in group 1 represented by *Myrcianthes pungens*, *Myrsine lorentziana*, *Eugenia involucrata*, apart from *Ficus luschnathiana* and *Strychnos brasiliensis*. The most representative species in group 2 were *Ficus luschnathiana*, *Inga vera*, *Plinia rivularis*, *Randa ferox*, *Sebastiania brasiliensis* and *Syagrus romanzoffiana*. In the regeneration, the species with higher density and frequency were *Trichilia clausenii* and *Actinostemon concolor*.

Keywords: *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii*, permanent plots.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A Floresta Estacional da Metade Sul do Rio Grande do Sul, também denominada de Floresta Estacional Subtropical (SCHUMACHER *et al.*, 2011), abrange uma área de 11.762,45 km<sup>2</sup>, representando 4,16% da cobertura florestal do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2001). Apesar da vegetação ainda existente, grande parte das florestas sofreram muitas alterações ao longo dos anos, causadas principalmente pela exploração intensiva de espécies madeireiras que, aliada à derrubada da floresta e com o posterior avanço da fronteira agrícola, acabou gerando florestas fragmentadas, comprometendo a manutenção da diversidade biológica e a conservação destes locais (LONGHI *et al.*, 1999).

Destes fragmentos remanescentes, a grande maioria não possui áreas preservadas e inúmeras vezes estão em meio a paisagens dominadas pela agricultura ou centros urbanos (DURIGAN *et al.*, 2000; PRADO JÚNIOR *et al.*, 2010). Conseqüentemente, na atualidade, existem fragmentos dessa floresta com vegetação nativa em vários estágios de sucessão (LONGHI *et al.*, 1999).

O uso de estratégias de proteção ao ambiente natural deve assegurar a manutenção da diversidade, sempre lançando mão de ferramentas confiáveis, capazes de medir a sua variação no espaço e no tempo. Por outro lado, também se deve considerar o desenvolvimento econômico que as florestas podem gerar, por meio do manejo florestal sustentado (KANIESKI *et al.*, 2010).

Para isso, torna-se necessário analisar, além da dinâmica e estrutura da floresta, as bases do desenvolvimento de uma economia florestal, que deve ser fundamentada na produção contínua da floresta, sendo que sua produção pode ser alcançada através do conhecimento da forma como a floresta renova seus recursos, o processo de regeneração natural, a estrutura dessa regeneração em relação à sua composição florística e ao seu potencial qualitativo e quantitativo (JARDIM e HOSOKAWA, 1987).

Estudos que forneçam informações sobre a composição e estrutura das florestas são de grande valia para a tomada de decisões na aplicação de técnicas de manejo florestal ou sua conservação (NASCIMENTO *et al.*, 2001), considerando-se a fitossociologia como principal ferramenta para se obter essas informações.

A fitossociologia é a ciência que subsidia o estudo da estrutura e composição da vegetação, sua inter-relação e dependência aos fatores bióticos em determinado

ambiente (BRAUN-BLANQUET, 1979). Segundo Ribeiro *et al.* (1999), a análise da estrutura florestal é uma das técnicas mais utilizadas para se fazer deduções sobre a origem, características ecológicas e sincológicas, dinâmica e tendência sobre o futuro desenvolvimento da cobertura vegetal.

Outro aspecto importante da fitossociologia é o estudo da regeneração natural. Calegario *et al.* (1993) afirmam que estudos relacionados a espécies arbóreas e arbustivas nativas, incluindo a estimativa de parâmetros populacionais e outros aspectos ecológicos, são fundamentais para o conhecimento do comportamento das diferentes espécies que possam compor determinada vegetação.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a composição florística, diversidade e estrutura fitossociológica de um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, localizada na região central do Rio Grande do Sul.



### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual na localidade de Tupancy, município de São Sepé, Rio Grande do Sul. A área total aproximada do remanescente é de 40 hectares e está situada entre as coordenadas 30°12'45" e 30°13'09" de latitude sul e 53°42'57" e 53°42'30" de longitude oeste, a aproximadamente 200 metros de altitude. O fragmento está localizado em uma propriedade rural e encontra-se isolado das atividades agropastoris, sem interferência humana há pelo menos 50 anos.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido (MORENO, 1961). O solo, de acordo com Scheffer-Basso *et al.* (2008), pertence à Unidade de Mapeamento Vacacaí e caracteriza-se por possuir textura superficial franco-arenosa no horizonte A e baixo teor de matéria orgânica.

A área foi dividida em faixas de 10 m de largura, sendo que cinco foram sorteadas para compor a amostra. As faixas foram subdivididas em parcelas permanentes de 10 x 10 metros (unidades amostrais), totalizando 0,51 hectares (51 parcelas). A alocação das faixas acompanhou o gradiente de declividade do terreno, objetivando incluir maior variabilidade florística e fitossociológica, bem como um possível gradiente de vegetação. A área total considerada para o estudo (delimitada pela linha contínua) e a locação das parcelas em faixas, onde foi desconsiderada a área de bordadura, pode ser observada na FIGURA 1.

A área possui afloramentos rochosos, especialmente na primeira faixa, instalada mais ao norte, também, apresenta declive em direção oeste, onde se encontra um curso d'água.

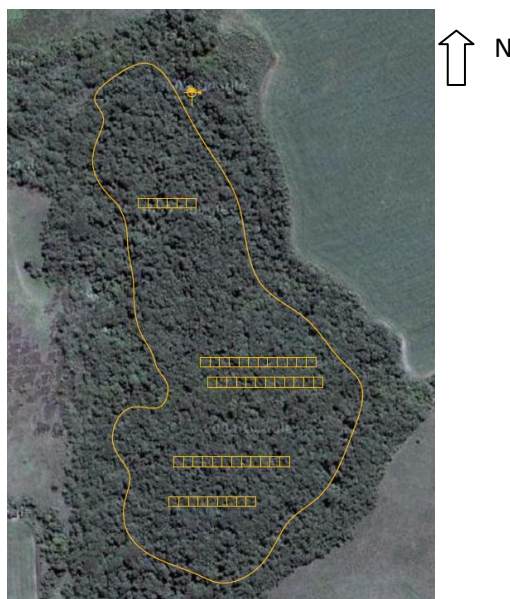


FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS UNIDADES AMOSTRAIS INSTALADAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

FONTE: Adaptado de Google Maps (2013).

Em cada unidade amostral foram mensurados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 centímetros. Cada indivíduo amostrado foi marcado com tinta à altura do DAP, numerado e identificada sua espécie, família botânica, posição sociológica, qualidade de tronco (reto, tortuoso e inaproveitável) e mensurados a altura total e o DAP. A altura total foi obtida com auxílio do hipsômetro Vertex (em metros) e o DAP com trena graduada em milímetros. A análise da posição sociológica e da qualidade do tronco foram realizadas através de avaliação visual, classificando os indivíduos em dominante, co-dominante ou dominado e tronco reto, tortuoso ou inaproveitável, respectivamente.

Para o levantamento da regeneração natural, no vértice sentido noroeste de cada unidade amostral de 100 m<sup>2</sup>, foram demarcadas subparcelas de 4 x 5 metros (20 m<sup>2</sup>), 5 x 2 metros (10 m<sup>2</sup>) e de 2 x 2 metros (4 m<sup>2</sup>) (FIGURA 2). Para avaliação da regeneração natural, foram considerados todos os indivíduos de espécies arbustivo-arbóreas com DAP inferior a 10,0 centímetros e altura superior a 0,10 metros, de acordo com a seguinte classificação: Classe I - plantas com altura entre 0,10 e 2,0 metros (parcelas de 4 m<sup>2</sup>) ; Classe II - plantas com altura superior a dois metros e DAP igual ou menor a 5,0 centímetros (parcelas de 10 m<sup>2</sup>); Classe III - plantas com DAP maior do que 5,0 centímetros até DAP inferior a 10,0 centímetros

(parcelas de 20 m<sup>2</sup>). Nas Classes I e II, foi realizada a contagem do número de indivíduos de cada parcela, enquanto que para a Classe III foi medido o DAP e identificada a espécie.

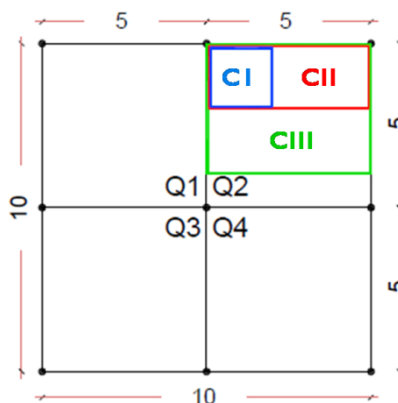


FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS PARCELAS TEMPORÁRIAS PARA LEVANTAMENTO DA REGENERAÇÃO NATURAL NAS CLASSES I, II E III (CI = CLASSE I; CII = CLASSE 2 e CIII = CLASSE III) DENTRO DE UMA UNIDADE AMOSTRAL PERMANENTE DE 100 m<sup>2</sup>. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Para as espécies que não foram identificadas a campo, coletou-se material botânico para posterior identificação, baseada nas coleções do herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (HDCF/UFSM), consulta à literatura e especialistas na área. As espécies foram classificadas nas famílias botânicas distinguidas pelo *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG, 2009).

A Curva Espécie-Área (Curva do Coletor) permite verificar a representatividade da amostra utilizada quanto à diversidade da comunidade vegetal em questão (SCHILLING e BATISTA, 2008) e foi empregada para determinar a suficiência amostral neste estudo.

A fim de verificar diferenças dentro do estrato arbóreo, foi aplicada a análise de agrupamento, empregando o método de ligação *Ward*, utilizando a distância euclidiana como medida de ligação, considerando a distribuição e a abundância das espécies dentro de cada uma das 51 parcelas. Para a separação dos grupos, uma linha foi traçada paralela ao eixo horizontal, próxima da distância euclidiana média (LONGHI, 1980; GERHARDT *et al.*, 2001). Após a formação dos grupos, aplicou-se a análise discriminante pelo método *Stepwise*, utilizando a função discriminante linear de Fisher, visando verificar as variáveis mais representativas de cada grupo, assim como evidenciar possíveis erros de classificação das parcelas em grupos. Além disso, a análise discriminante pode ser utilizada como uma técnica

confirmatória da análise de agrupamento (FÁVERO *et al.*, 2009). A análise foi realizada com auxílio do programa SAS 9.2 (2009).

Após, determinaram-se os parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal do fragmento: Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Valor de Cobertura (VC) e Valor de Importância (VI). Os valores obtidos para os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') e de equabilidade de Pielou (J) foram determinados de acordo com Magurran (1988).

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o experimento, foram identificados e mensurados um total de 398 indivíduos em toda a área amostrada, conforme distribuição diamétrica apresentada na Figura 3.

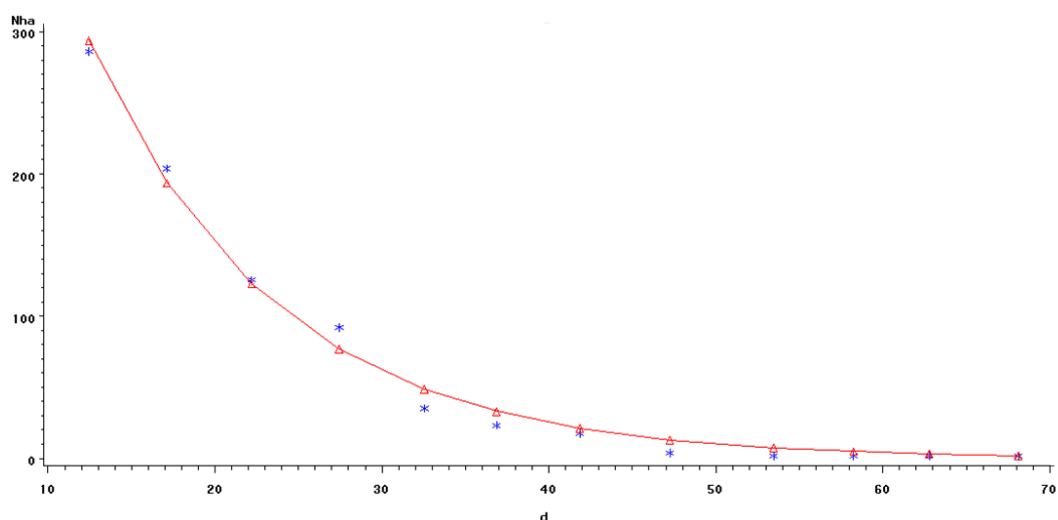


FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS ESPÉCIES ARBÓREAS COM DAP  $\geq$  10 CM EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Através da curva espécie-área verificou-se que ocorreram três estabilizações parciais, sendo estas entre 2.700 e 3.500 m<sup>2</sup>, entre 3.900 e 4.300 m<sup>2</sup> da área amostral, ocorrendo acréscimo de espécies até 4.700 m<sup>2</sup>, quando a curva voltou a estabilizar. Estes platôs observados representam diferentes microambientes encontrados no local, sendo que espécies mais adaptadas a determinados locais são encontradas apenas quando a área amostrada avança sobre os mesmos. Para algumas destas espécies, classificadas como espécies raras, as quais são encontradas com baixa densidade e frequência no fragmento, não há ponto de estabilização da curva em termos do número de espécies que são observadas à medida que se aumenta o tamanho da amostra (CONDIT *et al.*, 1996). Porém, observa-se que, mesmo com o acúmulo de várias parcelas, houve pouco incremento no número de espécies novas, podendo-se concluir que as 51 parcelas utilizadas no levantamento foram suficientes para representar a composição florística do fragmento (FIGURA 4).

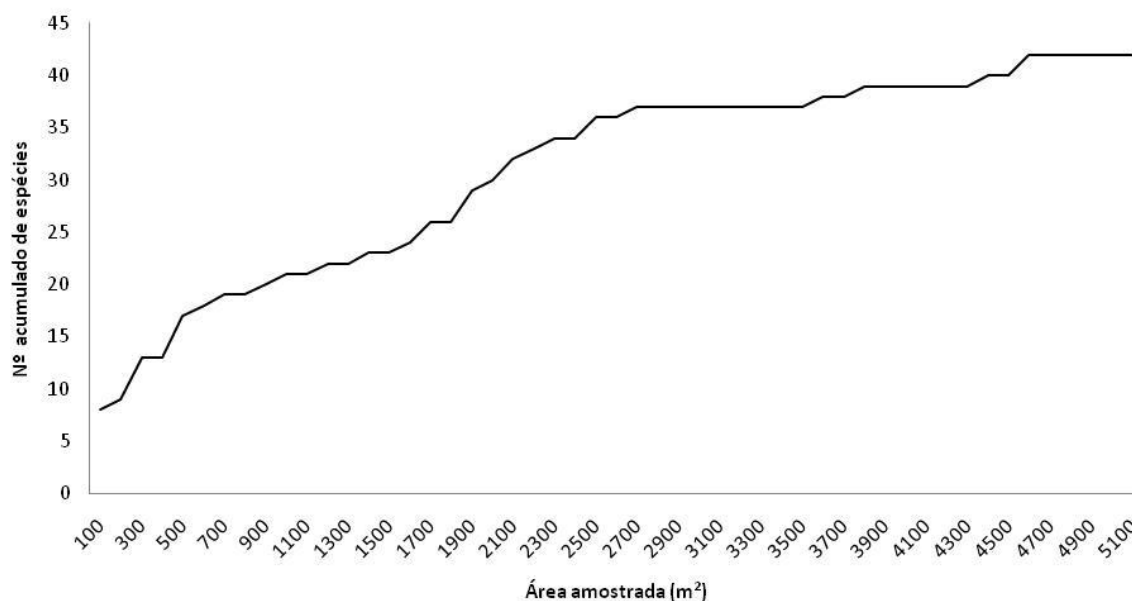


FIGURA 4 - CURVA DO COLETOR (ESPÉCIE-ÁREA) PARA UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

A análise de agrupamento das parcelas inventariadas gerou o dendrograma da FIGURA 5, no qual se observa que o coeficiente de determinação semi-parcial ( $R^2_{sm}$ ) atingiu um máximo de 0,22. Para determinar o número de grupos, utilizou-se um ponto de corte de 50% da medida de similaridade (ALBUQUERQUE *et al.*, 2006). Nota-se que houve a formação de dois grupos florísticos distintos ( $R^2_{sm}=0,11$ ), sendo um deles composto por 19 parcelas (grupo 1) e o outro por 32 parcelas (grupo 2). Conforme Araújo *et al.* (2010), a ocorrência de grupos florísticos distintos no estrato da floresta indica a necessidade de manejo diferenciado, considerando as particularidades de cada ambiente identificado.

