

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

Karina Lanzarin

**MANEJO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL. EM
FORMAÇÕES SECUNDÁRIAS: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES**

Santa Maria, RS
2020

Karina Lanzarin

**MANEJO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL. EM FORMAÇÕES
SECUNDÁRIAS: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig

Santa Maria, RS
2020

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Lanzarin, Karina
MANEJO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL.
EM FORMAÇÕES SECUNDÁRIAS: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES /
Karina Lanzarin.- 2020.
90 p.; 30 cm

Orientador: Frederico Dimas Fleig
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2020

1. Manejo florestal sustentável 2. Pau-marfim 3.
Guatambu 4. Florestas secundárias 5. Mata Atlântica I.
Dimas Fleig, Frederico II. Título.

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

Declaro, KARINA LANZARIN, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Karina Lanzarin

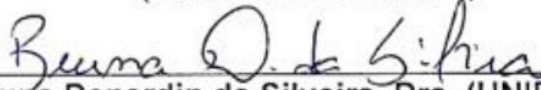
MANEJO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL. EM FORMAÇÕES SECUNDÁRIAS: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Aprovado em 20 de março de 2020



Frederico Dimas Fleig, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



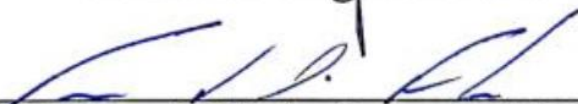
Bruna Denardin da Silveira, Dra. (UNIPAMPA)



Ezequial Gasparin, Dr. (UFSM)



Helio Tonini, Dr. (EMBRAPA)



Fabiano de Oliveira Fortes, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2020

“Use what talents you possess: the woods would be very silent if no birds sang there except those that sang best.”

(Henry Van Dyke)

RESUMO

MANEJO DE *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL. EM FORMAÇÕES SECUNDÁRIAS: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

AUTORA: Karina Lanzarin
ORIENTADOR: Frederico Dimas Fleig

Balfourodendron riedelianum (pau-marfim) é uma das principais espécies madeiras comerciais da Região Sul, recomendada no âmbito do Projeto Plantas para o Futuro do Ministério do Meio Ambiente, que incentiva sua pesquisa e uso sustentável. Diante este cenário, o presente estudo teve como objetivo geral verificar as potencialidades e limitações de uso da espécie *B. riedelianum* em florestas secundárias com vistas a seu manejo sustentável. E teve como objetivos específicos: caracterizar a estrutura horizontal e o estágio sucessional de um fragmento de Floresta Estacional Decidual e verificar o potencial de crescimento de árvores com características de interesse para transformação mecânica da madeira de *B. riedelianum* em neossolos litólicos; analisar em quais condições a regeneração natural de *B. riedelianum* se estabelece e suas possíveis restrições; verificar a capacidade de desenvolvimento da regeneração natural de *B. riedelianum* em altas densidades e identificar padrões dimensionais dos regenerantes; e, analisar a altura e fitossanidade de regenerantes de *B. rielianum* em relação ao ataque de insetos herbívoros e fatores ambientais que podem contribuir para tal. Em fragmento de Floresta Estacional Decidual com características singulares e solos do tipo Neossolo litólico, localizado em Pinhal Grande, RS, buscou-se investigar a estrutura e composição de espécies arbóreas, e o crescimento diamétrico e em área transversal de *B. riedelianum*. Em uma amostragem de 2,1 ha, todas árvores adultas com CAP ≥ 30 cm foram mensuradas e sua estrutura horizontal calculada. Para análise de crescimento foram selecionadas 12 árvores com características silviculturais satisfatórias e retirados dois rolos de incremento à 1,30 m, usando o Trado de Pressler. Calcularam-se os incrementos periódicos anuais em diâmetro (IPAd) e área transversal (IPAg) dos últimos cinco anos. Foram investigadas as condições de luminosidade e possíveis restrições no estabelecimento e desenvolvimento da regeneração de *B. riedelianum*. Na floresta, por meio de caminhamento, foi observada a presença de regenerantes e diásporos dispersos no chão. Em duas clareiras (Clareira 1 e 2) foi realizado censo dos regenerantes, e mensurada a altura de todas plantas da espécie. Posteriormente, foram amostrados 71 indivíduos e mensurados seu diâmetro de copa, comprimento da folha e altura das ramificações, quando presentes. Ainda, foi analisada a sanidade dos regenerantes relativo à herbivoria por artrópodes e fatores que podem contribuir para isso. As plantas foram analisadas visualmente em relação à sintomas aparentes de herbivoria. Nas copas dos regenerantes, artrópodes foram capturados com rede entomológica e posteriormente identificados em laboratório. A floresta encontra-se em estágio avançado de sucessão e *B. riedelianum* é uma das espécies com maior valor de importância na comunidade. O IPAd médio das árvores da espécie foi de 0,67 cm/ano, podendo atingir até 1,0 cm/ano. O IPAg pode alcançar valores de até 81,57 cm²/ano. A regeneração natural de *B. riedelianum* se estabelece preferencialmente em clareiras, tem capacidade de se desenvolver em alta densidade e de rebrotar, apresentando alta plasticidade morfológica. Porém, não se desenvolve em locais com presença de animais domésticos ou dominados por cipós. A espécie é atacada pelo psílideo *Leuronota* cf. *esenbeckiae*, primeiro relato da presença do inseto nessa espécie e no Brasil. Aparentemente, os danos causados por herbivoria não afetam a altura dos regenerantes, e o número de espécies não contribui para menor incidência de ataque.