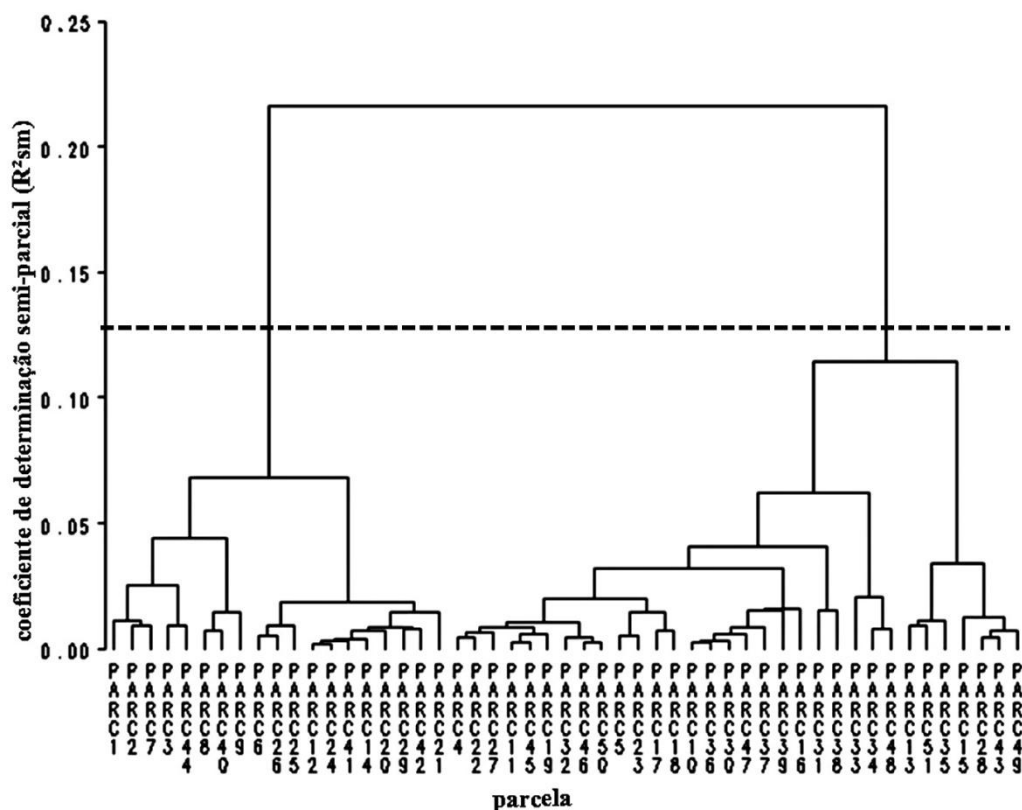


FIGURA 5 – DENDROGRAMA DO AGRUPAMENTO DAS PARCELAS ATRAVÉS DO MÉTODO DE WARD, COM BASE NA DISTÂNCIA EUCLIDIANA MÉDIA. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

O grupo 1 foi composto por 115 indivíduos arbustivo-arbóreos, distribuídos em 20 famílias botânicas, enquanto o grupo 2 foi composto por 283 indivíduos arbustivo-arbóreos, distribuídos em 24 famílias botânicas. A maior densidade observada no grupo 2 foi reflexo do maior número de parcelas que compõem este grupo, já que das 51 parcelas amostradas, 32 pertencem ao mesmo. Considerando este tipo de formação florestal, Hack *et al.* (2005) encontraram 54 espécies e 28 famílias na Floresta Estacional Semidecidual no município de Jaguari, Rio Grande do Sul. Vaccaro *et al.* (1999), estudando a mesma formação florestal, porém no município de Santa Tereza - RS, também chegaram a uma riqueza florística semelhantes às citadas anteriormente.

A família mais representativa no grupo 1 foi Myrtaceae, com quatro espécies, e no grupo 2 foram Euphorbiaceae e Salicaceae, ambas com três espécies (TABELA 1). No entanto, a família com maior número de indivíduos no grupo 1 foi Moraceae, representada pela espécie *Sorocea bonplandii*, com 25 indivíduos identificados. Quanto ao grupo 2, a família Meliaceae apresentou o maior número de indivíduos (110), representada pela espécie *Trichilla clausenii*. Scipioni *et al.* (2011), encontraram em seus estudos, para a mesma formação florestal, elevada

abundância desta espécie em áreas com afloramentos rochosos, o que também pode ser a justificativa para o grande número de indivíduos de *T. clausenii* no local dessa pesquisa.

Observa-se, através do Índice de Valor de Importância (IVI), que as espécies mais importantes do grupo 1 são *Sorocea bonplandii* (44,63) e *Matayba elaeagnoides* (41,95), seguidas por *Trichilia clausenii* (31,05), *Cordia americana* (21,48), *Cordia ecalyculata* (19,16) e *Helietta apiculata* (15,24). Já no grupo 2 destacam-se as espécies *Trichilia clausenii* (79,65), *Matayba elaeagnoides* (63,34), *Ocotea pulchella* (17,27), *Sorocea bonplandii* (16,54) e *Helietta apiculata* (13,51). Ressalva-se que as duas primeiras apresentaram índice de valor de importância muito superior ao observado para as demais espécies do grupo e acima do valor encontrado para essas espécies no grupo 1, mostrando que são as mais importantes desse grupo. O maior valor de importância dessas espécies é resultado da maior densidade, maior frequência e maior dominância das mesmas na área estudada (FIGURA 6). Esses resultados mostram que as espécies *T. clausenii*, *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii*, e *H. apiculata* são características de ambos os grupos, mostrando que são importantes em todo o fragmento estudado. Contudo, as espécies *C. americana* e *C. ecalyculata* possuem valores de importância elevados apenas no grupo 1, e as espécies *S. commersoniana* e *O. pulchella* apresentam valores de importância elevados apenas no grupo 2 (TABELA 1).

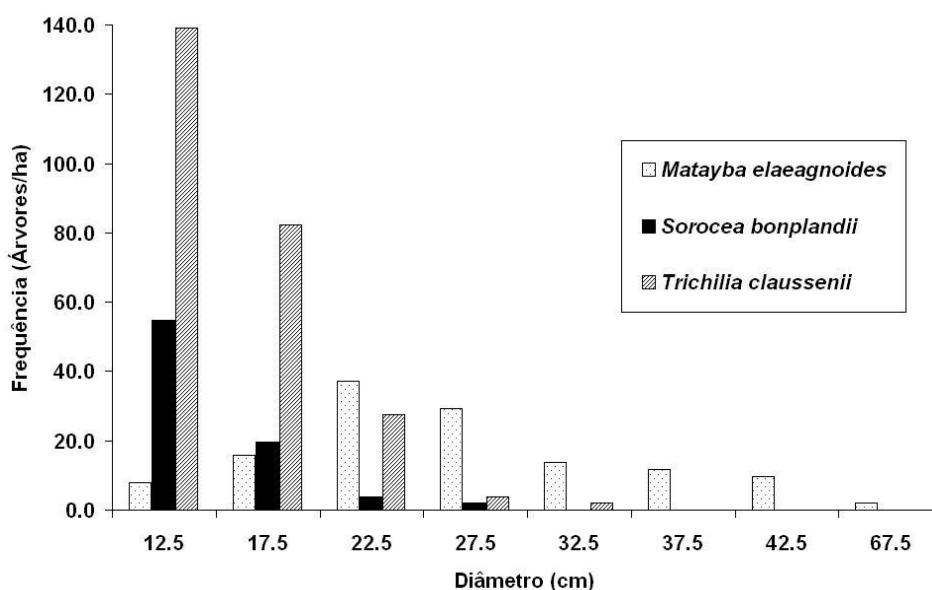


FIGURA 6 – DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA PARA AS TRÊS ESPÉCIES COM MAIOR ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.



Considerando a distribuição das parcelas na área, observou-se que as parcelas pertencentes ao grupo 1 se concentraram, em sua maioria, na parte leste do fragmento, assim como na primeira e na última faixa alocada. Essas áreas apresentam como principal característica a proximidade com afloramentos rochosos localizados em toda a extensão da face leste da área amostral (FIGURA 1). Além disso, a primeira faixa marcada também é caracterizada por afloramentos rochosos em quase toda sua extensão. Estes resultados mostram que a identificação de dois grupos distintos na área pode ser devido ao efeito dos afloramentos rochosos encontrados no local, os quais influenciam a composição florística dos diferentes ambientes no interior do fragmento. Por outro lado, as parcelas do grupo 2 estão localizadas mais distantes dos afloramentos rochosos, onde se encontra topografia mais plana e área mais úmida, devido a proximidade de um curso d'água na face oeste do fragmento.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) calculado foi 2,89 para o grupo 1 e 2,35 para o grupo 2, demonstrando média diversidade florística em ambos, porém, com uma superioridade do grupo 1 em relação ao grupo 2. Valor similar de 2,75, foi determinado por Vaccaro *et al.* (1999) para fragmento da Floresta Estacional em Santa Tereza - RS. Os mesmo autores citam que o número encontrado para o índice de Shannon, não significa, necessariamente, uma menor diversidade florística, pois esse índice é fortemente influenciado pela amostragem. Uma vez que outros pesquisadores como Longhi *et al.* (2000) e Hack *et al.* (2005), encontraram valores de 3,21 e 3,63, respectivamente, para essa formação, indicando uma distribuição mais uniforme do número de indivíduos em relação ao número de espécies.

Quanto ao Índice de equabilidade de Pielou ( $J$ ), o valor encontrado foi de 0,84 para o grupo 1 e 0,66 para o grupo 2, sugerindo uma distribuição mais homogênea no grupo 1 em comparação ao grupo 2, quanto à distribuição do número de indivíduos entre as espécies. Esse resultado corrobora com os valores do índice de importância discutido anteriormente, onde apenas duas espécies apresentaram os maiores índices, sendo estes bastante discrepantes das demais espécies do grupo. Já no grupo 1, houve um número maior de espécies com valores de importância elevados, menos discrepantes entre si e inferiores aos encontrados no grupo 2.

TABELA 1 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS PARA AS ESPÉCIES ARBÓREAS COM DAP ≥ 10 CM, EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, PARA CADA UM DOS GRUPOS IDENTIFICADOS NA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO. SÃO SEPÉ, RS. 2013.

Espécies	Família	N	DA/ha	DR	FA/ha	FR	DoA/ha	DoR	IVI	IVC
<b>Grupo 1</b>										
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Anacardiaceae	1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,44	2,03	4,02	2,90
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	Annonaceae	2	10,5	1,74	10,53	2,25	0,29	1,34	5,33	3,08
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,09	0,40	2,39	1,27
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	Borraginaceae	8	42,1	6,96	21,05	4,49	2,19	10,03	21,48	16,98
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.		6	31,6	5,22	26,32	5,62	1,82	8,33	19,16	13,55
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	2	10,5	1,74	10,53	2,25	0,30	1,36	5,35	3,10
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Ebenaceae	3	15,8	2,61	15,79	3,37	0,55	2,49	8,47	5,10
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Euphorbiaceae	3	15,8	2,61	15,79	3,37	0,26	1,19	7,17	3,80
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.		2	10,5	1,74	10,53	2,25	0,20	0,90	4,89	2,64
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Lamiaceae	3	15,8	2,61	15,79	3,37	0,40	1,82	7,80	4,43
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Lauraceae	4	21,1	3,48	15,79	3,37	0,77	3,51	10,35	6,98
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez		2	10,5	1,74	10,53	2,25	0,83	3,81	7,80	5,55
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Loganiaceae	1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,06	0,29	2,29	1,16
<b><i>Trichilia clausenii</i> C.DC.</b>	<b>Meliaceae</b>	<b>13</b>	<b>68,4</b>	<b>11,30</b>	<b>57,89</b>	<b>12,36</b>	<b>1,62</b>	<b>7,38</b>	<b>31,05</b>	<b>18,69</b>
<b><i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw &amp; Boer</b>	<b>Moraceae</b>	<b>25</b>	<b>131,6</b>	<b>21,74</b>	<b>57,89</b>	<b>12,36</b>	<b>2,30</b>	<b>10,53</b>	<b>44,63</b>	<b>32,27</b>
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Myrtaceae	2	10,5	1,74	10,53	2,25	0,13	0,61	4,60	2,35
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,34	1,54	3,54	2,41
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,14	0,65	2,65	1,52
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,05	0,25	2,24	1,12
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	2	10,5	1,74	5,26	1,12	0,42	1,90	4,76	3,64
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Rosaceae	3	15,8	2,61	15,79	3,37	1,09	4,99	10,97	7,60
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	Rubiaceae	1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,12	0,57	2,56	1,44
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Rutaceae	6	31,6	5,22	26,32	5,62	0,96	4,40	15,24	9,62
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,19	0,86	2,86	1,73
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	2	10,5	1,74	10,53	2,25	0,39	1,80	5,79	3,54
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,28	1,29	3,28	2,16
<b><i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.</b>	<b>Sapindaceae</b>	<b>12</b>	<b>63,2</b>	<b>10,43</b>	<b>52,63</b>	<b>11,24</b>	<b>4,44</b>	<b>20,28</b>	<b>41,95</b>	<b>30,72</b>
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,22	0,99	2,98	1,86
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Sapotaceae	3	15,8	2,61	15,79	3,37	0,60	2,72	8,70	5,33
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.		1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,27	1,23	3,22	2,10
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Tiliaceae	1	5,3	0,87	5,26	1,12	0,10	0,48	2,47	1,35
Total		115	---	100,0	---	100,0	---	100,0	---	---
<b>Grupo 2</b>										

morta		5	15,6	1,77	12,50	2,55	0,31	0,93	5,25	2,70
N.I. 2		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,11	0,31	1,30	0,67
N.I. 1		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,07	0,21	1,20	0,56
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Anacardiaceae	1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,13	0,39	1,38	0,74
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	Annonaceae	3	9,4	1,06	9,38	1,91	0,33	1,00	3,97	2,06
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	4	12,5	1,41	9,38	1,91	0,59	1,75	5,08	3,17
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	Borraginaceae	1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,83	2,49	3,48	2,85
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,03	0,09	1,08	0,45
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Ebenaceae	9	28,1	3,18	12,50	2,55	1,12	3,36	9,09	6,54
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Euphorbiaceae	12	37,5	4,24	28,13	5,73	0,83	2,48	12,46	6,72
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,07	0,22	1,21	0,58
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,03	0,09	1,08	0,45
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae	1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,11	0,32	1,31	0,68
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Lamiaceae	2	6,3	0,71	6,25	1,27	0,39	1,18	3,16	1,88
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	Lauraceae	9	28,1	3,18	28,13	5,73	2,79	8,36	17,27	11,54
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,53	1,59	2,58	1,94
<b><i>Trichilia clausenii</i> C.DC.</b>	<b>Meliaceae</b>	<b>110</b>	<b>343,8</b>	<b>38,87</b>	<b>100,0</b>	<b>20,38</b>	<b>6,81</b>	<b>20,40</b>	<b>79,65</b>	<b>59,27</b>
<b><i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger</b>	<b>Moraceae</b>	<b>15</b>	<b>46,9</b>	<b>5,30</b>	<b>43,75</b>	<b>8,92</b>	<b>0,77</b>	<b>2,32</b>	<b>16,54</b>	<b>7,62</b>
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,04	0,11	1,10	0,47
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	Myrtaceae	1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,03	0,08	1,07	0,43
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Podocarpaceae	3	9,4	1,06	6,25	1,27	0,93	2,78	5,11	3,84
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Polygonaceae	5	15,6	1,77	15,63	3,18	1,70	5,08	10,03	6,85
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	Primulaceae	2	6,3	0,71	6,25	1,27	0,09	0,28	2,26	0,99
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Rosaceae	4	12,5	1,41	12,50	2,55	0,65	1,94	5,90	3,35
<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schtdl.) DC.	Rubiaceae	1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,11	0,34	1,33	0,70
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Rutaceae	11	34,4	3,89	25,00	5,10	1,51	4,53	13,51	8,42
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,04	0,11	1,10	0,46
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	5	15,6	1,77	12,50	2,55	0,71	2,12	6,44	3,89
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.		3	9,4	1,06	6,25	1,27	0,21	0,63	2,96	1,69
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,05	0,14	1,13	0,50
<b><i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.</b>	<b>Sapindaceae</b>	<b>53</b>	<b>165,6</b>	<b>18,73</b>	<b>68,75</b>	<b>14,01</b>	<b>10,22</b>	<b>30,60</b>	<b>63,34</b>	<b>49,33</b>
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.		1	3,1	0,35	3,13	0,64	0,06	0,18	1,17	0,53
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Sapotaceae	7	21,9	2,47	21,88	4,46	0,42	1,27	8,20	3,74
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Sapotaceae	4	12,5	1,41	12,50	2,55	0,57	1,69	5,65	3,11
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Tiliaceae	2	6,3	0,71	6,25	1,27	0,20	0,61	2,59	1,31

Total	283	---	100,0	---	100,0	---	100,0	---	---
-------	-----	-----	-------	-----	-------	-----	-------	-----	-----

Onde: N = n<sup>o</sup> de indivíduos; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VC = valor de cobertura; VI = valor de importância.

Através da análise dos escores da função linear discriminante, observa-se que as variáveis com maior peso, na primeira função discriminante, foram *S. brasiliensis*, *M. lorentziana*, *M. pungens*, *E. involucrata* e *F. Luschinathiana*. Estas foram as espécies que mais contribuíram na diferenciação dos grupos, pois as espécies *E. involucrata* e *M. pungens* só foram encontradas no grupo 1, e as demais somente no grupo 2.

A maior ocorrência de espécies da família Myrtaceae, no grupo 1, reflete sua composição florística, visto que esta é a família com maior número de espécies nesse grupo (TABELA 1). O grupo 2 é melhor representado pelas espécies *Ficus luschnathiana*, *Inga vera*, *Plinia rivularis*, *Randa ferox*, *Sebastiania brasiliensis* e *Syagrus romanzoffiana* (TABELA 2). Vale ressaltar que algumas destas espécies são higrófilas, comprovando que este grupo foi formado pelas parcelas mais úmidas do fragmento, localizadas próximas ao curso d'água e mais distantes dos afloramentos rochosos. Dentre as espécies características deste grupo, o jerivá (*S. romanzoffiana*) é considerado abundante em agrupamentos vegetais localizados em solos úmidos, brejosos e inundáveis (LORENZI, 2000). Além desta, *T. clausenii* ocorre preferencialmente em solos úmidos de planícies aluviais e início de encostas, podendo também ocorrer em solos pedregosos (LORENZI, 2002), o que justifica seu elevado valor de importância dentro do grupo 1, o qual englobou parcelas que apresentam solos com afloramentos rochosos. De acordo com o mesmo autor, *I. vera*, *Randia ferox* e *S. commersoniana* também apresentam característica hidrófila, ocorrendo em planícies aluviais, preferencialmente em beiras de rios e córregos, apresentando preferência por solos úmidos e até brejosos.

TABELA 2 – ESCORES DA FUNÇÃO LINEAR DISCRIMINANTE DOS GRUPOS IDENTIFICADOS PELA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO, PARA ESPÉCIES ARBÓREAS AMOSTRADAS COM DAP < 10 CM, EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Variável	Grupo 1	Grupo 2
<b>Constante</b>	<b>-7,80532</b>	<b>-23,01982</b>
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	5,70324	-6,19345
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	-10,15726	-8,36369
<i>Annona neosalicifolia</i> H.Rainer	12,44327	1,77122
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	6,16573	12,15094
<i>Banara parviflora</i> (A. Gray) Benth.	10,86776	-2,94087
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	-3,41355	-6,55206
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	-6,93758	23,96317
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	-0,00264	9,21984
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	2,43394	-4,75684
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	2,58771	-4,17541
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	6,04197	-3,67645
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	-2,48230	-0,73051
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	1,19970	6,05966
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	20,14485	14,17486
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	-19,02411	23,53306
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	3,78174	8,25001
<i>Inga vera</i> Willd.	0,72865	19,91579
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	3,69723	-11,14866
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	-3,16996	-9,00330
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	0,60734	3,18083
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D. Legrand	-20,75430	15,49746
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	2,71463	12,05725
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.	-25,92572	-13,54903
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	4,76510	0,14630
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	0,82907	3,36228
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	-2,72260	-18,74573
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	1,77608	5,94340
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb. (Cham. & Schltdl.) DC.	2,32954 8,86211	10,57514 23,31919
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	1,84563	4,39101
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	-7,09631	39,36329
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	-0,58341	-1,13525
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	2,13220	1,02675
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	-32,00242	-9,79359
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	5,75504	18,10640
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	4,50772	-1,33882
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	1,52117	7,70094
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	6,44990	2,52335
<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	11,09759	-8,40806

Verifica-se que 76,5% das parcelas foram classificadas corretamente pelo método de Ward (16 parcelas no grupo 1 e 23 parcelas no grupo 2), o que é considerado satisfatório (TABELA 3). Nesses resultados, percebe-se que foram classificadas erroneamente três parcelas no grupo 1 pela análise de agrupamento, quando deveriam ser atribuídas ao grupo 2, sendo estas as parcelas 6, 26 e 40. Ainda, nove parcelas foram alocadas no grupo 2 e deveriam ser do grupo 1, sendo estas as parcelas 5, 11, 16, 19, 23, 43, 45, 47 e 49. Após estas alterações, o tamanho dos dois grupos, quanto ao número de parcelas, ficou muito próximo, sendo que o grupo 1 englobou 49% das parcelas, e o grupo 2 o restante das parcelas, aproximadamente 51%.

TABELA 3 - NÚMERO DE CASOS E PERCENTAGENS DE CLASSIFICAÇÃO CORRETAS (EM DESTAQUE) DAS PARCELAS NOS DOIS GRUPOS FLORÍSTICOS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SUBTROPICAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

		Grupo 1	Grupo 2	Total
Parcelas	Grupo 1	<b>16 (84,21%)</b>	03 (15,79%)	19 (100,0%)
	Grupo 2	09 (28,13%)	<b>23 (71,88%)</b>	32 (100,0%)
Total		25 (49,02%)	26 (50,98%)	51 (100,0%)

Na regeneração do fragmento em questão, foram identificadas 14 espécies pertencentes a 12 famílias botânicas, como exposto na TABELA 4. A partir desses resultados, calculou-se o índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ), que foi de 1,83, demonstrando baixa diversidade florística. Scoti *et al.* (2011), estudando a regeneração em um remanescente de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, encontraram um valor de  $H' = 1,22$ , próximo ao da presente pesquisa, indicando a baixa diversidade florística do remanescente, isto é, ocorrência de poucas espécies.

Essa baixa diversidade pode ser explicada pelo fato de a regeneração tender a ser esporádica, ou seja, com pouca, ou nenhuma regeneração por vários anos e frequentemente grandes quantidades nos anos em que ocorre (ROSSI *et al.*, 2007). Conforme os mesmos autores, as condições do povoamento contribuem para algumas dessas variações, como a periodicidade de anos mais produtivos e o clima predominante. Além disso, o avançado estágio sucessional do fragmento contribui para ocorrência de poucas espécies na regeneração, visto que se observa pouca passagem de luz solar através do dossel na maior parte da área.

Ainda analisando a regeneração da área, conclui-se que a espécie com maior densidade é *Trichila clausenii*, com 512,5 indivíduos por hectare, seguida por *Actinostemon concolor*, com 162,5 indivíduos por hectare (TABELA 4). Essa última é característica de sub-bosque, tolerante a sombra (SMITH *et al.*, 1988). Essas mesmas espécies foram as que apresentaram a maior frequência, sendo que a primeira foi encontrada em 45% das parcelas e a segunda em 15,5% das parcelas.

TABELA 4 - PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS PARA REGENERAÇÃO DAS ESPÉCIES ARBÓREA-ARBUSTIVAS COM DAP < 10 CM, EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Espécie	Família	N	DA/ha	DR	FA/ha	FR
<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	Meliaceae	41	512,5	52,56	65,00	44,83
<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	13	162,5	16,67	22,50	15,52
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Meliaceae	4	50,0	5,13	10,00	6,90
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Moraceae	4	50,0	5,13	10,00	6,90
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	4	50,0	5,13	7,50	5,17
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Euphorbiaceae	2	25,0	2,56	5,00	3,45
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	2	25,0	2,56	5,00	3,45
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.E.Mill.	Boraginaceae	2	25,0	2,56	5,00	3,45
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	1	12,5	1,28	2,50	1,72
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Malvaceae	1	12,5	1,28	2,50	1,72
Morta	morta	1	12,5	1,28	2,50	1,72
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	Myrtaceae	1	12,5	1,28	2,50	1,72
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schultdl.	Rubiaceae	1	12,5	1,28	2,50	1,72

Onde: N = nº de indivíduos; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa.

A ocorrência de grande densidade de indivíduos de *T. clausenii* na regeneração mostra sua grande importância na composição do fragmento, tendendo a manter-se na composição florística dessa área em longo prazo. Essa espécie apresenta também grande densidade de indivíduos adultos no estrato superior da floresta, onde foram encontrados 68,4 e 343,8 indivíduos por hectare nos grupos 1 e 2, respectivamente (TABELA 1). Além disso, o elevado valor de importância dessa espécie nos dois grupos advém, principalmente, de sua elevada densidade e frequência no grupo 1 e de sua elevada densidade no grupo 2. Esses resultados mostram que *T. clausenii* é característica desse fragmento florestal, apresentando grande importância, tanto no estrato superior, quanto na regeneração. Isso pode ocorrer devido à adaptação da espécie a locais sombreados (LORENZI, 2002), o que faz com que a mesma encontre condições de se estabelecer na regeneração, bem como no interior do estrato arbóreo da floresta, já que a mesma é classificada como de pequeno porte, podendo alcançar de 6 a 12 metros (LORENZI, 2002).

Ainda, cabe destacar algumas espécies que não foram encontradas no estrato arbóreo e que ocorrem na regeneração, embora em baixa densidade. Assim, pode-se citar *Trichilia elegans*, *Erythroxylum deciduum* e *Chomelia obtusa*, todas com apenas um indivíduo na amostragem (12,5 indivíduos por hectare). Estas

espécies podem vir a compor o estrato da floresta futuramente, já que foram encontradas apenas na regeneração. Vale ressaltar que a manutenção dessas espécies, na composição florística do fragmento, depende também de as mesmas encontrarem as condições necessárias para seu crescimento e estabelecimento em longo prazo.



### 3.4 CONCLUSÃO

Identificou-se a ocorrência de dois grupos florísticos no fragmento estudado, sendo um composto pelas parcelas localizadas na área do fragmento com solo mais pedregoso, e outro composto por parcelas localizadas na área mais úmida, refletindo os diferentes microsítios existentes em função da declividade do terreno.

As espécies mais importantes do grupo 1 foram *Sorocea bonplandii*, *Matayba elaeagnoides*, *Trichilia clausenii*, *Cordia americana*, *Cordia ecalyculata* e *Helietta apiculata*. No grupo 2, destacaram-se *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides*, *Ocotea pulchella*, *Sorocea bonplandii*, *Helietta apiculata* e *Sebastiania commersoniana*.

O grupo 1 apresentou maior índice de diversidade de Shannon-Weaver (2,89) quando comparado ao grupo 2 (2,35), demonstrando maior diversidade florística no primeiro.

Através da análise dos escores da função linear discriminante, observou-se que as variáveis com maior peso, no grupo 1, foram *Strychnos brasiliensis*, *Myrcianthes pungens*, *Eugenia involucrata* e *Ficus luschinathiana*. Já no grupo 2, destacaram-se as espécies *Sebastiania brasiliensis*, *Casearia sylvestris*, *Ficus luschinathiana*, *Randia ferox*, *Inga vera*, *Plinia rivularis* e *Syagrus romanzoffiana*.

Apenas duas espécies foram significativas na diferenciação dos grupos, ao nível de significância de 5 %, sendo elas *Cordia Ecalyculata* e *Trichilia clausenii*.

A regeneração apresentou baixa diversidade florística, sendo que as espécies com maiores densidade e frequência foram *Trichilia clausenii* e *Actinostemon concolor*.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.A. *et al.* Estabilidade em análise de agrupamento: estudo de caso em ciência florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n.2, p. 257-265, 2006.

ARAÚJO, M. M. *et al.* Análise de agrupamento em remanescente de floresta ombrófila mista. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 1-18, 2010.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Malden, v. 161, p. 105-121. 2009.

BRAUN-BLANQUET, J. B. **Fitosociologia**: base para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid: H. Blume, 1979.

CALEGARIO, N. *et al.* Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de Eucaliptos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 19-29, 1993.

CONDIT, R. *et al.* Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. **Journal of Ecology**, London, v. 84, p. 549-562, 1996.

DURIGAN, G. *et al.* Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 371-383, 2000.

FÁVERO, L. P. *et al.* **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GERHARDT, E. J. *et al.* Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., baseada em fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serrapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>>. Acesso em: 26/01/2013.

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.

JARDIM, F. C. S., HOSOKAWA, R. T. Estrutura da Floresta Equatorial Úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazônica**, Manaus, 16/17 (nº único), p. 411-508, 1987.

KANIESKI, M. R. *et al.* Quantificação da diversidade em Floresta Ombrófila Mista por meio de diferentes Índices Alfa. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 88, p. 567-577, dez. 2010.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

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.

LONGHI, S. J. *et al.*, Aspecto fitossociológico 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 do Brasil. v. 1. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. v. 1. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New York: Chapman and Hall, 1988.

MORENO, J. A. **O clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

NASCIMENTO, A. R. T. *et al.* Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.105-119, 2001.

PRADO JÚNIOR, J. A. *et al.*, Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual localizada na Reserva Legal da Fazenda Irara, Uberlândia, MG. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 638-647, 2010.

SMITH, L. B. *et al.* Euforbiáceas. In: REITZ, R. (ed.) Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1988.

RIBEIRO, R. J. *et al.* Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá – Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 29 n. 2, p. 207 - 222, 1999.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2001. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/ifcrs>> Acesso em: 25/08/2012.

ROSSI, L. M. B. *et al.* Modelagem de recrutamento em florestas. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 453-467, 2007.

SAS Institute. **SAS 9.2** (software). Cary N. C, 2009.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 179-187, 2008.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; SCHERER, C. V.; ELLWANGER, M. F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p.221-227, 2008.

SCHUMACHER, Mauro V.; LONGHI, Solon J.; BRUN, Eleandro J.; KILCA, Ricardo V. A (Editores). **Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria: [s. n], 2011.

SCIPIONI, M. C. *et al.* Análise dos padrões florísticos e estruturais da comunidade arbóreo-arbustiva em gradientes de solo e relevo. In: SCHUMACHER *et al.* (Orgs.). **Floresta Estacional Semidecidual: Caracterização e Ecologia nas Escarpas da Serra Geral**. Santa Maria: UFSM, 2011. p. 33- 51.

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

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.

#### 4 CRESCIMENTO DE *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer. E *Trichilia clausenii* C.DC. EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA NATIVA NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

##### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o crescimento em diâmetro para *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii* em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, na região central do Rio Grande do Sul. O método da análise parcial de tronco foi utilizado para a coleta de rolos de incremento, os quais foram preparados para a posterior medição de seus anéis de crescimento. Com a finalidade de estimar a variável diâmetro, os seguintes modelos matemáticos, além da modelagem, foram testados: Backman, Chapman-Richards, Exponencial Tipo II, III e IV, Prodan, Schumacher e Weibull. Os resultados encontrados após o ajuste das equações propõem a modelagem matemática como mais representativa, onde os diferentes modelos obtidos são os que melhor representaram o comportamento do crescimento em diâmetro de *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii*, justificado pela diferença de crescimento entre elas. Além disso, foi possível verificar que os anéis de crescimento das três espécies são visíveis e possuem parênquima marginal limitando o início e fim de cada anel.

Palavras-chave: anéis de crescimento; crescimento diamétrico; modelos matemáticos.

##### ABSTRACT

The objective of this work was to study the diameter growth in *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* and *Trichilia clausenii* in a semideciduous forest fragment in central region of Rio Grande do Sul. The method of partial stem analysis was used to collect increment core, which were prepared for subsequent measurement of its growth rings. In order to estimate the diameter variable, the following mathematical models, and modeling were tested: Backman, Chapman-Richards, Exponential Type II, III and IV, Prodan, Schumacher and Weibull. The after setting results of the equations proposed mathematical modeling as more representative, where the different models are obtained that best represented the behavior of the diameter growth of *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* and *Trichilia clausenii* justified by different growth between them. Furthermore, it was found that the three species growth rings are visible and have marginal parenchyma limiting the beginning and the end of each ring.

Keywords: growth rings; diameter growth; mathematical models.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A exploração, por muitas décadas, de forma irracional das florestas nativas no Brasil gerou efeitos negativos notados até os dias de hoje. As espécies de alto valor econômico sempre foram as mais exploradas, resultando na ameaça de extinção ou na própria extinção de muitas delas.

No entanto, conceitos de sustentabilidade e preservação ambiental vem despertando a preocupação e conscientização de parte da população brasileira, que começa a buscar mudanças para a melhoria do meio ambiente. Com isso, estudos que possam contribuir com essa atual conjuntura se tornam de grande essencialidade para a sociedade e, especialmente, para as florestas.

A Floresta Estacional Semidecidual, pertencente ao Rio Grande do Sul, foi uma das formações florestais que sofreu grandes modificações em sua estrutura, principalmente por conta do avanço agrícola e pecuário ocorrido no Estado em tempos passados. Por isso, é notória a relativa escassez, ou até mesmo a ausência, de espécies nativas dessa formação na atualidade, mesmo em áreas isoladas e que não sofrem intervenção humana há décadas.

Muitos estudos com espécies de potencial econômico foram realizados, justamente por sua importância econômica. Porém, pesquisas com outras espécies com diferentes utilidades (econômica e/ou ecológica) como, por exemplo, *Trichilia clausenii* C.DC., *Matayba elaeagnoides* Radlk. e *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer., que não possuíam tanta evidência no passado e que fazem parte da Floresta Estacional Semidecidual, também são necessárias para o aprimoramento do conhecimento acerca de tal formação, e, conseqüentemente, sua utilização de forma sustentável e conservação de seus recursos.

Assim, pesquisas sobre crescimento de espécies arbóreas nativas, que podem ser realizadas através da análise de seus anéis de crescimento, são de inestimável valia e complementam os estudos na compreensão da complexa dinâmica do crescimento das florestas. A determinação dos ciclos de corte, regime de desbastes, estimativa dos cortes e dos volumes admissíveis para uma exploração sustentável são baseados em conhecimentos sobre a idade das árvores (BOTOSSO e MATTOS, 2002). Conforme os mesmos autores, para a Ecologia,

estes aspectos são básicos para os estudos da dinâmica de população, desenvolvimento e produtividade de ecossistemas.

Todavia, existe uma carência de dados sobre o crescimento de muitas espécies nativas, sobretudo as que são consideradas de baixo valor econômico, produzindo lacunas no conhecimento da relação entre condições ambientais e crescimento das mesmas. Para suprir essa necessidade de informações, a análise dos anéis de crescimento pode ser utilizada como uma ferramenta de elevada relevância quando se trata do estudo do crescimento das árvores.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi estudar e modelar o crescimento em diâmetro das espécies *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii* em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, na região central do Estado do Rio Grande do Sul.



## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Descrição da área de estudo

O presente estudo foi conduzido em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual na localidade de Tupancy, município de São Sepé, estado do Rio Grande do Sul, onde foram selecionadas três espécies arbóreas para avaliação de seu crescimento. A área total desse remanescente é de aproximadamente 40 hectares, situada entre as coordenadas 30°12'45" e 30°13'09" de latitude sul e 53°42'57" e 53°42'30" de longitude oeste, em uma altitude de 200 metros. O fragmento encontra-se isolado das atividades agropastoris, não sendo explorado há pelo menos 50 anos.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido (MORENO, 1961). Já o solo do município de São Sepé, como citam Scheffer-Basso *et al.* (2008), pertence à Unidade de Mapeamento Vacacaí e caracteriza-se por possuir textura superficial franco-arenosa no horizonte A e baixo teor de matéria orgânica.

### 4.2.2 Seleção das espécies e coleta dos dados

A seleção dos indivíduos baseou-se em um estudo fitossociológico realizado previamente na área, onde foram selecionadas as três espécies com maior valor de importância, que foram: *Trichilia clausenii* (catiguá), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-branco) e *Sorocea bonplandii* (cincho). Após a determinação dessas espécies, foi verificado que as mesmas possuíam presença de anéis de crescimento anuais, confirmando a possibilidade deste estudo.

A amostragem foi realizada buscando-se abranger todas as classes diamétricas, com diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 10 centímetros. De cada árvore estudada, foram extraídas duas amostras (rolos de incrementos) do tronco à altura do DAP, sendo elas ortogonais, com 10 centímetros de deslocamento em altura entre elas (amostras), pelo método não destrutivo da análise parcial de tronco, utilizando trado de incremento (FIGURA 7a). As duas amostras por fuste de cada espécie foram necessárias para realização da média aritmética entre as

medidas dos anéis de crescimento, o que também pode auxiliar na identificação de anéis não verdadeiros. No momento da coleta das amostras, era verificado se a tradagem atingia a medula de cada uma das árvores, pois, para a obtenção do número total de anéis de crescimento, assim como para determinação da idade das árvores, essa ação é necessária. Assim, todos os rolos de incremento utilizados nesse estudo atingiram a medula.

Após a coleta, o material amostrado foi armazenado em “porta-rolos”, confeccionados em madeira e devidamente identificados, para serem transportados sem danos (FIGURA 7b).

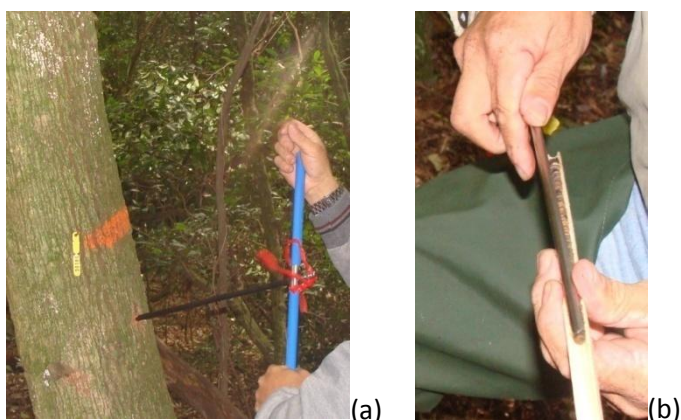


FIGURA 7 - (a) TRADAGEM PARA COLETA DE ROLOS DE INCREMENTO; (b) AMOSTRA COLETADA E ARMAZENADA NO “PORTA-ROLO”. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

FONTE: O autor (2013).

Inicialmente amostraram-se 30 indivíduos de cada espécie, mesmo número utilizado por Stepka (2012), que trabalhou com três espécies nativas da Floresta Ombrófila Mista, empregando a análise parcial de tronco. No entanto, após a coleta de campo e preparo das amostras, o número de rolos de incrementos de *S. bonplandii* e de *M. elaeagnoides* utilizados na análise diminuiu, respectivamente, para 24 e 28, por diferentes razões, tais como problemas ocorridos durante a colagem e lixamento dessas amostras.

#### 4.2.3 Preparação das amostras

Os rolos de incremento foram secos à temperatura ambiente (FIGURA 8a). Após as amostras estarem completamente secas, realizou-se a fixação dos rolos de

incremento, com cola de madeira (FIGURA 8b), nos “porta-rolos”, observando-se a orientação correta dos elementos anatômicos, com a intenção de facilitar a posterior leitura dos anéis de crescimento. Com a finalidade de tornar os elementos anatômicos mais visíveis, as amostras foram lixadas (FIGURA 8c).



FIGURA 8 – (a) SECAGEM DOS ROLOS DE INCREMENTO; (b) ROLOS DE INCREMENTO COLADOS NOS PORTA-ROLOS; (c) ROLOS DE INCREMENTO LIXADOS. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

FONTE: O autor (2013).

#### 4.2.4 Análise e processamento dos dados

As medições dos anéis de crescimento de cada amostra foram realizadas no sentido casca-medula, no Laboratório de Produção e Crescimento Florestal do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Pampa, com auxílio do sistema LINTAB, com precisão de 0,01 milímetro.

Com o objetivo de selecionar equações para estimar o crescimento em diâmetro em função da idade, foram testados os modelos descritos na TABELA 5. A modelagem matemática foi calculada pelo método *STEPWISE*, do procedimento REG, do SAS 9.2 (2009), usando-se além do t (tempo em anos) como variável independente, as seguintes transformações do mesmo, mais comumente utilizadas em equações de crescimento,  $t^2$ ,  $t^3$ ,  $t^4$ ,  $t^5$ ,  $1/t$ ,  $1/t^2$ ,  $1/t^3$ ,  $1/t^4$ ,  $1/t^5$ ,  $\ln(t)$ ,  $\ln(t^2)$ ,  $\ln(t^3)$ ,  $\ln(t^4)$ ,  $\ln(t^5)$ ,  $\ln(1/t)$ ,  $\ln(1/t^2)$ ,  $\ln(1/t^3)$ ,  $\ln(1/t^4)$ ,  $\ln(1/t^5)$ .

TABELA 5 – MODELOS MATEMÁTICOS DE CRESCIMENTO UTILIZADOS PARA ESTIMAR O DIÂMETRO EM FUNÇÃO DA IDADE.

<b>Autor/Nome</b>	<b>Modelo</b>	<b>Fonte</b>
Backman	$\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln t + b_2 \cdot \ln^2 t$	1
Chapman-Richards	$y = b_0(1 - e^{-b_1 \cdot t})^{b_2}$	2
Exponencial Tipo II	$y = e^{-b_1 \cdot t} \cdot t^{b_2}$	2
Exponencial Tipo III	$y = b_0 \cdot e^{-b_1/t}$	2
Exponencial Tipo IV	$y = b_0 \cdot b_1^t$	2
Prodan	$y = t^2 / (b_0 + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2)$	2
Schumacher	$y = e^{(b_0 + b_1/t)}$	1
Weibull Tipo II	$y = b_0(1 - e^{-b_1 \cdot t})^{b_2}$	1

Onde: (1) Kiviste *et al.* (2002); (2) Sit (1994); y= diâmetro a altura do peito (cm), t= idade (anos);  $b_0, b_1, b_2$  = coeficientes.

Os modelos matemáticos foram ajustados através do pacote estatístico SAS 9.2 (2009). Para avaliar os modelos ajustados, utilizaram-se as seguintes estatísticas: coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), erro padrão da estimativa em porcentagem (Syx%) e teste da análise gráfica de resíduos sobre a variável independente (t) e diâmetro estimado (d).

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os números de amostras reduzidos são comuns em trabalhos que utilizam a análise parcial de tronco e não alteram sua confiabilidade. Isso foi comprovado por Rivera (2007), que utilizou em uma pesquisa com 29 espécies da Floresta Ombrófila Mista um número de amostras variando entre três e 26 rolos de incrementos por espécie, encontrando valores de incrementos periódicos anuais semelhantes a estudos realizados por outros autores, como por exemplo, Schaaf (2001) que também trabalhou com diversas espécies nativas, entretanto empregando dados de parcelas permanentes.

Na definição da intensidade amostral por espécie, Stepka (2012), assim como outros autores, não utilizaram quaisquer critérios de suficiência amostral, onde a definição da quantidade de árvores amostradas por espécie se deu pelo número de árvores existentes, tempo e outras informações disponíveis.

Assim, após o processamento do material coletado verificou-se que as três espécies em questão, *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii*, possuem anéis de crescimento visíveis (FIGURA 9), tornando-se possível o estudo do crescimento em diâmetro pelo método da análise parcial de tronco.

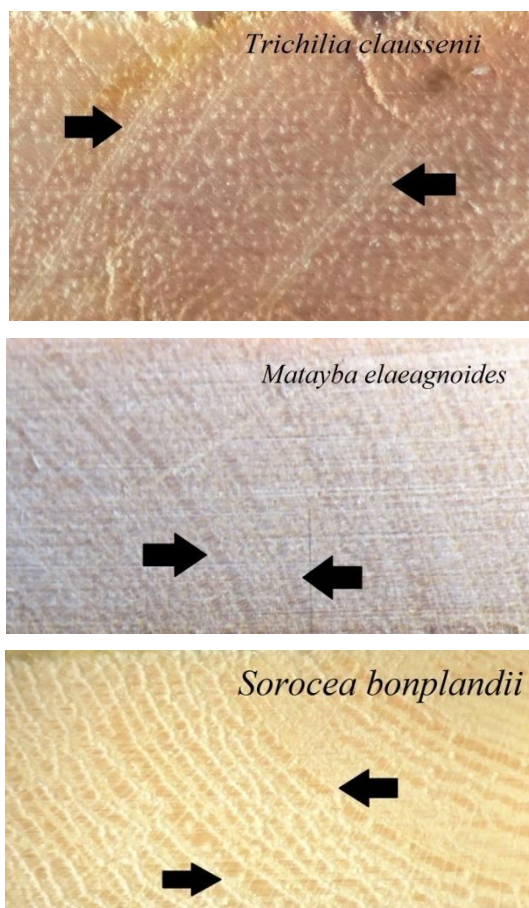


FIGURA 9 – VISUALIZAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DE *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* E *Sorocea bonplandii*. SÃO SEPÉ, RS, 2013.  
 FONTE: O autor (2013).

A modelagem matemática para *T. clausenii*, *M. elaeagnoides* e *S. bonplandii*, resultou nas equações expostas na TABELA 6. Os modelos ajustados com suas respectivas estimativas dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), coeficientes de determinação ajustados ( $R_{aj}^2$ ) e erros padrão da estimativa em porcentagem ( $Syx\%$ ) estão apresentados na TABELA 7.

TABELA 6 – MODELOS MATEMÁTICOS PARA DETERMINAÇÃO DO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO (d) EM FUNÇÃO DA IDADE (t), COM SEUS RESPECTIVOS COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO ( $R_{aj}^2$ ) E ERROS PADRÃO DA ESTIMATIVA EM PORCENTAGEM ( $S_{xy}\%$ ) PARA *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* E *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Espécie	Equação Modelada	$R_{aj}^2$	$Syx\%$
<i>Matayba elaeagnoides</i>	$d = 0,407t - 0,00000000067t^5$	0,9399	28,92
<i>Sorocea bonplandii</i>	$d = 0,195t - 0,0000113t^3 - \frac{2,164}{t}$	0,9095	34,91
<i>Trichilia clausenii</i>	$d = 0,276t + 0,000000008t^5$	0,9726	19,34

TABELA 7 – ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES ( $b_0, b_1, b_2$ ), COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO ( $R_{aj}^2$ ) E ERRO PADRÃO DA ESTIMATIVA EM PORCENTAGEM ( $S_{xy}\%$ ) DOS MODELOS DE CRESCIMENTO TESTADOS PARA *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* E *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

<b>Autor/Nome</b>	<b><math>b_0</math></b>	<b><math>b_1</math></b>	<b><math>b_2</math></b>	<b><math>R_{aj}^2</math></b>	<b>Syx%</b>
<i>Matayba elaeagnoides</i>					
Backman	-18,969	24,154	-40,357	0,7849	29,04
Chapman-Richards	53,727	0,010	1,080	0,7947	28,36
Exponencial Tipo II	-	0,002	0,740	0,7880	28,81
Exponencial Tipo III	39,340	-31,440	-	0,7704	29,98
Exponencial Tipo IV	6,999	1,018	-	0,6796	35,42
Prodan	-10,777	4,232	-0,051	-	-
Schumacher	3,672	-31,446	-	0,7704	29,99
Weibull Tipo II	53,606	0,008	1,056	0,7946	28,36
<i>Sorocea bonplandii</i>					
Backman	-6,800	8,463	-13,352	0,6490	34,97
Chapman-Richards	11,564	0,032	1,495	0,6501	34,92
Exponencial Tipo II	-	0,006	0,439	0,6116	36,79
Exponencial Tipo III	13,751	-25,682	-	0,6443	35,20
Exponencial Tipo IV	2,790	1,019	-	0,5485	39,67
Prodan	5,746	-0,032	0,0008	0,6494	34,95
Schumacher	2,621	-25,674	-	0,6443	35,20
Weibull Tipo II	11,031	0,008	1,315	0,6500	34,92
<i>Trichilia clausenii</i>					
Backman	-13,036	19,757	-36,853	0,8719	21,55
Chapman-Richards	302,223	0,0008	0,969	0,8866	20,28
Exponencial Tipo II	-	0,014	0,497	0,8858	20,36
Exponencial Tipo III	27,197	-32,785	-	0,8523	23,14
Exponencial Tipo IV	3,267	1,029	-	0,8406	24,04
Prodan	3,380	0,013	-0,0002	0,8968	19,34
Schumacher	3,303	-32,789	-	0,8523	23,14
Weibull Tipo II	-	-0,443	0,455	0,8844	20,47

A partir dos resultados obtidos para os coeficientes de determinação ajustados ( $R_{aj}^2$ ) dos modelos testados para *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii*, verificou-se que os mesmos apresentaram valores mais elevados para a modelagem, 0,94, 0,91 e 0,97, respectivamente. Os menores valores encontrados do  $R_{aj}^2$  para *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii* foram para equação Exponencial tipo IV, 0,68, 0,55 e 0,84, respectivamente, indicando que, através da análise desse coeficiente, este modelo é o que menos consegue explicar os dados observados. Cabe salientar que o modelo de Prodan não se ajustou aos dados de *M. elaeagnoides*, por isso ele foi desconsiderado para essa espécie.

Analisando os valores do erro padrão da estimativa em porcentagem, notou-se que cada espécie apresentou valores próximos para as equações testadas, onde *M. elaeagnoides* obteve um erro padrão da estimativa em porcentagem variando entre 28,36 e 35,42%, *S. bonplandii* entre 34,91 e 39,67% e *T. clausenii* entre 19,34 e 24,04%. Para as espécies testadas os modelos de crescimento ajustados com

menores valores do Syx%, ou seja, que melhor representam os dados através da análise dessa estatística, foram Chapman-Richards (28,36%) e Weibull (28,36%) para *M. elaeagnoides*; Chapman-Richards (34,92%) e Weibull (34,92%) para *S. bonplandii*; e Prodan (19,34%) e a modelagem (19,34%) para *T. clausenii*. No entanto, devido a similaridade dessa estatística entre os modelos obtidos para as três espécies, realizou-se a análise gráfica dos resíduos, para verificar a dispersão dos dados observados e decidir pelo melhor modelo.

Após essa análise, verificou-se que os gráficos dos resíduos dos modelos mais representativos foram os da modelagem para todas as espécies, conforme exposto na FIGURA 10. É possível analisar que o diâmetro possui uma estimativa significativa, levando em consideração a grande variância encontrada para cada uma das espécies pesquisadas. *M. elaeagnoides* e *T. clausenii* apresentaram uma distribuição de resíduos mais equilibrada para a modelagem em comparação com o modelo de *S. bonplandii*. Apesar de existir uma grande dispersão de valores para as três espécies, especialmente, para *M. elaeagnoides*, pode-se entender essa variação como sendo oriunda da variação natural encontrada na amostragem dos dados. Koehler (2009), estudando *Araucaria angustifolia*, afirmou que o modelo selecionado em sua pesquisa tende a errar mais nas estimativas das classes inferiores de DAP, no entanto, nas classes de DAP subsequentes, a nuvem de pontos residuais das estimativas tende a se aproximar do valor observado. Segundo Zamin (2013), o início e o final da curva de produção de um ano vegetativo, representado por menores taxas de crescimento, não possuem boas estimativas nos primeiros anos de vida da árvore, justificando a menor precisão dos modelos nessa fase.