Palavras chave: Pau-marfim; Manejo florestal sustentável; Florestas secundárias; Crescimento diamétrico; Regeneração Natural; Mata Atlântica.

ABSTRACT

MANAGEMENT OF *Balfourodendron riedelianum* (ENGL.) ENGL. IN SECONDARY FORMATIONS: POTENCIALITIES AND LIMITATIONS

AUTHOR: Karina Lanzarin
ADVISOR: Frederico Dimas Fleig

Balfourodendron riedelianum (pau-marfim) is one of the most important commercial timber species in the South Region, recommended under the Project for the Future Project of the Ministry of the Environment, which encourages its research and sustainable use. Given this scenario, the present study aimed to verify the potential and limitations of the use of the species *B. riedelianum* in secondary forests aiming at its sustainable management. Also, it had as specific objectives: to characterize the horizontal structure and the successional stage of a fragment of Seasonal Deciduous Forest and to verify the growth potential of trees with characteristics of interest for the mechanical transformation of *B. riedelianum* wood in litholic neossols. Analyze under what conditions the natural regeneration of *B. riedelianum* is established and its possible restrictions; to verify the capacity of development of the natural regeneration of *B. riedelianum* in high densities and to identify dimensional patterns of the saplings; and, to analyze the height and phytosanitary conditions of *B. rielianum* saplings concerning the attack of herbivorous insects and environmental factors that can contribute to this. In a fragment of Deciduous Seasonal Forest with unique characteristics and soils of the type Neosol litolic, located in Pinhal Grande, RS, we sought to investigate the structure and composition of tree species and the diametric and cross-sectional growth of *B. riedelianum*. In a sample of 2.1 ha, were measured all adult trees with CAP ≥ 30 cm, and was calculated their horizontal structure. For growth analysis, were selected 12 trees with satisfactory silvicultural characteristics and were removed two wood cores at 1.30 m, using an increment borer. The annual periodic increments in diameter (IPAd) and transversal area (IPAg) for the last five years were calculated. The luminosity conditions and possible restrictions on the establishment and development of regeneration of *B. riedelianum* were investigated. In the forest, through walking, the presence of regenerating and diaspores dispersed on the ground was observed. In two gaps (Gap 1 and 2) a census of the saplings was performed, and the height of all plants of the species was measured. Subsequently, 71 individuals were sampled and were measured their crown diameter, leaf length, and branch height when present. Furthermore, the health of the saplings related to herbivory by arthropods, and factors that may contribute to this was analyzed. The plants were analyzed visually for apparent herbivory symptoms. In the crown of the saplings, arthropods were captured with an entomological net and later identified in the laboratory. The forest is in an advanced stage of succession, and *B. riedelianum* is one of the most important species in the community. The average IPAd of trees of the species was 0.67 cm/year, reaching up to 1.0 cm/year. The IPAg can achieve values of up to 81.57 cm² / year. The natural regeneration of *B. riedelianum* is preferentially established in gaps, has the capacity to develop in high density and to sprout, presenting high morphological plasticity. However, it does not develop in places with herbivorous domestic animals or places dominated by vines. The species is attacked by the psilid *Leuronota* cf. *esenbeckiae*, the first report of the presence of the insect in this species and in Brazil. Apparently, the damage caused by herbivory does not affect the height of the saplings, and the number of species does not contribute to a lower incidence of attack.

Keywords: Pau-marfim; Sustainable forest management; Secondary forests; Diametric growth; Natural regeneration; Atlantic forest.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3. ARTIGO 1 - POTENCIAL DE CRESCIMENTO DIAMÉTRICO E EM ÁREA TRANSVERSAL DE <i>BALFOURODENDRON RIEDELIANUM</i> (ENGL.) ENGL. EM FLORESTAS SECUNDÁRIAS EM NEOSSOLOS LITÓLICOS	18
4. ARTIGO 2 - POTENCIAL DE MANEJO DA REGENERAÇÃO NATURAL DE <i>BALFOURODENDRON RIEDELIANUM</i> ENGL. (ENGL.) EM FLORESTAS NATURAIS	41
5. ARTIGO 3 - AN APPROACH TO HERBIVORY IN SAPLINGS OF PAU-MARFIM (<i>BALFOURODENDRON RIEDELIANUM</i>) IN SEASONAL DECIDUOUS FOREST ..	69
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO FLORESTAL DE <i>BALFOURODENDRON RIEDELIANUM</i> (ENGL.) ENGL. EM FLORESTAS SECUNDÁRIAS	84

1. INTRODUÇÃO GERAL

A maioria das florestas distribuídas pelo mundo são compostas por populações mistas de espécies, no entanto, a teoria e prática do manejo florestal ao longo dos anos tem se concentrado majoritariamente no desenvolvimento de monoculturas. Além disso, quando estas florestas são foco de manejo florestal, comumente estão sujeitas a um mal gerenciamento e a práticas silviculturais inadequadas para sua estrutura e composição.