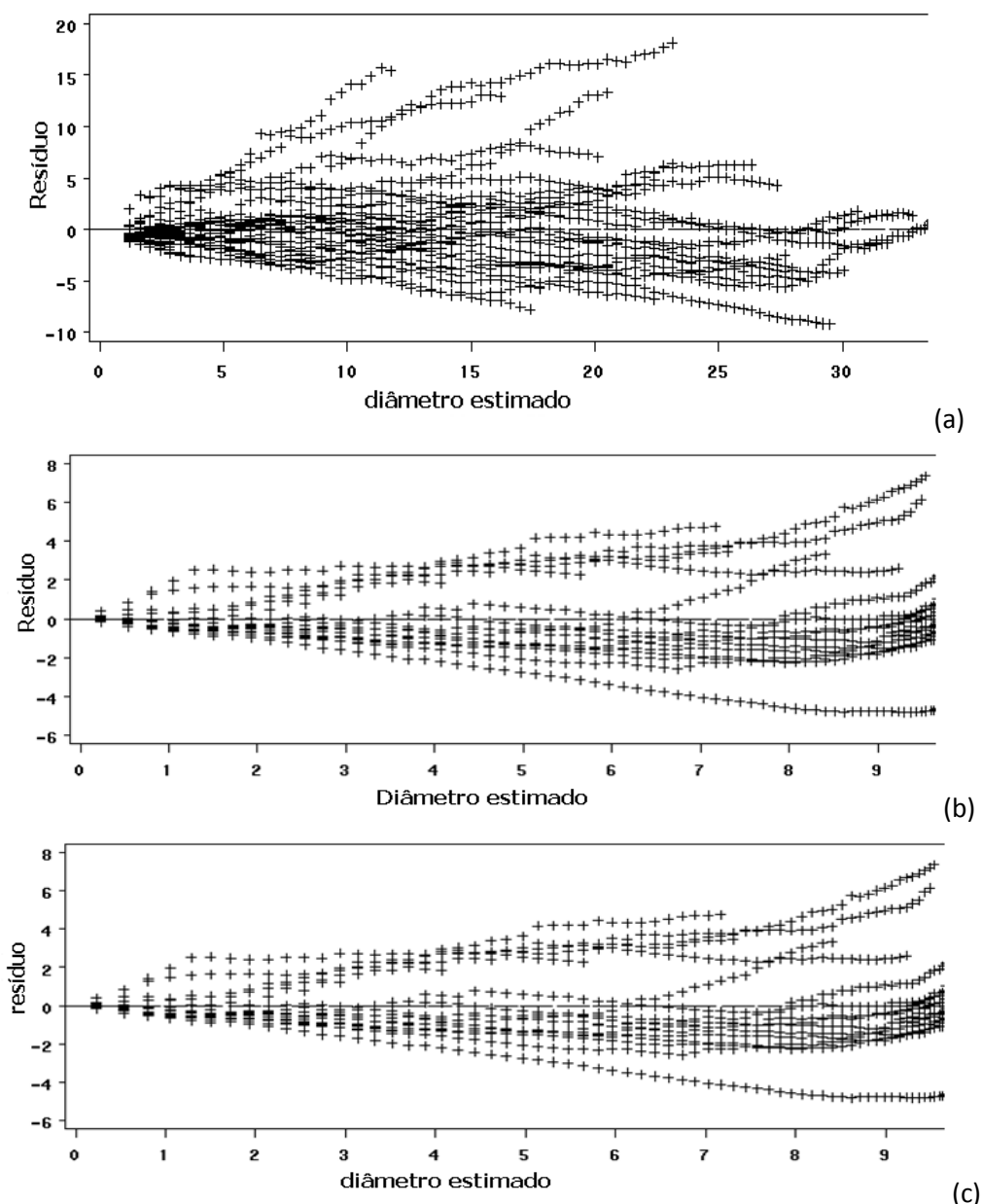


FIGURA 10 – GRÁFICOS DE RESÍDUOS DAS EQUAÇÕES TESTADAS PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO EM FUNÇÃO DA IDADE. (a) DISPERSÃO DE RESÍDUOS DA MODELAGEM PARA *Matayba elaeagnoides*; (b) DISPERSÃO DE RESÍDUOS DA MODELAGEM PARA *Sorocea bonplandii*; (c) DISPERSÃO DE RESÍDUOS DA MODELAGEM PARA *Trichilia clausenii*. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Os gráficos das estimativas do crescimento em diâmetro para *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii* são mostrados na FIGURA 11. Posteriormente à análise gráfica dos modelos testados e suas respectivas estatísticas, confirmou-se que a modelagem foi melhor e pode ser utilizada para estimar o diâmetro em função da idade, principalmente, por apresentar um alto valor do coeficiente de determinação ajustado para *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii*.

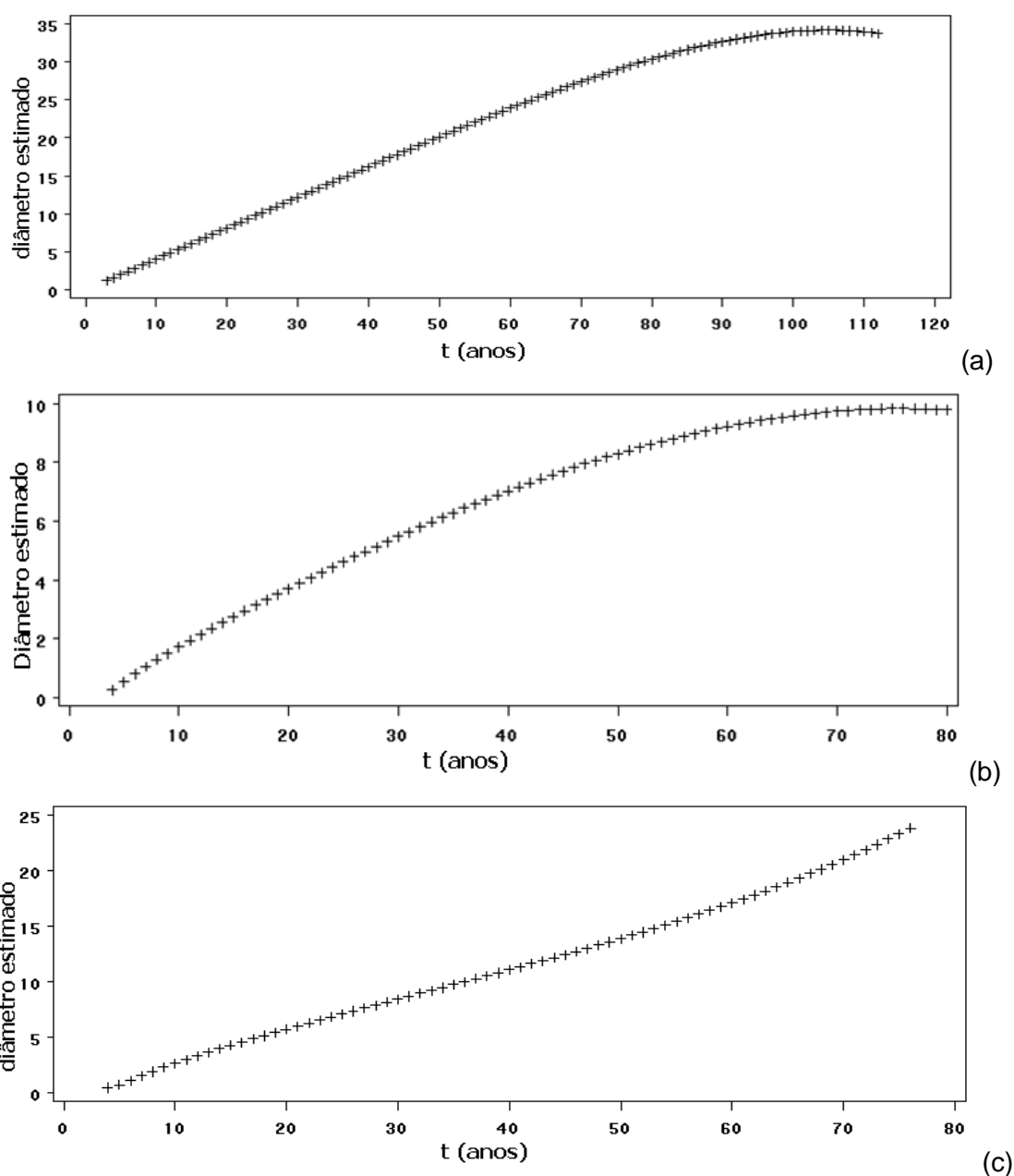


FIGURA 11 – ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO PARA (a) *Matayba elaeagnoides*; (b) *Sorocea bonplandii*; e (c) *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Observando-se os gráficos da FIGURA 11, percebe-se que as três espécies trabalhadas apresentaram crescimento lento e variável. O modelo obtido para *M. elaeagnoides* apresentou um ajuste que chega mais próximo da caracterização do seu desenvolvimento biológico, onde a curva tende a um valor assintótico a partir dos 95 anos de idade, tendendo à estagnação do crescimento em diâmetro. Roik *et*

*al.* (2011), estudando o crescimento diamétrico e acelerado de espécies arbóreas na Floresta Ombrófila Mista no Paraná, destacam que *M. elaeagnoides* possui o crescimento mais lento, inferior a 0,20 cm/ano, em comparação a outras espécies, como por exemplo *Ocotea porosa* (superior a 0,30 cm/ano). Os mesmos autores ainda destacam que *M. elaeagnoides* leva de 112 a 163 anos para atingir um DAP de 40 cm. Esses dados são compatíveis com o gráfico apresentado na FIGURA 11a, onde *M. elaeagnoides*, aos 95 anos, atinge em torno de 34 cm de DAP. Em outro estudo sobre crescimento diamétrico, também na Floresta Ombrófila Mista no Paraná, porém com uso de cintas dendrométricas, Figueiredo Filho *et al.* (2003), também constataram que *M. elaeagnoides* possui o menor ritmo de crescimento entre as sete espécies analisadas (0,08 cm/ano).

O modelo ajustado para *S. bonplandii* (FIGURA 11b) tende a alcançar um valor assintótico em torno dos 72 anos, quando a espécie atinge um DAP próximo a 10 cm. Das três espécies pesquisadas, *S. bonplandii* foi a que apresentou o menor crescimento, explicado na afirmação anterior. Esse evento pode ser justificado pelo fato de essa espécie ser de sub-bosque e, por isso, sofrer maior competição, prejudicando seu desenvolvimento.

*T. clausenii* tem seu crescimento estimado apresentado na FIGURA 11c, onde o modelo encontrado demonstra a ausência de assíntota, mesmo aos 80 anos, também indicando um ritmo de crescimento lento, mas progressivo. Essa espécie não chega a atingir 5 cm de DAP aos 10 anos de idade. O crescimento lento pode ser comprovado pelos resultados de incremento anual obtidos por Ferreira (2002) para *T. clausenii* em Florestas Estacionais Semidecíduas do Estado de São Paulo, que teve uma variação 1,43 mm a 1,98 mm, sendo a menor taxa de incremento anual entre as 12 espécies estudadas.

As três espécies apresentaram grandes variações em termos de desenvolvimento na floresta. Tal fato pode ser esclarecido, especialmente, pela competição sofrida pelos indivíduos estudados, pela luminosidade, além dos fatores genéticos e ambientais. A influência do ambiente é bastante visível, como por exemplo, os indivíduos derrubados pelo vento, abrindo, conseqüentemente, clareiras que permitem a maior disponibilidade de luz em alguns pontos da área e acabam favorecendo o desenvolvimento das espécies presentes nesses locais.

Tonini *et al.* (2003), explicam em sua pesquisa para determinar o crescimento em diâmetro de duas árvores do estrato dominante de *Nectandra megapotamica*, em

uma Floresta Estacional Decidua na região central do Rio Grande do Sul, que mesmo as árvores sendo dominantes, com praticamente a mesma idade (48 e 52 anos), e não havendo diferença de sítio perceptível, existe uma nítida diferença no crescimento entre as árvores, sendo que a árvore 1 apresenta o crescimento em diâmetro e volume ainda em franca expansão, desenvolvendo-se de forma exponencial, ao contrário da árvore 2, que apresenta uma desaceleração no crescimento a partir dos 30 anos.

Com base nessas informações, pode-se verificar a complexidade do estudo do crescimento em florestas nativas, visto a grande influência dos fatores genéticos e ecológicos nesse processo. Assim, para cada espécie pesquisada e para as diferentes regiões onde elas se localizam, torna-se necessário a aplicação de modelos matemáticos específicos.

#### 4.4 CONCLUSÃO

Os anéis de crescimento de *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia claussenii* são visíveis e distintos entre si, permitindo, através da análise parcial de tronco, determinar o crescimento em diâmetro dessas espécies.

Os modelos matemáticos de crescimento, citados na literatura, que foram testados nesse estudo, não explicam o desenvolvimento dessas três espécies. No entanto, os modelos de crescimento criados com o auxílio do método *STEPWISE* são os que melhor representaram o comportamento do crescimento em diâmetro de *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia claussenii*.

## REFERÊNCIAS

BOTOSSO, P. C.; MATTOS, P. P. **Conhecer a idade das árvores: importância e aplicação**. Colombo: EMBRAPA Florestas (serie Documentos, 75), 2002.

FERREIRA, L. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de Florestas Estacionais Semidecíduas da região Sudeste do Estado de São Paulo**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

FIGUEIREDO FILHO, A. *et al.* Avaliação do incremento em diâmetro com o uso de cintas dendrométricas em algumas espécies de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Estado do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 69-84, 2003.

KIVISTE, A. *et al.* **Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2002.

KOEHLER, A. B. **Modelagem biométrica e morfometria em povoamentos jovens de *Araucaria angustifolia* (Bert.) KTZE., em Tijucas do Sul, Estado do Paraná**. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

MORENO, J. A. **O clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

RIVERA, H. **Ordenamento territorial de áreas florestais utilizando avaliação multicritério apoiada por geoprocessamento, fitossociologia e análise multivariada**. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

ROIK, M. *et al.* Crescimento diamétrico médio e acelerado de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. In: I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 2011, Dois Vizinhos. **Anais...** Dois Vizinhos: UTFPR, 2011. p. 230-234.

SAS Institute. **Statistical Analysis System**, versão 9.2. 2008.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná.** 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SCHEFFER-BASSO, S. M. *et al.* Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p.221-227, 2008.

SIT, V. **Catalog of curves for curve fitting.** Victoria, Canada, B.C.: Ministry of Forests, Forest Science Research Branch, Biometrics information handbook series, n.4, 1994.

STEPKA, T.F. **Modelagem do crescimento e dendrocronologia em árvores nativas de *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* e *Ocotea porosa* no Sul do Brasil.** 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TONINI, H.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. O crescimento da *Nectandra megapotamica* Mez., em floresta nativa na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.85-90, 2003.

ZAMIN, N. T. **Modelagem da produção mensal de indivíduos de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* com inclusão de variáveis climáticas.** 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

## 5 RELAÇÃO DE VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS E ÍNDICES DE COMPETIÇÃO COM O CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* E *Sorocea bonplandii* NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivos determinar a relação entre variáveis morfométricas e índices de competição com o crescimento em diâmetro de *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii*, em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, na região central do Rio Grande do Sul. Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos de árvores amostradas aleatoriamente por classe diamétrica, denominadas de árvores centrais, com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 centímetros, distribuídos em parcelas permanentes, totalizando 0,51 hectares. Cada árvore central teve as seguintes variáveis mensuradas: altura total e altura comercial do fuste, DAP, diâmetro da copa e comprimento de copa. Posteriormente, calcularam-se alguns parâmetros morfométricos, assim como alguns índices de competição dependentes e independentes da distância. A análise de correlação de Pearson foi utilizada para verificar a relação entre as variáveis morfométricas, os índices de competição e o incremento em diâmetro. Em seguida, realizou-se a modelagem do incremento em diâmetro em função das variáveis mais significativas pela análise de correlação de Pearson. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que existe correlação entre o incremento em diâmetro de *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii* e a competição. O crescimento em diâmetro de *M. elaeagnoides* e *T. clausenii* tem maior relação com a competição, enquanto *S. bonplandii* apresenta mais relação com as variáveis morfométricas.

Palavras-chave: catiguá; camboatá-branco; cinho; floresta nativa; biometria florestal.

### ABSTRACT

The objective of this study aimed was to determine the relationship between morphometric variables and competition indices with the diameter growth of *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* and *Sorocea bonplandii*, in a semideciduous forest fragment in central region of Rio Grande do Sul. The data used in this study were obtained from randomly sampled trees by diameter class, called central trees with diameter at breast height (DBH) less than 10.0 cm, distributed in permanent plots totaling 0.51 ha. Each central tree had measured the following variables: total height and commercial height of the stem, DBH, crown diameter and crown length. Subsequently, it was calculated some morphometric parameters, as well as some competition indexes dependent and independent of distance. The Pearson correlation analysis was used to verify the relationship between the morphometric variables, competition indexes and diameter increment. Plus it was realized the modeling of diameter increment as a function of the significant variables by Pearson



correlation analysis. Based on the obtained results, it can be concluded that there is an association between the increase in diameter of *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* and *Trichilia clausenii* and the competition. The diameter growth of *M. elaeagnoides* and *T. clausenii* are more closely related to the competition, while *S. bonplandii* is more related with the morphometric variables.

Keywords: catigua; camboata-branco; cincho; native forest, forest biometry

## 5.1 INTRODUÇÃO

Na região central do Estado do Rio Grande do Sul, uma grande proporção de floresta nativa sofreu processo de alteração antrópica, em consequência do uso agrícola e desenvolvimento urbano, descaracterizando sua estrutura natural (LONGHI, 2000). Por isso, é evidente a relativa escassez, ou até mesmo a ausência, de certas espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual, mesmo em áreas isoladas e que não sofrem intervenção humana há décadas.

Pesquisas com espécies de diferentes utilidades (econômica e/ou ecológica) como, por exemplo, *Trichilia clausenii* C.DC., *Matayba elaeagnoides* Radlk. e *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer., que não tinham tanta evidência no passado, também são necessárias para o aprimoramento do conhecimento acerca da formação florestal, e, conseqüentemente, para sua utilização de forma sustentável e conservação de seus recursos.

Essas espécies possuem madeira própria para uso na construção civil, marcenaria e artesanato; além disso, podem ser empregadas no paisagismo e na recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

Diversos estudos com espécies de potencial econômico foram realizados, justamente por sua importância econômica. Porém, ainda existem muitas espécies que não possuem nenhuma informação sobre crescimento e, portanto, seu potencial produtivo.