Uma das tendências silviculturais é a adoção crescente de princípios de manejo natural ou próximo à natureza, de modo a manter a diversidade biológica das florestas. A lógica por trás disso é que como as florestas naturais e as dinâmicas florestais naturais são capazes de manter populações viáveis de todas as espécies que habitam a floresta, o manejo florestal que segue as dinâmicas florestais naturais também deve ser bom para a manutenção da biodiversidade (PUKKALA; VON GADOW, 2012).

Nesse manejo os tratamentos silviculturais devem reproduzir ou se aproximar da sucessão de espécies e dos distúrbios que ocorrem nas florestas naturais durante os diferentes estágios do desenvolvimento da comunidade. De acordo com Davies et al. (2008) ele deve se basear em três princípios: cobertura contínua do dossel, onde são evitadas grandes áreas de corte e a formação de grandes clareiras; manutenção da estabilidade estrutural da floresta para minimizar distúrbios bióticos e abióticos; e naturalidade, que faz uso de espécies arbóreas nativas e adaptadas ao sítio para sustentar os níveis desejados de biodiversidade e estabilidade.

A silvicultura baseada em processos naturais e com manutenção da cobertura contínua do dossel pode alcançar benefícios substanciais em termos de fluxo de caixa, diversidade biológica, resiliência ecológica e outros serviços (DAVIES et al., 2008). Sendo uma de suas vantagens, a produção de árvores madeireiras com grandes dimensões e de boa qualidade, graças ao efeito positivo da sombra na manutenção e minimização de seus ramos.

Pukkala e Von Gadow (2012) afirmam ser surpreendente que a aplicação do manejo natural em larga escala ainda não tenha tido sucesso. Os mesmos autores comentam que os principais fatores limitantes no emprego desta abordagem são a vontade e interesse dos gestores florestais, como também, a habilidade em executar as práticas silviculturais necessárias, em detrimento às possíveis restrições biológicas

dos ecossistemas naturais. Ainda que, ao praticar o manejo natural e sustentável pode-se conciliar a conservação e o aproveitamento econômico da floresta.

A dinâmica das florestas naturais é complexa, e cada sítio possui estrutura e comportamento único, assim como as espécies que as compõem. As florestas pertencentes ao bioma Mata Atlântica são umas das mais ricas do mundo em biodiversidade. Elas sofreram ao longo de décadas exploração intensa e indiscriminada, restando atualmente 12,4% de sua cobertura florestal original. A sua taxa de desmatamento vem decrescendo, todavia, suas florestas ainda enfrentam pressões antrópicas, desflorestamento e fragmentação de suas áreas (INPE, 2019).

Vários remanescentes florestais da Mata Atlântica estão em áreas privadas. Portanto, utilizar uma abordagem de manejo natural nestes ecossistemas, e agregar valor comercial à floresta por meio do aproveitamento de espécies madeireiras euxilóforas, pode se tornar atraente aos proprietários das áreas. Desta forma, contribuindo para reduzir as tendências de desmatamento destas florestas.

A Floresta Estacional Decidual é uma das tipologias florestais que compõem o bioma Mata Atlântica, e é caracterizada por duas estações climáticas definidas. Na zona tropical, possui estação chuvosa seguida de período seco. No Rio Grande do Sul, apesar do clima ombrófilo, existe uma época muito fria (temperaturas médias mensais inferiores ou iguais a 15 °C) que determina o repouso fisiológico e a queda parcial da folhagem (IBGE, 2012).

Balfourodendron riedelianum Engl. (Engl.) (Rutaceae), conhecida como pau-marfim ou guatambu, é uma das principais espécies madeireiras comerciais da Região Sul e pode alcançar dimensões de 30 m de altura e 90 cm de diâmetro à altura do peito. Ela é naturalmente encontrada na Argentina, Paraguai e Brasil, principalmente nas Florestas Estacional Decidual e Semidecidual.

No Brasil sua distribuição natural vai desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. No Rio Grande do Sul ocorre no nordeste do estado com dispersão desde São Luiz Gonzaga, Santo Ângelo, Ijuí e pela floresta do Vale do Rio Uruguai. Foram encontrados raros exemplares também na floresta latifoliada da fralda da Serra Geral na região da Bacia do Jacuí e Alto Ibicuí (REITZ et al., 1983).

A espécie ocorre, naturalmente, em solos de fertilidade química alta, e em solos com propriedades físicas adequadas como, profundos, bem drenados, e com textura que varia de franca a argilosa. Contudo, tolera solos pedregosos e úmidos. Apresenta crescimento monopodial na fase jovem, mesmo a pleno sol, constituindo fustes bem

definidos, usualmente retos e cilíndricos a levemente tortuosos, atingindo até 15 m de altura. Sua madeira tem densidade de 0,80 g/cm³ a 0,90 g/cm³, a 15% de umidade, e possui flexibilidade e tenacidade consideradas excelentes, sendo indicada para fabricação de móveis de luxo e com largo emprego na carpintaria e marcenaria (CARVALHO, 2003; REITZ et al., 1983). Tais características silviculturais evidenciam o grande potencial de aproveitamento econômico da espécie em florestas secundárias.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Partindo de um conhecimento muito limitado sobre a espécie, é preciso fazer suposições e averiguar certos aspectos que podem ser característicos e que provavelmente serão desejáveis. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo geral verificar as potencialidades e limitações de uso da espécie *B. riedelianum* em florestas secundárias com vistas a seu manejo natural e sustentável.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar a estrutura horizontal e o estágio sucessional de um fragmento de Floresta Estacional Decidual e verificar o potencial de crescimento de árvores com características de interesse para transformação mecânica da madeira de *Balfourodendron riedelianum* em neossolos litólicos.
- b) Analisar em quais condições a regeneração natural de *B. riedelianum* se estabelece e suas possíveis restrições;
- c) Verificar a capacidade de desenvolvimento da regeneração natural de *B. riedelianum* em altas densidades e identificar padrões dimensionais dos regenerantes;
- d) Analisar a altura e fitossanidade de regenerantes de *B. rielianum* em relação ao ataque de insetos herbívoros e fatores ambientais que podem contribuir para tal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039 p. 2003.

DAVIES O.; HAUFE J.; POMMERENING A. **Silvicultural principles of continuous cover forestry – a guide to best practice**. Forestry Commission Wales, England, 111 pp. 2008.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ed. ed. Rio de Janeiro: 2012

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma**. 2019. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115. Acessado em: 04/03/2020.

PUKKALA, T.; VON GADOW, K. **Continuous Cover Forestry**. Managing Forest Ecosystems, vol. 23, 2 ed., Springer, 2012, 296 p. DOI 10.1007/978-94-007-2202-6

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. 34–35. ed. Itajaí: 1983

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RUTACEAE

A família Rutaceae está inserida na ordem Sapindales, classe Magnolipsida das Angiospermas. É composta principalmente de árvores e arbustos, raramente ervas, distribuídas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (KUBTIZKI et al., 2011).

A família possui cerca de 154 gêneros e 2100 espécies (KUBTIZKI et al., 2011). No Brasil, ocorrem cerca de 33 gêneros e 194 espécies, principalmente na Amazônia e Mata Atlântica (PIRANI; GROppo, 2015).

As rutáceas costumam apresentar caule, folhas, flores e frutos com glândulas contendo óleos voláteis aromáticos (RIBEIRO, 2015). As flores são geralmente actinomórficas, bi ou unissexuais, dispostas em inflorescências, o que facilita a polinização por insetos, como pequenas moscas e abelhas. Os frutos são muito variados, consistindo, por exemplo, em cápsulas (*Ruta*), drupas (*Amyris*), bagas (*Trifasia* e *Citrus*), e esquizocarpos (*Helietta*) (KUBTIZKI et al., 2011).

A família contém uma série de árvores frutíferas economicamente importantes, bem como várias espécies ornamentais. Sendo as mais conhecidas as árvores do gênero *Citrus*, por causa de seus frutos consumidos comercialmente (variedades de limões, laranjas, tangerinas, limas).

Também estão inclusas na família espécies produtoras de madeiras comerciais, como *Euxylophora paraensis* (pau-amarelo), *Balfourodendron riedelianum* (pau-marfim), e *Zanthoxylum flavum* (pau-seda das índias ocidentais) (GROppo, 2010).

As cascas de algumas espécies de *Angostura*, *Galipea* e *Hortia* são utilizadas no tratamento de febres. *Casimiroa edulis* (zapote blanco, zapote branco) é cultivado por seus frutos comestíveis na América Central (GROppo, 2010). Segundo Ribeiro (2015), a família tem sido amplamente utilizada em estudos da indústria farmacêutica com resultados positivos, sendo que muitas espécies apresentam propriedades antibacterianas.

Além disso, as rutáceas são famosas entre os fitoquímicos por sua extraordinária variedade de compostos químicos secundários (limonóides, flavonóides, cumarinas, óleos voláteis e alcalóides). A exemplo das espécies de

Pilocarpus (jaborandis), que são fontes do alcalóide pilocarpina, usado no tratamento do glaucoma. Uma dessas espécies, *P. microphyllus* é cultivada comercialmente no Brasil (GROPPO, 2010). Segundo Price (1963), Rutaceae é a família mais quimicamente versátil de todas as famílias de plantas.

2.2 *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Engl.)

Balfourodendron riedelianum Engl. (Engl.), conhecida como pau-marfim ou guatambu, é uma espécie arbórea pertencente à família das rutáceas. É uma das principais espécies madeireiras comerciais da Região Sul e pode alcançar dimensões de 30 m de altura e 90 cm de diâmetro à altura do peito. Ocorre naturalmente na Argentina, Paraguai e Brasil, principalmente nas Florestas Estacional Decidual e Semidecidual (REITZ et al., 1978; REITZ et al., 1983).