O crescimento das árvores é influenciado por fatores genéticos da espécie, que interagem com fatores biológicos e ambientais, tais como temperatura, precipitação, vento, insolação; características físicas, químicas e biológicas do solo;

inclinação, altitude e exposição do terreno; e, também, a influência de outras árvores, ou seja, a competição (FINGER, 1992).

A competição pode ser o fator biológico mais importante no manejo florestal, pois quase todas as intervenções estão relacionadas com a manipulação desse fator ou de condições que o alteram (SCHNEIDER E SCHNEIDER, 2008). Por isso, estudos relacionados a esse assunto tornam-se fundamentais. Conforme Vanclay (1994), muitos pesquisadores tentaram criar um único índice de competição que englobasse os diferentes fatores que o afetam, contudo não obtiveram sucesso em suas tentativas.

Vale salientar que, segundo Assmann (1970), o índice de competição expressa uma estimativa do espaço horizontal ocupado por cada árvore central em relação às suas vizinhas. Desse modo, a maioria desses índices se relaciona a quatro fatores principais: o número de competidores; tamanho e distância das árvores vizinhas; e luminosidade (VANCLAY, 1994).

A competição, do mesmo modo, pode ser descrita em função do comprimento, altura e diâmetro de copa, posição sociológica e tendências de crescimento, originando diferentes índices, que também são influenciados, principalmente, pela luz e pelo vento (SCHNEIDER e FINGER, 2000; SCHNEIDER e SCHNEIDER, 2008). A morfometria das árvores e as variáveis dela derivadas permitem entender as relações interdimensionais e reconstruir o espaço ocupado por cada árvore, podendo-se determinar o grau de concorrência a que uma espécie está sujeita dentro de um povoamento, assim como, torna-se possível inferir sobre a estabilidade, a vitalidade e a produtividade de cada indivíduo (DURLO e DENARDI, 1998).

Devido à importância da competição no manejo florestal, o presente trabalho teve como objetivos determinar a relação de variáveis morfométricas e de índices de competição com o crescimento em diâmetro de *Trichilia clausenii* (trichilia), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-branco) e *Sorocea bonplandii* (cincho), encontradas em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, na região central do Rio Grande do Sul.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi desenvolvido em um fragmento da Floresta Estacional Subtropical na localidade de Tupancy, município de São Sepé, Rio Grande do Sul. A área total aproximada do remanescente é de 40 hectares e está situada entre as coordenadas 30°12'45" e 30°13'09" de latitude sul e 53°42'57" e 53°42'30" de longitude oeste, a aproximadamente 200 metros de altitude. O fragmento está localizado em uma propriedade rural e encontra-se isolado das atividades agropastoris, sem interferência humana há pelo menos 50 anos.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido (MORENO, 1961). O solo, de acordo com Scheffer-Basso *et al.* (2008), pertence à Unidade de Mapeamento Vacacaí e caracteriza-se por possuir textura superficial franco-arenosa no horizonte A e baixo teor de matéria orgânica.

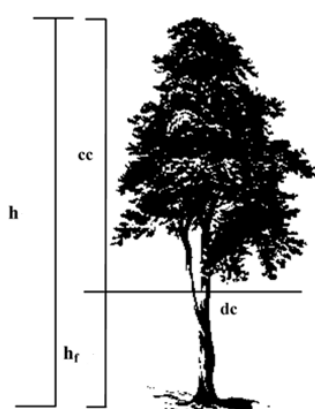
### 5.2.2 Obtenção dos dados, variáveis mensuradas, processamento e análise dos dados

Os dados utilizados nesse trabalho foram obtidos de indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 centímetros, distribuídos em cinco faixas alocadas aleatoriamente, subdivididas em parcelas permanentes de 10 x 10 metros (unidades amostrais), totalizando 0,51 hectares. A alocação das faixas acompanhou o gradiente de declividade do terreno, objetivando incluir maior variabilidade florística e fitossociológica. Cabe aqui destacar que as parcelas foram instaladas no ano de 2011 e remedidas em 2012 e 2013.

As árvores referentes às três espécies (*Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii*) de maior valor de importância encontradas no local do estudo, determinadas através de um levantamento fitossociológico prévio, foram amostradas aleatoriamente por classe diamétrica, utilizando um fator de área basal (k) maior que 1 e denominadas de árvores centrais.

Foram amostradas 25 árvores centrais para o camboatá-branco; 24 para o cincho; e 29 para a trichilia. Cada árvore central teve as seguintes variáveis mensuradas: altura total e altura comercial do fuste (obtidas com auxílio do hipsômetro Vertex, em metros); DAP (obtido com auxílio de trena graduada em milímetros); diâmetro da copa (obtido através de mensurações de quatro raios de copa nas direções fixas norte (R0°), leste (R90°), sul (R180°) e oeste (R270°), determinados com auxílio de uma bússola e medidos com trena laser, tomando-se como ponto de origem o centro do tronco e distanciando-se até o ponto extremo de projeção da copa). A partir da subtração das variáveis altura total e altura comercial do fuste, obteve-se o comprimento de copa, conforme ilustra a FIGURA 12.

As árvores centrais também tiveram calculadas a área de projeção de copa ( $apc = (\pi/4) \cdot dc^2$ ), a percentagem de copa ( $pc = (cc/h) \cdot 100$ ), o formal de copa ( $fc = (dc/cc)$ ), o grau de esbeltez ( $GE = h/d$ ), o índice de abrangência ( $IA = dc/h$ ), o índice de saliência ( $IS = dc/d$ ) e o índice de espaço vital ( $IEV = (dc/d)^2$ ) (WINK *et al.* 2012; DURLO; DENARDI, 1998).



**Parâmetros Morfométricos:**

d (cm): diâmetro a altura do peito;  
h (m): altura total da árvore;  
hf (m): altura de fuste;  
cc (m): comprimento de copa;  
dc (m): diâmetro de copa.

FIGURA 12 - REPRESENTAÇÃO DA ALTURA TOTAL E DE FUSTE DA ÁRVORE, COMPRIMENTO DE COPA E DIÂMETRO DE COPA.

FONTE: ADAPTADO DE WINK *et al.*, 2012.

Além disso, cada árvore central teve as distâncias até as árvores concorrentes/vizinhas medidas com trena laser, em metros, onde essas árvores concorrentes/vizinhas, do mesmo modo, tiveram suas alturas totais e DAP mensurados. Tal procedimento, adicionado aos demais dados coletados, foi realizado para quantificar a concorrência de cada árvore de cada uma das três

espécies pesquisadas, por meio de cálculos dos índices de competição, dependentes e independentes da distância, como mostra a TABELA 8.

TABELA 8 - ÍNDICES DE COMPETIÇÃO UTILIZADOS NA DETERMINAÇÃO DA CONCORRÊNCIA PARA *Trichilia claussenii*, *Matayba elaeagnoides* E *Sorocea bonplandii* EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Índice	Fórmula	Fonte
BAL (Bal <sub>i</sub> )	$Bal_i = \sum_{j=1}^{n_j} G_j$	Davis <i>et al.</i> , (2001)
Glover & Holl (GH <sub>i</sub> )	$GH_i = d_i^2 / \bar{d}_j^2$	Husch <i>et al.</i> (2003)
Glover & Holl Modificado (GHM <sub>i</sub> )	$GHM_i = d_i^2 / \sum_{j=1}^{n_j} \bar{d}_j^2$	-
Hegyí (H <sub>i</sub> )	$H_i = \sum_{j=1}^{n_j} \frac{(d_j / d_i)}{l_{ij}}$	Gadow e Hui (1999)
Spurr (G <sub>Pi</sub> )	$G_{P_i} = \frac{k}{n} \sum_{j=1}^{n_j} \left[ (i - 0,5) * \left( \frac{d_i}{l_{ij}} \right)^2 \right]$	Husch <i>et al.</i> (2003)
Spurr modificado (GM <sub>Pi</sub> )	$G_{P_i} = \frac{k}{n} \sum_{j=1}^{n_j} \left[ (i - 0,5) * \left( \frac{\sum_{j=1}^{n_j} d_i}{l_{ij}} \right)^2 \right]$	-
Razão altura/distância (RHL <sub>i</sub> )	$RHL_i = \sum_{j=1}^{n_j} h_j / l_{ij}$	-

Onde: n = número de árvores competidoras; G<sub>j</sub> = área basal das árvores competidoras (m<sup>2</sup>/ha); d<sub>i</sub> = dap da árvore central (cm); d<sub>j</sub> = dap das árvores competidoras (cm);  $\bar{d}_j$  = dap médio das árvores competidoras (cm); l<sub>ij</sub> = distância entre árvore central i e árvore competidora j (m); D<sub>C</sub> = diâmetro da copa; k = fator de área basal; h<sub>j</sub> = altura das árvores competidoras.

Após a determinação dos índices de competição para cada árvore central de cada espécie, foi realizada a análise de correlação de Pearson entre os índices e o incremento em diâmetro; e entre as variáveis morfométricas e o incremento em diâmetro. Em seguida, realizou-se a modelagem do incremento em diâmetro em função das variáveis estudadas mais significativas pela análise de correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa SAS 9.2 (2009).

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios, mínimos e máximos das variáveis morfométricas de *Trichilia clausenii* (trichilia), *Matayba elaeagnoides* (camboatá-branco) e *Sorocea bonplandii* (cincho) são apresentados na TABELA 9. *M. elaeagnoides* possui os maiores valores de diâmetro, altura, comprimento de copa, diâmetro de copa, área de projeção de copa e percentagem de copa em comparação com a *T. clausenii* e o *S. bonplandii*, confirmando sua classificação como uma das espécies dominantes na floresta.

O grau de esbeltez, ou seja, a relação altura/diâmetro pode indicar instabilidade contra o vento; e, quanto mais alto, mais instável é a árvore (DURLO e DENARDI, 1998). *M. elaeagnoides* obteve um grau de esbeltez (GE) de 0,44, enquanto *T. clausenii* e *S. bonplandii* apresentaram valores médios maiores e semelhantes entre si, de 0,67 e 0,68, respectivamente, sugerindo que essas duas espécies podem ser mais suscetíveis à ação do vento. Além disso, conforme Roveda *et al.* (2013), valores pequenos indicam que as árvores estão crescendo mais em diâmetro do que em altura.

Orellana e Koehler (2008), pesquisando as relações morfométricas de *Ocotea odorifera*, em um remanescente da Floresta Ombrófila Mista no Paraná, encontraram um formal de copa (fc) médio de 1,3, variando entre 0,39 e 2,31, sugerindo a existência de uma grande amplitude de variação entre os indivíduos. Os mesmos autores afirmam que valores baixos (menor que 1) indicam árvores com copas esbeltas, enquanto valores altos (maiores que 1) indicam copas achatadas. Resultados semelhantes foram encontrados para *T. clausenii* (fc = 1,56), *M. elaeagnoides* (fc = 1,66) e *S. bonplandii* (fc = 1,84), porém, a amplitude entre os valores obtidos foi muito maior no presente estudo (TABELA 9).

TABELA 9 – RESULTADOS PARA AS VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS DAS ÁRVORES CENTRAIS DE *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* E *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Matayba elaeagnoides</i>				
d	28,80	7,54	11,94	42,97
h	11,99	2,41	8,20	19,70
cc	5,69	1,82	3,30	10,40
dc	8,89	2,86	4,23	14,39
apc	68,19	39,98	14,05	162,63
pc	47,09	9,42	26,36	68,42
fc	1,66	0,61	0,68	3,35
GE	0,44	0,15	0,26	0,96
IA	0,76	0,26	0,35	1,37
IS	0,31	0,08	0,16	0,44
IEV	0,10	0,05	0,02	0,19
<i>Sorocea bonplandii</i>				
d	13,44	3,82	10,12	25,78
h	8,86	2,25	4,70	13,80
cc	4,03	1,86	1,00	7,50
dc	5,81	1,81	2,35	9,62
apc	29,00	17,44	4,34	72,61
pc	43,56	13,33	19,23	66,30
fc	1,84	1,38	0,79	6,93
GE	0,68	0,20	0,43	1,19
IA	0,68	0,24	0,35	1,33
IS	0,44	0,11	0,19	0,64
IEV	0,20	0,09	0,04	0,41
<i>Trichilia clausenii</i>				
d	16,19	5,38	10,19	33,52
h	10,18	2,32	6,20	14,70
cc	4,82	1,95	1,60	8,90
dc	6,34	1,40	4,12	9,22
apc	33,05	14,66	13,30	66,77
pc	46,22	12,50	22,67	67,12
fc	1,56	0,82	0,66	4,24
GE	0,67	0,22	0,29	1,38
IA	0,65	0,20	0,34	1,17
IS	0,41	0,10	0,21	0,60
IEV	0,18	0,09	0,04	0,37

Onde: d = diâmetro à altura do peito (cm); h = altura total (m); cc = comprimento de copa (m); dc = diâmetro de copa (m); apc = área de projeção de copa (m<sup>2</sup>); pc = percentagem de copa; fc = formal de copa; GE = grau de esbeltez; IA = índice de abrangência; IEV = índice de espaço vital; IS = índice de saliência.

*M. elaeagnoides*, *T. clausenii* e *S. bonplandii* apresentaram a relação entre o diâmetro de copa e o diâmetro à altura do peito (DAP), denominada índice de saliência, muito próximas, com valores de 0,31, 0,41 e 0,44, respectivamente. Em povoamentos mistos e inequidistantes, esta variável pode ser utilizada para determinar o espaço a ser liberado ao redor de uma árvore selecionada, para que esta cresça sem concorrência (DURLO e DENARDI, 1998).

Conforme os mesmos autores, a relação entre o diâmetro de copa e o DAP, elevada ao quadrado, corresponde ao índice de espaço vital; e, quanto menor for este índice, maior a área basal e, possivelmente, maior o volume por hectare. Com base nessa afirmação, pode-se concluir que *M. elaeagnoides* possui maior área basal quando comparado com *T. clausenii* e *S. bonplandii*, o que também se confirma pelos maiores valores de diâmetro e altura observados na TABELA 9.

A relação entre o diâmetro de copa e a altura total da árvore, também chamada índice de abrangência, foi de 0,68 para o *S. bonplandii*, 0,67 para a *T. clausenii* e 0,76 para o *M. elaeagnoides*.

Os resultados médios, mínimos e máximos dos diferentes índices de competição para *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii* estão expostos na TABELA 10. O índice de BAL (*Basal Area Larger* -  $Bal_i$ ), definido como a soma das áreas basais das árvores competidoras com área basal maior que a árvore central, demonstra uma maior concorrência para *S. bonplandii* ( $Bal_i = 33,75$ ), tendo menos espaço e luz para se desenvolver, quando comparada com o *M. elaeagnoides* ( $Bal_i = 20,07$ ) e a *T. clausenii* ( $Bal_i = 18,57$ ). Cabe aqui salientar que, quanto maior o índice de BAL, mais competição sofre a árvore em questão.

Os índices de competição, independentes da distância, de Glover & Hool ( $GH_i$ ) e Glover & Hool modificado ( $GHM_i$ ), apresentados na TABELA 10, indicam o quanto a área basal da árvore central é maior que a área basal média das concorrentes. Assim, quanto maiores esses índices, mais a árvore central está livre das concorrentes, ou seja, menor é a competição sofrida. *S. bonplandii* ( $GH_i=0,30$  e  $GHM_i=0,09$ ) e *T. clausenii* ( $GH_i=0,6$  e  $GHM_i=0,15$ ) possuem área basal menores e sofrem mais competição quando comparadas a *M. elaeagnoides* ( $GH_i=1,62$  e  $GHM_i=0,46$ ), que tem sua área basal 62% maior que suas concorrentes/vizinhas. Santos *et al.* (2012), pesquisando *Ocotea porosa*, em um povoamento implantado em 1967, no Paraná, encontrou 1,29 para o índice de Glover & Hool, e afirma que



esse valor ratifica que as árvores de imbuia estão em alto grau de competição, com seu crescimento influenciado pelas árvores vizinhas.

TABELA 10 – ÍNDICES DE COMPETIÇÃO CALCULADOS PARA *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* E *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Matayba elaeagnoides</i>				
Bal <sub>i</sub>	20,07	12,87	3,13	53,94
GH <sub>i</sub>	1,62	0,83	0,22	3,67
GHM <sub>i</sub>	0,46	0,38	0,05	1,78
H <sub>i</sub>	1,57	1,18	0,10	4,45
G <sub>Pi</sub>	0,38	0,22	0,11	1,25
GM <sub>Pi</sub>	1,77	1,44	0,11	7,48
RHL <sub>i</sub>	21,96	14,06	0,87	63,09
<i>Sorocea bonplandii</i>				
Bal <sub>i</sub>	33,75	21,25	9,56	88,83
GH <sub>i</sub>	0,30	0,32	0,10	1,80
GHM <sub>i</sub>	0,09	0,11	0,03	0,60
H <sub>i</sub>	3,41	2,42	1,13	11,56
G <sub>Pi</sub>	0,37	0,22	0,14	1,05
GM <sub>Pi</sub>	1,51	1,10	0,14	5,23
RHL <sub>i</sub>	20,31	15,35	5,28	83,51
<i>Trichilia clausenii</i>				
Bal <sub>i</sub>	18,57	10,77	5,20	41,74
GH <sub>i</sub>	0,60	0,63	0,09	2,55
GHM <sub>i</sub>	0,15	0,14	0,02	0,57
H <sub>i</sub>	2,24	0,84	0,48	3,92
G <sub>Pi</sub>	0,31	0,13	0,09	0,66
GM <sub>Pi</sub>	1,37	0,79	0,19	3,62
RHL <sub>i</sub>	18,07	8,28	5,56	40,85

Onde: Bal<sub>i</sub> = índice de BAL; GH<sub>i</sub> = índice de Glover & Holl; GHM<sub>i</sub> = índice de Glover & Holl modificado; H<sub>i</sub> = índice de Hegyi; G<sub>Pi</sub> = índice de Spurr; GM<sub>Pi</sub> = índice de Spurr modificado; RHL<sub>i</sub> = relação entre altura das árvores competidoras e distância entre a árvore central i e a árvore competidora j.