No Brasil sua distribuição natural vai desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. No Rio Grande do Sul ocorre no nordeste do estado com dispersão desde São Luiz Gonzaga, Santo Ângelo, Ijuí e pela floresta do Vale do Rio Uruguai. Foram encontrados raros exemplares também na floresta latifoliada da fralda da Serra Geral na região da Bacia do Jacuí e Alto Ibicuí (REITZ et al., 1983).

É uma árvore caducifólia, com diferentes ecótipos, visto que frequentemente são encontrados exemplares com folhagem durante a estação de descanso fenológico (GARTLAND; SALAZAR, 1992). Apresenta crescimento monopodial na fase jovem, mesmo a pleno sol, constituindo fustes bem definidos. O fuste é reto e cilíndrico, a levemente tortuoso, atingindo até 15 m de altura (CARVALHO, 2004).

A casca externa é cinza a pardo-acinzentada, lisa a áspera, com numerosas lenticelas branco-amareladas, que se distribuem em fileiras longitudinais. Geralmente coberta por manchas escuras ou rosadas de grandes colônias de líquens, e com pequenas concavidades com 2 a 3 cm de diâmetro, que se desprendem da casca, tornando-se uma importante característica para identificação da espécie na floresta. (CARVALHO, 2003; REITZ et al., 1983).

Possui ramificação dicotômica ascendente, formando copa relativamente pequena, por vezes achatada e irregular. Sua folhagem é verde-escura e densa. As folhas são compostas trifoliadas, de filotaxia opostas e decussadas. O folíolo central

é sempre maior que os laterais e com numerosos pontos pretos e domácias nas axilas (CARVALHO, 2004; REITZ et al., 1983).

As inflorescências são do tipo panícula, com flores bissexuais de cor branco-amarelada. O fruto é indeiscente, lenhoso, coriáceo e seco, alado, com quatro asas grandes, lembrando de longe uma borboleta. É verde quando imaturo e amarelo a acinzentado quando maduro. As sementes são elipsoides, negras e aladas. (CARVALHO, 2004; REITZ et al., 1983).

Floresce de setembro a novembro no RS, por vezes até fevereiro, e seus frutos amadurecem no inverno. O fruto é a unidade de disseminação com as sementes inclusas (CARVALHO, 2004; REITZ et al., 1983). Os frutos são disseminados pela ação do vento, apresentando uma grande dispersão (EIBL et al., 1990). Quando estão maduros são facilmente desprendidos da árvore pelo vento e por serem alados são encontrados a uma distância de até 200 metros (CARVALHO, 1978).

A espécie ocorre, naturalmente, em solos de fertilidade química alta, e em solos com propriedades físicas adequadas como, profundos, bem drenados, e com textura que varia de franca a argilosa. Contudo, tolera solos pedregosos e úmidos (CARVALHO, 2004).

É uma espécie pioneira, exigente quanto a luz, frequente em clareiras, floresta secundária e capoeirões e não raro surge no meio das pastagens. Pode ser considerada uma das árvores com melhores características de espécie pioneira da mata latifoliada da Bacia do Rio Paraná e do Alto Uruguai (REITZ et al., 1983).

Apresenta uma regeneração bastante evidente, porém poucos indivíduos sobrevivem, formando árvores jovens. Produz quase todos os anos abundantes frutos e sementes férteis, que garantem sua estabilidade (REITZ et al., 1983). Como as árvores possuem produzem bastante frutos com sementes férteis (aprox. 2400 sementes por quilo), esta árvore apresenta uma das melhores condições para ser testada em reflorestamento em campo aberto (REITZ et al., 1978).

Sua madeira tem densidade de 0,80 g/cm³ a 0,90 g/cm³, a 15% de umidade (CARVALHO, 2004). Anatomicamente possui vasos indistintos a olho nu, solitários e múltiplos até quatro, muito pequenos, vazios, muito numerosos, apresentando porosidade difusa. Na face tangencial, são pouco distintos a distintos a olho nu, curtos e numerosos. O parênquima axial é pouco distinto mesmo sob lente, presente em faixas marginais. Os raios são estreitos e não estratificados. As suas camadas de crescimento são distintas, demarcadas pelo parênquima marginal. (NISGOSKI, 1999).

A madeira possui baixa resistência natural ao apodrecimento e ao ataque de organismos xilófagos. No entanto, quando submetida a tratamento sob pressão apresenta boa permeabilidade às soluções preservantes. (CARVALHO, 2004).

Além disso, possui flexibilidade e tenacidade consideradas excelentes. A espécie é indicada para fabricação de móveis de luxo, instrumentos agrícolas, partes internas na construção civil, molduras e guarnições internas, cabos de ferramentas, compensados, chapas, lâminas faqueadas decorativas, peças torneadas, artefatos decorativos em geral, cutelaria, etc. (CARVALHO, 2004; REITZ et al., 1978; REITZ et al., 1983).

Ainda com largo emprego na carpintaria e marcenaria em geral. Presta-se muito bem para laminação (REITZ et al., 1983). Foi considerada uma das melhores madeiras da nossa flora para o fabrico de hélices de avião (KUHLMANN e KUHN, 1947). Além de ser uma espécie apropriada para fabricação de instrumentos musicais (PAULA; ALVES, 2007). Sem dúvida, é a mais importante das madeiras brasileiras da família das rutáceas (REITZ et al., 1983).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, P. E. R. **Algumas características ecológicas e silviculturais de quatro espécies florestais do estado do Paraná**. 1978. 170 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1978.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039 p. 2003.
- CARVALHO, P. E. R. **Pau-Marfim – *Balfourodendron riedelianum***. Embrapa Florestas. Colombo, PR. Circular Técnica nº 93. 2004.
- EIBL, B. et al. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. **Agroforestry Systems**, 2000. v. 48, n. 1, p. 1–8.
- GARTLAND, H. M.; SALAZAR, W. Descripción y clave de reconocimiento de las principales especies forestales de Misiones al estado de renuevo. **Yvyretá**, 1992. v. 3, n. 3, p. 117–129.
- GROPPO, M. 2010. **Neotropical Rutaceae**. In: MILLIKEN, W., KLITGÅRD, B.; BARACAT, A. (2009 onwards), Neotropikey - Interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics. Disponível em: <http://www.kew.org/science/tropamerica/neotropikey/families/Rutaceae.htm>. Acessado em: 20 mar. 2020.
- KUBITZKI, K. et al. **Rutaceae**. In: K. KUBITZKI (ed.) The families and genera of vascular plants, Flowering Plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae. vol. 10. Berlin, Springer, 2011. p. 276-356.
- KUHLMANN, M.; KUHN, E. **A flora do Distrito de Ibiti**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1947.
- NISGOSKI, S. **Identificação e caracterização anatômica macroscópica das principais espécies utilizadas para laminação na região de Curitiba - PR**. [Universidade Federal do Paraná, 1999.
- PAULA, J. E. DE; ALVES, J. L. DE H. **897 Madeiras Nativas do Brasil: anatomia - dendrologia - dendrometria - produção - uso**. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 2007.
- PIRANI, J.R.; GROPPPO, M. Rutaceae A. Juss. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB212>>. Acessado em: 20 mar. 2020.
- PRICE, J. R. The Distribution of Alkaloids in the Rutaceae. In: SWAIN, T. (ed.) **Chemical plant taxonomy**. London: Academic Press, 1963. cap. 15, p. 429-452.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. 34–35. ed. Itajaí: 1983.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. 28–30. ed. Itajaí: 1978.

RIBEIRO, C. C. **As Galipeinae (Galipeeae, Rutaceae) no estado da Bahia**. 2015. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

3. ARTIGO 1 - POTENCIAL DE CRESCIMENTO DIAMÉTRICO E EM ÁREA TRANSVERSAL DE *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. EM FLORESTAS SECUNDÁRIAS EM NEOSSOLOS LITÓLICOS

RESUMO

No manejo natural e sustentado das florestas secundárias deve-se considerar a estrutura da vegetação arbórea local e o crescimento das espécies de interesse econômico que a compõem. Desta forma, os objetivos do presente trabalho foram caracterizar a estrutura horizontal e o estágio sucessional de um fragmento de Floresta Estacional Decidual e verificar o potencial de crescimento de árvores com características de interesse para transformação mecânica da madeira de *Balfourodendron riedelianum* em neossolos litólicos. Foi realizado um censo em 2,1 ha em uma área de Floresta Estacional Decidual em Pinhal Grande, RS, onde foram mensuradas todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior ou igual a 30 cm. Quando identificadas árvores de *B. riedelianum* foram obtidas a altura, raios de copa, posteriormente transformados em diâmetro de copa, e localização geográfica. Na análise da estrutura horizontal da população foram calculadas a área basal (G), densidades absoluta e relativa (DA e DR), dominâncias absoluta e relativa (DoA e DoR), frequências absoluta e relativa (FA e FR), valor de cobertura (VC) e valor de importância (VI). Doze árvores de *B. riedelianum* foram selecionadas de acordo com suas características de interesse comercial. De cada indivíduo foram retirados dois rolos de incremento à 1,30 m do nível do solo, usando o Trado de Pressler. Os rolos foram acondicionados em suportes, secos e lixados. Posteriormente, com auxílio de microscópio, foram visualizados e marcados os anéis de crescimento. As amostras foram digitalizadas e tiveram os incrementos radiais mensurados com auxílio do software ImageJ. Com esses dados, foram calculados os incrementos periódicos anuais em diâmetro (IPAd) e área transversal (IPAg) dos últimos cinco anos. Os valores de IPAd e IPAg foram correlacionados entre si e com as variáveis dimensionais das árvores utilizando Análise de Correlação de Pearson. A população possui em média 197,2 árv/ha, pertencentes a 35 espécies, com uma área basal média de 19,6 m²/ha. Foram identificadas 26 árvores de *B. riedelianum*, com diâmetro médio de 27,3 cm e distribuição de frequências de diâmetros assimétrica. Do total das 26 árvores, 12 foram analisadas quanto ao seu IPAd e IPAg. Estas apresentaram um IPAd médio igual a 0,67 cm/ano. O incremento acumulado mínimo observado foi de 2,2 cm e o máximo de 5,35 cm para o período de cinco anos. Em relação ao IPAg a média foi de 32,8 cm²/ano, com incremento mínimo de 15,87 cm²/ano e máximo de 81,57 cm²/ano. Não houve correlação do IPAd com as variáveis dimensionais das árvores, enquanto o IPAg correlacionou-se com o diâmetro. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a floresta está em estágio avançado de sucessão, sendo *Balfourodendron riedelianum* uma das espécies de maior importância na comunidade. Devido sua distribuição diamétrica evidencia-se a necessidade de clareiras para a espécie se desenvolver. Nas condições apresentadas, o IPAd médio das árvores selecionadas foi de 0,67 cm/ano, podendo atingir um máximo de até 1,0 cm/ano. Este crescimento não depende das dimensões da árvore, mas parece estar relacionado à maior exposição à luz e condições de disponibilidade hídrica no solo. O IPAg possui relação linear com o diâmetro das árvores, podendo alcançar valores de até 81,57 cm²/ano.