Em relação aos índices dependentes da distância, o índice de Hegyi (H<sub>i</sub>) apresentou maior resultado para *S. bonplandii*, indicando que sofre grande concorrência das árvores do entorno, confirmando os resultados dos índices independentes da distância. Weber (2013), estudando *Ocotea porosa* em Santa Catarina, notou que esse índice reflete uma maior competição nas menores classes diamétricas, decrescendo gradativamente até as maiores classes, onde as imbuias já alcançaram o dossel superior e não se encontram mais em severa concorrência. Esse fato pode explicar a significância desse índice para *S. bonplandii*, pois essa

espécie possui as menores dimensões de diâmetro e altura, quando confrontada com o camboatá-branco e a *T. clausenii*.

Verificando os índices de Spurr ( $G_{Pi}$ ) e Spurr modificado ( $GM_{Pi}$ ), assim como a relação altura/distância ( $RHL_i$ ) das árvores competidoras, percebe-se que *M. elaeagnoides* possui valores um pouco maiores ( $G_{Pi} = 0,38$ ;  $GM_{Pi} = 1,77$ ;  $RHL_i = 21,96$ ) em comparação ao *S. bonplandii* ( $G_{Pi} = 0,37$ ;  $GM_{Pi} = 1,51$ ;  $RHL_i = 20,31$ ) e a *T. clausenii* ( $G_{Pi} = 0,31$ ;  $GM_{Pi} = 1,37$ ;  $RHL_i = 18,07$ ). Os resultados obtidos para *M. elaeagnoides* confirmam que é uma espécie dominante, mas com seu crescimento influenciado pelas árvores vizinhas.

Os resultados da análise de correlação de Pearson ( $r$ ) do incremento em diâmetro, variáveis morfométricas e índices de competição para *T. clausenii*, *M. elaeagnoides* e *S. bonplandii* são apresentados na TABELA 11.

As variáveis morfométricas com valores de “ $r$ ” significativos para *M. elaeagnoides* foram: diâmetro de copa, área de projeção de copa, formal de copa, índice de abrangência, índice de espaço vital e índice de saliência. Dessas, o diâmetro de copa, o índice de espaço vital e o índice de saliência apresentaram maior correlação com o incremento em diâmetro, mostrando que, quanto maior o diâmetro de copa e maior o espaço para a árvore se desenvolver, maior é o crescimento dessa espécie.

Os resultados da correlação de Pearson entre as variáveis morfométricas e o incremento em diâmetro não foram significativos para *T. clausenii*. Para *S. bonplandii*, a altura total, o comprimento de copa, o diâmetro de copa e a área de projeção de copa apresentaram significância, indicando que, quanto maiores esses valores, maior o incremento.

O índice de Spurr ( $G_{pi}$ ), com valor de “ $r$ ” igual a  $-0,31$ , é o índice de competição que possui maior correlação significativa com o incremento em diâmetro para o *M. elaeagnoides*, mostrando que quanto menor a competição, maior o crescimento, relacionado ao valor negativo do “ $r$ ”. O crescimento da *T. clausenii* apresentou correlação significativa com o índice de BAL ( $r = -0,35$ ), onde o sinal negativo indica que quanto maior a concorrência, menor é o crescimento. *S. bonplandii* não possui correlação significativa com nenhum dos índices de competição testados.

TABELA 11 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE O INCREMENTO EM DIÂMETRO E AS VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS E OS ÍNDICES DE COMPETIÇÃO PARA *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* E *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Espécie	Variáveis	r	Espécie	Variáveis	r	Espécie	Variáveis	r
<i>Matayba elaeagnoides</i>	d	0,0869 <sup>ns</sup>	<i>Sorocea bonplandii</i>	d	0,2296 <sup>ns</sup>	<i>Trichilia clausenii</i>	d	-0,066 <sup>ns</sup>
	h	0,0326 <sup>ns</sup>		h	0,3993 <sup>*</sup>		h	0,0575 <sup>ns</sup>
	cc	0,1163 <sup>ns</sup>		cc	0,3492 <sup>*</sup>		cc	0,1562 <sup>ns</sup>
	dc	0,3836 <sup>*</sup>		dc	0,3350 <sup>*</sup>		dc	0,2167 <sup>ns</sup>
	apc	0,3685 <sup>*</sup>		apc	0,3901 <sup>*</sup>		apc	0,2024 <sup>ns</sup>
	pc	0,1427 <sup>ns</sup>		pc	0,2313 <sup>ns</sup>		pc	0,1414 <sup>ns</sup>
	fc	0,3241 <sup>*</sup>		fc	-0,2754 <sup>ns</sup>		fc	-0,0853 <sup>ns</sup>
	GE	0,0040 <sup>ns</sup>		GE	0,2011 <sup>ns</sup>		GE	0,0307 <sup>ns</sup>
	IA	0,3734 <sup>*</sup>		IA	-0,0946 <sup>ns</sup>		IA	0,0444 <sup>ns</sup>
	IEV	0,3817 <sup>*</sup>		IEV	0,0951 <sup>ns</sup>		IEV	0,2371 <sup>ns</sup>
	IS	0,4079 <sup>*</sup>		IS	0,1117 <sup>ns</sup>		IS	0,2412 <sup>ns</sup>
	G <sub>Pi</sub>	-0,3141 <sup>*</sup>		G <sub>Pi</sub>	0,0018 <sup>ns</sup>		G <sub>Pi</sub>	-0,2202 <sup>ns</sup>
	GM <sub>Pi</sub>	-0,2976 <sup>*</sup>		GM <sub>Pi</sub>	0,0037 <sup>ns</sup>		GM <sub>Pi</sub>	0,0313 <sup>ns</sup>
	Bal <sub>i</sub>	-0,0166 <sup>ns</sup>		BAL	0,0309 <sup>ns</sup>		BAL	-0,3591 <sup>*</sup>
	H <sub>i</sub>	-0,2357 <sup>ns</sup>		H <sub>i</sub>	-0,0443 <sup>ns</sup>		H <sub>i</sub>	-0,1927 <sup>ns</sup>
GH <sub>i</sub>	0,1411 <sup>ns</sup>	GH <sub>i</sub>	-0,1469 <sup>ns</sup>	GH <sub>i</sub>	-0,0164 <sup>ns</sup>			
GHM <sub>i</sub>	0,2498 <sup>ns</sup>	GHM <sub>i</sub>	-0,1320 <sup>ns</sup>	GHM <sub>i</sub>	0,0253 <sup>ns</sup>			
RHL <sub>i</sub>	-0,2210 <sup>ns</sup>	RHL <sub>i</sub>	-0,0337 <sup>ns</sup>	RHL <sub>i</sub>	-0,1630 <sup>ns</sup>			

Onde: r = coeficiente de correlação linear de Pearson; d = diâmetro das árvores centrais; h = altura total das árvores centrais; cc = comprimento de copa; dc = diâmetro de copa; apc = área de projeção de copa; pc = percentagem de copa; fc = formal de copa; GE = grau de esbeltez; IA = índice de abrangência; IEV = índice de espaço vital; IS = índice de saliência; G<sub>Pi</sub> = índice de Spurr; GM<sub>Pi</sub> = índice de Spurr modificado; Bal<sub>i</sub> = índice de BAL; H<sub>i</sub> = índice de Hegyi; GH<sub>i</sub> = índice de Glover & Holl; GHM<sub>i</sub> = índice de Glover & Holl modificado; RHL<sub>i</sub> = relação entre altura das árvores competidoras e distância entre a árvore central i e a árvore competidora j; <sup>ns</sup> = probabilidade não significativa; \* = valores de r significativos a 5% de probabilidade.

A capacidade preditiva de um índice de competição está muito sujeita à espécie estudada e não à sua complexidade, por isso, em muitos casos, os índices mais simples são mais eficientes (TONINI, 2007), como no caso da *T. clausenii*, que teve o índice de BAL como mais expressivo.

A partir dos dados obtidos na análise de correlação de Pearson, foi realizada uma modelagem matemática procurando-se ajustar equações para descrever o incremento em diâmetro em função dos índices de competição e parâmetros morfométricos, para cada uma das espécies trabalhadas. Os modelos que melhor elucidam o incremento em diâmetro para *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii* estão expostos na TABELA 12.

TABELA 12 – MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMAR INCREMENTO EM DIÂMETRO (ID), COM SEUS RESPECTIVOS COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ), COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO ( $R^2_{aj.}$ ) E ERRO PADRÃO DA ESTIMATIVA (Syx%), PARA *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Espécie	Modelo	$R^2$	$R^2_{aj.}$	Syx(%)
<i>Matayba elaeagnoides</i>	$id = 0,5975 * IS + 0,102 * IEV$	0,6958	0,6732	1,00
<i>Sorocea bonplandii</i>	$id = 0,0242 * dc + 0,0003 * apc$	0,7196	0,6963	1,68
<i>Trichilia clausenii</i>	$id = 0,4845 * IS - 0,0018 * Bal$	0,7150	0,6947	1,38

Onde: IS = índice de saliência; IEV = índice de espaço vital; dc = diâmetro de copa; apc = área de projeção de copa; Bal = índice de BAL.

A modelagem resultou em modelos de incremento em diâmetro em função das seguintes variáveis independentes: índice de saliência e índice de espaço vital para *M. elaeagnoides*; diâmetro de copa e área de projeção de copa para *S. bonplandii*; e índice de saliência e índice de BAL para *T. clausenii*. Os modelos apresentaram um erro padrão da estimativa (Syx%) variando de 1,00 a 1,68 cm, e as estimativas para as estatísticas: coeficiente de determinação ( $R^2$ ), oscilando entre 0,70 e 0,72, e coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ), de 0,67 a 0,70.

Esses resultados corroboram com os obtidos na TABELA 11, mostrando a influência do espaço livre em torno de cada árvore central, apontando que tanto *T. clausenii*, quanto *M. elaeagnoides* crescem mais sem concorrência, e podem ter um acréscimo significativo em área basal e, portanto, em volume por hectare se forem cultivadas com espaçamento adequado. *S. bonplandii*, por ser uma espécie de sub-bosque, possui maior influência da copa, diâmetro de copa e área de projeção de copa, indicando que quanto maiores os valores dessas variáveis, maior será seu incremento em diâmetro.

Weber (2013), também incluiu em seu modelo de incremento em área basal para *Ocotea porosa*, em Santa Catarina, os índices de saliência e de competição de BAL, justificando a inserção dessas variáveis em função de a espécie ser extremamente exigente em luminosidade. Essa mesma explicação pode ser usada para o modelo obtido para *T. clausenii*, que, conforme Lorenzi (2002), é uma planta esciófita ou de luz difusa, ou seja, tolera a sombra nas etapas iniciais de seu desenvolvimento, contudo, demanda um alto grau de iluminação para passar pelas etapas intermediárias até a maturidade, aumentando o seu crescimento se ocorrer uma abertura no dossel (MACIEL *et al.*, 2003).

O estudo da morfometria e da competição é extremamente importante para auxiliar no conhecimento do crescimento de diferentes espécies florestais. Com base nos resultados obtidos nessa pesquisa foi possível verificar que existe influência tanto da competição, quanto dos parâmetros morfométricos no incremento em diâmetro de *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii*, onde cada indivíduo reage de forma diferente a essas variáveis.

No entanto, além dos parâmetros aqui apresentados, todos os outros fatores genéticos, biológicos e ambientais influenciam o crescimento das árvores. Com isso, confirma-se a complexidade do entendimento das florestas, especialmente das nativas, mostrando a verdadeira necessidade de pesquisas nessas áreas, que possam fornecer as informações necessárias para a sua conservação e manejo florestal.

## 5.4 CONCLUSÃO

Existe correlação entre o incremento em diâmetro das três espécies estudadas e a competição.

*Sorocea bonplandii* apresentou maior relação do incremento em diâmetro com as variáveis morfológicas diâmetro de copa e área de projeção de copa.

*Matayba elaeagnoides* apresentou maior relação de seu crescimento em diâmetro com o índice de espaço vital e índice de saliência.

O crescimento em diâmetro de *Trichilia clausenii* possui maior relação com o índice de saliência e o índice de competição de BAL. O índice de BAL indica que quanto maior a competição, menor o crescimento, mostrando que a espécie é fortemente afetada pelas competidoras.

A relação do crescimento com o índice de saliência (IS) apontou que quanto maior a copa, maior o crescimento da espécie. Isto é, árvores de *T. clausenii* e *M. elaeagnoides* com copa grande e pouca competição crescem mais, inferindo-se que o ajuste da densidade por meio de intervenções silviculturais pode resultar em maior crescimento, constituindo-se em informação importante para o manejo florestal.

## REFERÊNCIAS

ASSMANN, E. **The Principles of Forest the Yield Study**. Muchen: BLV, 1970.

DAVIS, L. S.; *et al.* **Forest Management: to Sustain Ecological, Economic, and Social Values**. 4th. ed. New York: Macgrall-Hill, 2001.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 55-66, 1998.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992.

GADOW, K. V.; HUI, G. **Modelling Forest Development**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999.

HUSCH, B. *et al.* **Forest Mensuration**. 4th. ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2003.

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**. V.2, ed. 2. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2002.

MACIEL, M. de N. M. *et al.* Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.2, p. 69-78, 2003.

MORENO, J.A. **O clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

ORELLANA, E.; KOEHLER, A. B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 229-237, 2008.

ROVEDA, M. *et al.* **Morfometria de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na Floresta Nacional de São Francisco de Paula-RS.** Disponível em: <<http://ebookbrowse.net/sil-artigo-38-pdf-d456146397>>. Acesso em: 03/07/2013.

SANTOS, A. T. *et al.* Índices de competição em plantio de *Ocotea porosa*. **Comunicado Técnico 295 (Embrapa Florestas)**, Colombo, p. 1-5, 2012.

SAS Institute. **SAS 9.2** (software). Cary N. C, 2009.

SCHEFFER-BASSO, S. M. *et al.* Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2008.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo Sustentado de Florestas Inequilibradas Heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2. ed. Santa Maria: FACOS/UFSM, 2008.

TONINI, H. **Índice de competição e o seu uso na modelagem do crescimento das árvores**. Boa Vista: Embrapa Roraima (Documentos / Embrapa Roraima; 8), 2007.

VANCLAY, J. K. **Modeling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests**. Copenhagen: CAB International, 1994.

WINK, C.; MONTEIRO, J. S.; REINERT, D.; LIBERALESSO, E. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p.57-67, 2012.

WEBER, V. P. **Relação morfométrica e de competição no crescimento de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex Nees) Liberato Barroso na Região Central de Santa Catarina**. 91 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.



## 6 RELAÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS COM O CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE *Trichilia claussenii*, *Matayba elaeagnoides* E *Sorocea bonplandii* NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação entre variáveis climáticas e crescimento em diâmetro para *Trichilia claussenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii*, entre os anos de 2008 e 2012, encontradas em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual na região central do Rio Grande do Sul. Na área do estudo foram alocadas aleatoriamente cinco faixas, subdivididas em parcelas permanentes de 10 x 10 metros, totalizando 0,51 hectares. Em cada unidade amostral, foram identificados e marcados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 centímetros. O método da análise parcial de tronco foi utilizado para a coleta de rolos de incremento, os quais foram processados para a posterior medição de seus anéis de crescimento. Utilizaram-se os dados dos últimos cinco anos, obtidos na análise parcial de tronco para avaliação do incremento em diâmetro das árvores, relacionando-o com precipitação temperatura, insolação e balanço hídrico, através da análise de correlação de Pearson. Em seguida, realizou-se a modelagem do incremento em diâmetro em função das variáveis estudadas. As três espécies pesquisadas apresentaram relação entre as variáveis climáticas e o crescimento em diâmetro, durante os anos de 2008 e 2012. *Matayba elaeagnoides* apresentou relação significativa com a temperatura mínima média; *Trichilia claussenii* com a insolação e *Sorocea bonplandii* com a insolação e a temperatura mínima média.

Palavras-chave: catiguá; camboatá-branco; cinho.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the relationship between climatic variables with the growth in diameter for *Trichilia claussenii*, *Matayba elaeagnoides* and *Sorocea bonplandii*, during the 2008 to 2012 years' period, in a semideciduous forest fragment in central region of Rio Grande do Sul. In the study area were randomly allocated five bands, subdivided into permanent plots of 10 x 10 meters, totaling 0.51 ha. At each sampling unit, were identified and marked all individuals with diameter at breast height (DBH) less than 10.0 cm. The partial stem analysis method was used to collect increment rolls, which were processed for subsequent measurement of their growth rings. The last five years data obtained by partial stem analysis to assess the diameter increment of trees, relating it to precipitation, temperature, sunlight and water balance by Pearson correlation analysis. Then took place the modeling of the increase in diameter as a function of the studied variables. The three species studied showed relationship between the climatic variables and diameter growth during the 2008 to 2012 years' period. *Matayba elaeagnoides* showed a significant relationship with the medium minimum temperature; *Trichilia*

*clausсенii* with insolation and *Sorocea bonplandii* with insolation and medium minimum temperature.