Palavras-chave: Pau-marfim; Manejo florestal sustentável; Floresta Estacional Decidual; Estrutura horizontal; Incremento diamétrico.

ARTICLE 1 - POTENTIAL GROWTH IN DIAMETER AND TRANSVERSAL AREA OF *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. IN SECONDARY FORESTS IN LITOLIC NEOSOLS

ABSTRACT

In the natural and sustained management of secondary forests, the structure of the local tree vegetation and the growth of the species of economic interest that compose it must be considered. Therefore, the objectives of the present study were to verify the growth rate and potential in diameter and cross-sectional area, in lithoic Neosols, of *B. riedelianum* trees with characteristics of interest for mechanical transformation of the wood, and to characterize the horizontal structure of the forest and its successional stage. A 2.1 ha census was performed on a fragment of Seasonal Deciduous Forest in Pinhal Grande, RS, where all trees with circumference at breast height (CAP) higher than 30 cm were measured. When *B. riedelianum* trees were identified, their heights, crown rays, later transformed into crown diameter, and geographic location were obtained. In the analysis of the horizontal structure of the population the basal area (G), absolute and relative densities (DA and DR), absolute and relative dominances (DoA and DoR), absolute and relative frequencies (FA and FR), coverage value (VC) and importance value (VI) were calculated. *B. riedelianum* trees were selected according to their commercial interest characteristics. From each of them, two core samples were removed at 1,30 m from the ground level, using the Pressler Increment Borer. The samples were stored on supports, dried and sanded. Later, with a microscope, their growth rings were visualized and marked. The samples were scanned and their radial increments measured with ImageJ software. With these data, the periodic annual increments in diameter (IPAd) and cross-sectional area (IPAg) of the last five years were calculated. The IPAd and IPAg values were correlated with each other and with the tree dimensional variables using Pearson's Correlation Analysis. The population has an average of 197,2 trees/ha, belonging to 35 species, with an average basal area of 19,6 m²/ha. Twenty-six trees of *B. riedelianum* were identified, with an average diameter of 27,3 cm and an asymmetric diameter frequency distribution. Of the total 26 trees, 12 were analyzed for their IPAd and IPAg. These had an average IPAd equal to 0,67 cm/year. The minimum increment observed was 2,2 cm and the maximum 5,35 cm for the five-year period. Regarding the IPAg, the average was 32,8 cm² / year, with a minimum increase of 15,87 cm² / year and a maximum increase of 81,57 cm² / year. There was no correlation between the IPAd and the dimensional variables of the trees, while the IPAg correlated with the diameter. From the results obtained, it can be concluded that the forest is in an advanced stage of succession, with *B. riedelianum* being one of the most important species in the community. Due to its diametric distribution it is evident the need for gaps for the species to develop. Under the conditions presented, the average IPAd of the selected trees was 0,67 cm/year, and could reach a maximum of up to 1,0 cm/year. This growth does not depend on the size of the tree, but it seems to be related to the higher exposure to light and soil water availability conditions. IPAg has a linear relationship with the diameter of the trees, and can reach values of up to 81,57 cm²/year.

Keywords: Pau-marfim; Diametric increment; Seasonal Deciduous Forest; Sustainable forest management; Horizontal structure.

1. INTRODUÇÃO

As florestas secundárias da Mata Atlântica enfrentam cada vez mais pressões antrópicas, desmatamento e fragmentação de suas áreas. Porém, é possível reduzir estas tendências ao agregar valor comercial a estas florestas utilizando abordagens de manejo sustentável mais próximo ao natural. Uma vez que, se manejadas adequadamente, as florestas podem fornecer uma grande variedade de bens e serviços à sociedade, especialmente às comunidades locais que dependem delas.

Dentre as possíveis opções de aproveitamento econômico de áreas florestais em solos rasos, como Neossolos litólicos, está o uso das espécies madeireiras de interesse comercial.