Keywords: catiguá; camboatá-branco; cinho.

## 6.1 INTRODUÇÃO

A criatividade no emprego da madeira e a abundância dessa matéria-prima no Brasil fizeram com que fosse amplamente utilizada para diversas finalidades. Entretanto, a indústria extrativa da madeira desenvolveu-se empiricamente no País, passando por fases de grande progresso, alternadas com momentos de escassez. Muitas espécies nativas foram largamente exploradas e comercializadas, e suas madeiras, tais como Pau-Brasil, araucárias, jacarandás, cedros, imbuías, entre outras, atraíam a atenção de estrangeiros (LEÃO, 2000).

Deste modo, as florestas foram sendo devastadas para implantação da agricultura, pecuária e estabelecimento de populações, restando, em maior número, apenas espécies que não possuem valor econômico iminente, principalmente no Rio Grande do Sul. Porém, apesar de no passado ter havido essa destruição intensa das áreas florestais, atualmente, existe uma preocupação da população em preservá-las. Com isso, segundo dados do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2001), houve um aumento na área de florestas nativas, colaborando com o avanço do estágio sucessional das mesmas.

Assim, é possível encontrar fragmentos florestais que não são explorados há muitas décadas, mas ainda apresentam consequências do passado, por isso, as espécies que restam em maior quantidade são as que foram desprezadas nos tempos antigos. Consequentemente, o interesse por essas espécies vem aumentando, e, com a realização de pesquisas em diferentes áreas, acaba-se descobrindo usos e aplicações para as mesmas, que aumentam seu valor econômico.

*Trichilia clausсенii* C.DC., *Matayba elaeagnoides* Radlk. e *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer., componentes da Floresta Estacional

Semidecidual do Rio Grande do Sul, são exemplos de espécies que podem apresentar interesse econômico e/ou ecológico. Essas espécies possuem madeira própria para uso na construção civil, marcenaria e artesanato; além disso, podem ser empregadas no paisagismo e na recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002). No entanto, não existem muitas informações sobre seu crescimento e os fatores que o influenciam.

O crescimento das árvores é influenciado por fatores climáticos, como temperatura, precipitação, vento e exposição solar; fatores pedológicos (características físicas e químicas, umidade e microrganismos), características geomorfológicas, como inclinação, exposição e elevação do terreno; e competição (HUSCH *et al.*, 2003). Devido às grandes variações climáticas que ocorrem no Sul do Brasil, o clima tem ampla importância no crescimento das espécies arbóreas e seu estudo pode gerar informações consideráveis para a silvicultura e manejo.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a relação de variáveis climáticas com o crescimento em diâmetro para *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii*, encontradas em um fragmento de floresta nativa na região central do Estado do Rio Grande do Sul.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 6.2.1 Descrição da área de estudo

O estudo foi desenvolvido em um fragmento da Floresta Estacional Subtropical na localidade de Tupancy, município de São Sepé, Rio Grande do Sul. A área total aproximada do remanescente é de 40 hectares e está situada entre as coordenadas 30°12'45" e 30°13'09" de latitude sul e 53°42'57" e 53°42'30" de longitude oeste, a aproximadamente 200 metros de altitude. O fragmento está localizado em uma propriedade rural e encontra-se isolado das atividades agropastoris, sem interferência humana há pelo menos 50 anos.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido (MORENO, 1961). O solo, de acordo com Scheffer-Basso *et al.* (2008), pertence à Unidade de Mapeamento Vacacaí e caracteriza-se por possuir textura superficial franco-arenosa no horizonte A e baixo teor de matéria orgânica.

### 6.2.2 Obtenção dos dados, variáveis mensuradas, processamento e análise dos dados

No presente estudo, foram utilizados dados meteorológicos disponíveis no site do INMET (2013). Os dados são provenientes da estação meteorológica de Santa Maria, distante 62 km do local pesquisado. Essa estação é a que possui disponibilidade de dados mais próxima das condições da área em estudo.

Os dados avaliados abrangem o período de maio de 2008 a junho de 2012, sendo considerados: temperatura mensal, temperatura máxima média, temperatura mínima média, precipitação e insolação total.

Os dados florestais usados nesse trabalho foram obtidos de indivíduos, com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 centímetros, distribuídos em cinco faixas alocadas aleatoriamente, subdivididas em parcelas permanentes de 10 x 10 metros (unidades amostrais), totalizando 0,51 hectares. A alocação das faixas acompanhou o gradiente de declividade do terreno, objetivando incluir maior

variabilidade florística e fitossociológica. As parcelas foram instaladas no ano 2011 e remedidas em 2012 e 2013, sempre no inverno.

As árvores referentes às três espécies (*Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii*) de maior valor de importância encontradas no local do estudo, determinadas através de um levantamento fitossociológico prévio, foram amostradas aleatoriamente por classe diamétrica.

A amostragem foi realizada buscando-se abranger todas as classes diamétricas, com diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 10 centímetros. De cada árvore estudada, foram extraídas duas amostras (rolos de incrementos) do tronco à altura do DAP, pelo método não destrutivo da análise parcial de tronco, utilizando trado de incremento. As duas amostras de cada espécie são necessárias para realização da média aritmética entre as medidas dos anéis de crescimento, o que também pode auxiliar na identificação de anéis não verdadeiros.

Após a coleta, o material amostrado foi armazenado em “porta-rolos”, confeccionados em madeira e devidamente identificados, para serem transportados sem danos. Os rolos de incremento foram mantidos à temperatura ambiente por aproximadamente duas semanas, até sua secagem. Em seguida, realizou-se a fixação dos rolos de incremento, com cola de madeira nos “porta-rolos”, observando-se a orientação correta dos elementos anatômicos com a intenção de facilitar a posterior leitura dos anéis. Com a finalidade de tornar os elementos anatômicos mais visíveis, as amostras foram lixadas. Foram amostradas 25 árvores centrais para *M. elaeagnoides*; 24 para *S. bonplandii*; e 29 para *T. clausenii*.

O incremento em diâmetro das árvores foi relacionado com precipitação temperatura, insolação e balanço hídrico, através da análise de correlação de Pearson. Em seguida, realizou-se a modelagem do incremento em diâmetro em função das variáveis estudadas.

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies *Trichilia clausenii*, *Matayba elaeagnoides* e *Sorocea bonplandii* possuem anéis de crescimento visíveis, tornando possível o estudo do crescimento pelo método da análise parcial de tronco.

Os resultados dos coeficientes de correlação de Pearson “r” entre o incremento em diâmetro e as variáveis climáticas para *T. clausenii*, *M. elaeagnoides* e *S. bonplandii* estão expostos na TABELA 13. Os valores obtidos nessa análise não são significativos, ou seja, pela correlação de Pearson não existe relação linear entre a variável crescimento e as variáveis climáticas testadas, durante os anos de 2008 e 2012 para as espécies trabalhadas.

TABELA 13 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DE PEARSON ENTRE O INCREMENTO EM DIÂMETRO E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS PARA *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* E *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

Espécie	Variável	r	Espécie	Variável	r	Espécie	Variável	r
<i>Matayba elaeagnoides</i>	PP	-0,02577 <sup>ns</sup>	<i>Sorocea bonplandii</i>	PP	-0,15791 <sup>ns</sup>	<i>Trichilia clausenii</i>	PP	-0,11643 <sup>ns</sup>
	PP <sub>min.</sub>	0,00537 <sup>ns</sup>		PP <sub>min.</sub>	-0,15190 <sup>ns</sup>		PP <sub>min.</sub>	0,08284 <sup>ns</sup>
	BH	-0,01413 <sup>ns</sup>		BH	-0,17459 <sup>ns</sup>		BH	-0,08262 <sup>ns</sup>
	I	0,02750 <sup>ns</sup>		I	0,07554 <sup>ns</sup>		I	0,15946 <sup>ns</sup>
	T <sub>med.</sub>	0,08100 <sup>ns</sup>		T <sub>med.</sub>	-0,01099 <sup>ns</sup>		T <sub>med.</sub>	0,14474 <sup>ns</sup>
	T <sub>max.</sub>	0,07598 <sup>ns</sup>		T <sub>max.</sub>	-0,01814 <sup>ns</sup>		T <sub>max.</sub>	0,14053 <sup>ns</sup>
T <sub>min.</sub>	0,08693 <sup>ns</sup>	T <sub>min.</sub>	0,01301 <sup>ns</sup>	T <sub>min.</sub>	0,13450 <sup>ns</sup>			

Onde: r = coeficiente de correlação linear de Pearson; d = diâmetro das árvores centrais; PP = precipitação; PP<sub>min.</sub> = precipitação mínima; BH = balanço hídrico; I = insolação; T<sub>med.</sub> = temperatura média; T<sub>max.</sub> = temperatura máxima; T<sub>min.</sub> = temperatura mínima; <sup>ns</sup> = probabilidade não significativa.

Zanon (2007), estudando a relação do incremento em área basal de *Araucaria angustifolia* com o clima, afirma que a análise de correlação de Pearson foi bastante útil na quantificação da magnitude e direção das influências desse fator no crescimento, porém os valores de “r” não indicaram, exatamente, a importância dos efeitos das variáveis independentes sobre a dependente, isto é, existindo uma correlação entre X e Y, não se pode afirmar que Y é determinado ou causado por X, ou vive-versa, pois a correlação é apenas uma medida de associação.

Em outro estudo com espécies nativas da Floresta Ombrófila Mista, foi encontrada pouca correlação significativa com a precipitação (STEPKA, 2012). O mesmo autor ressalta que as correlações com dados climáticos poderiam ser

melhoradas se fossem inseridas variáveis das condições do solo, e, principalmente, da disponibilidade de água no solo para as plantas.

A inexistência de associação entre as variáveis climáticas pode ser explicada pelo fato de as estatísticas extraídas de amostras pequenas tenderem a ser não representativas dos parâmetros populacionais (FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009). Desta forma, pode-se concluir que um maior número de árvores observadas por espécie poderia apresentar um resultado significativo para a correlação de Pearson. Também, é importante salientar que foram considerados apenas os últimos cinco anos para a análise da correlação do crescimento com o clima, porque esse processo é bastante complexo, e preferiu-se estudar apenas o período onde havia uma maior certeza dos anos em relação aos anéis de crescimento.

Vale ressaltar que as relações reais que influenciam o crescimento das árvores podem variar, além das condições ambientais, como o clima, conforme a condição dos tecidos de crescimento e as atividades relativas ao processo de controle (FRITZ, 1976). O mesmo autor ainda afirma que as condições limitantes ao processo fisiológico de uma árvore podem mudar significativamente ao longo da vida da árvore, de modo que determinado fator possa ser diretamente correlacionado com a largura do anel em determinada ocasião, e inversamente correlacionado em outro momento.

Mesmo não havendo significância nos resultados obtidos na análise de correlação de Pearson, foi realizada uma modelagem matemática, procurando-se buscar alguma relação entre as variáveis e, assim, ajustar equações para descrever o incremento em diâmetro em função das variáveis climáticas para cada uma das espécies trabalhadas. Os resultados obtidos pela análise de regressão para *M. elaeagnoides*, *S. bonplandii* e *T. clausenii* estão na TABELA 14, onde se pode observar os modelos que melhor explicam o incremento em diâmetro para as três espécies.

TABELA 14 – MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMAR INCREMENTO EM DIÂMETRO ( $id$ ), COM SEUS RESPECTIVOS COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ), COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO AJUSTADO ( $R^2_{aj.}$ ) E ERRO PADRÃO DA ESTIMATIVA EM PORCENTAGEM ( $Syx\%$ ), PARA *Matayba elaeagnoides*, *Sorocea bonplandii* E *Trichilia clausenii* EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL. SÃO SEPÉ, RS, 2013.

<b>Espécie</b>	<b>Modelo</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sub>aj.</sub><sup>2</sup></b>	<b>Syx%</b>
<i>Matayba elaeagnoides</i>	$Id = 0,021.T_{min.méd.}$	0,6087	0,6061	2,43
<i>Sorocea bonplandii</i>	$Id = 0,001.I + 0,0028.T_{min.méd.}$	0,6905	0,6835	2,30
<i>Trichilia clausenii</i>	$Id = 0,002.I$	0,7367	0,7351	2,66

Onde:  $Id$  = incremento em diâmetro;  $T_{min.méd.}$  = temperatura mínima média;  $I$  = insolação.

A modelagem resultou em modelos de incremento do diâmetro em função das seguintes variáveis independentes: temperatura mínima média para *M. elaeagnoides*; insolação e temperatura mínima média para *S. bonplandii*; e insolação para *T. clausenii*. Os modelos apresentaram um erro padrão da estimativa em porcentagem ( $Syx\%$ ) aceitável, variando de 2,30 a 2,66%, assim como, as estimativas para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj.}$ ), oscilando entre 0,61 e 0,74. Esses resultados podem ser considerados bastante significativos, já que a análise de correlação de Pearson não apresentou significância e, mesmo, comparado a outros estudos com espécies nativas. Por exemplo, Zanon (2007) não incluiu em seu modelo de incremento em área basal para *Araucaria angustifolia* variáveis climáticas, e constatou que a modelagem mostrou bom ajuste para outras variáveis como circunferência à altura do peito, vitalidade e índice de Glover e Hool.

A inclusão da variável temperatura mínima média nos modelos de crescimento de *M. elaeagnoides* e *S. bonplandii* pode ser explicada por ambas as espécies desenvolverem-se em locais úmidos (LORENZI, 2002), e, por isso, elas podem crescer melhor em temperaturas mais amenas. A variável insolação, presente nos modelos de *S. bonplandii* e *T. clausenii*, pode ser esclarecida pelo fato de as plantas serem esciófitas ou de luz difusa (LORENZI, 2002), isto é, toleram a sombra nas etapas iniciais de seu desenvolvimento, entretanto, demandam um alto grau de iluminação para passar pelas etapas intermediárias até a maturidade, aumentando o seu crescimento se ocorrer uma abertura no dossel (MACIEL *et al.*, 2003).



## 6.4 CONCLUSÃO

As três espécies pesquisadas apresentaram relação entre as variáveis climáticas e o crescimento em diâmetro, no período de 2008 a 2012.

O coeficiente de correlação de Pearson não foi suficiente para detectar a relação entre o crescimento diamétrico das espécies estudadas e os fatores climáticos.

A modelagem matemática por análise de regressão, entretanto, possibilitou o ajuste de equações para estimar o crescimento em função da insolação e temperatura mínima média. *Matayba elaeagnoides* apresentou relação significativa com a temperatura mínima média, mostrando que o crescimento em diâmetro é diretamente proporcional a esta variável. *Sorocea bonplandii* cresce em diâmetro de forma diretamente proporcional à insolação e à temperatura mínima média e *Trichilia clausenii* com a insolação.

## REFERÊNCIAS

- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, v.18, n.1, p. 115-146, 2009.
- FRITZ, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976.
- HUSCH, B. *et al.* **Forest Mensuration**. 4th. ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2003.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Dados Históricos: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 01/12/2013.
- LEÃO, R.M. **A floresta e o homem**. IPEF/EDUSP. 2000.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.2, ed. 2. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002.
- MACIEL, M. de N. M. *et al.* Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.2, p. 69-78, 2003.
- MORENO, J. A. **O clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2001. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/ifcrs>> Acesso em: 15/01/2013.
- SCHEFFER-BASSO, S. M. *et al.* Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2008.
- STEPKA, T. F. **Modelagem do crescimento e dendrocronologia em árvores nativas de *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* e *Ocotea porosa* no Sul do Brasil**. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ZANON, M. L. B. **Crescimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze diferenciado por dioicia.** 111 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As três espécies com maior valor de importância, no fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, pesquisadas foram *Matayba elaeagnoides*, *Trichilia clausenii* e *Sorocea bonplandii*.

*Matayba elaeagnoides*, *Trichilia clausenii* e *Sorocea bonplandii* possuem anéis de crescimento visíveis, tornando o estudo do crescimento possível através do método não destrutivo da análise parcial de tronco.

Obteve-se um modelo matemático específico para cada uma das três espécies analisadas, cada um representando de forma significativa seu desenvolvimento em diâmetro, bastante lento se comparados com o de outras espécies nativas.

O crescimento em diâmetro das três espécies avaliadas está relacionado com sua morfometria, competição e variáveis climáticas. *M. elaeagnoides* possui maior relação com as variáveis índice de saliência, índice de espaço vital e temperatura mínima média; *T. clausenii* com índice de saliência, índice de BAL e insolação; e *S. bonplandii* com diâmetro de copa, área de projeção de copa, insolação e temperatura mínima média.

As três espécies estudadas possuem crescimento lento, tornando seu manejo florestal economicamente inviável. No entanto, recomendam-se pesquisas com implantação de plantios puros para fins comerciais, as quais poderão verificar a possibilidade de aceleração de seu crescimento. Também se sugere testes de procedência e progênies para, assim, identificar árvores superiores com potencial para uso comercial, devido às características de *Matayba elaeagnoides*, *Trichilia clausenii* e *Sorocea bonplandii*, que podem ser utilizadas para fins nobres.