Contudo, o tipo e a estrutura dessas florestas variam muito de região para região. Suas características estruturais mudam com a idade, são afetadas pelo tipo de clima e solo e ainda, pelo histórico de uso do local onde elas se encontram. A estratégia silvicultural adotada para manejar de forma natural e sustentada estas áreas, deve considerar a composição e a estruturas das espécies arbóreas presentes na floresta.

O crescimento das árvores em floresta secundária é altamente variável, com grandes diferenças entre espécies, alturas das árvores, sítios e até mesmo entre árvores da mesma espécie com tamanhos iguais que se encontram no mesmo sítio. Por outro lado, o crescimento dos indivíduos durante períodos sucessivos é menos variável (AKINDELE; ONYEKWELU, 2011).

Neste sentido, é possível aferir o crescimento utilizando técnicas como a dendrocronologia, que estuda os anéis de crescimento da árvore e reconstrói seu incremento ao longo dos anos. Estas informações de crescimento também são importantes para determinar as melhores estratégias de manejo para a espécie.

Uma das espécies madeireiras prioritárias da Região Sul, no âmbito do Projeto Plantas para o Futuro do Ministério do Meio Ambiente, é *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Engl.) (Rutaceae), conhecida como pau-marfim ou guatambu (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). Esta espécie é ocorre naturalmente na Argentina, Paraguai e Brasil, principalmente na Floresta Estacional Decidual e Semidecidual. Ela pode alcançar 30 m de altura e 90 cm em diâmetro. É classificada como uma espécie pioneira a secundária tardia, exigente quanto a luz. É frequente em clareiras, floresta secundária e capoeirões e não raro surge no meio das pastagens (REITZ et al., 1983).

Seu crescimento na fase jovem é monopodial, mesmo a pleno sol, formando fustes bem definidos, usualmente retos e cilíndricos a levemente tortuosos, atingindo até 15 m de altura. Sua madeira tem densidade de 0,80 g/cm³ a 0,90 g/cm³, a 15% de umidade, e possui flexibilidade e tenacidade consideradas excelentes, sendo indicada para fabricação de móveis de luxo e com largo emprego na carpintaria e marcenaria (CARVALHO, 2003; REITZ et al., 1983). Tais características silviculturais evidenciam o grande potencial de aproveitamento econômico da espécie em florestas secundárias.

Com base neste contexto, os objetivos do presente trabalho foram caracterizar a estrutura horizontal e o estágio sucessional de um fragmento de Floresta Estacional Decidual e verificar o potencial de crescimento de árvores com características de interesse para transformação mecânica da madeira de *Balfourodendron riedelianum* em neossolos litólicos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Estacional Decidual em uma propriedade particular no interior do município de Pinhal Grande, Rio Grande do Sul (Figura 1). Com área aproximada de 23,5 hectares, o fragmento se encontra às margens do Rio Jacuí, na direção leste está em contato com outras áreas florestais de propriedades vizinhas, assim como faz divisa com áreas de pastagens nas direções oeste e sul, onde são criados animais domésticos herbívoros de grande porte (bovinos e ovinos).

Figura 1 – Fragmento de Floresta Estacional Decidual estudado, Pinhal Grande, RS.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

O clima da região é do tipo Cfa, sem estação seca e com verões quentes (ALVARES et al., 2017). A precipitação média anual é de 1600 a 1900 mm, bem distribuída ao longo do ano, e a temperatura média anual se situa entre 18 a 20°C (ALVARES et al., 2013).

A Floresta Estacional Decidual, pertence ao bioma Mata Atlântica, é caracterizada por duas estações climáticas definidas. Na zona tropical, possui estação chuvosa seguida de período seco. No Rio Grande do Sul, apesar do clima ombrófilo, existe uma época muito fria (temperaturas médias mensais inferiores ou iguais a 15 °C) que determina o repouso fisiológico e a queda parcial da folhagem (IBGE, 2012).

De acordo com Schirmer (2015), a área está inserida em um Sistema Geoambiental de Relevos Escarpados do Rebordo do Planalto, que é formado por morros e morrotes associados a um relevo escarpado e com drenagens encaixadas. Há predomínio de rochas vulcânicas com alguns afloramentos de arenito eólico, e solos extremamente rasos. Nas encostas, existem afloramentos de rocha e Neossolos litólicos, além de depósitos de colúvios.

Há aproximadamente sete anos uma parte da área do fragmento florestal foi delimitada com cerca e impedido o acesso de animais domésticos herbívoros. Ocasionalmente, há colheita seletiva de árvores no fragmento, para uso de sua madeira na propriedade.

2.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

No interior do fragmento florestal, em área delimitada por cerca sem acesso de animais herbívoros domésticos, foi selecionada uma área de 2,1 ha para obtenção dos dados, subdividida em 14 parcelas de 30 x 50 m (Figura 2). As parcelas foram alocadas de forma a abranger as diferenças de declividade e exposição solar do local.

Nessa área de 2,1 ha realizou-se um censo, onde foram mensuradas todas as árvores em pé e tombadas com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 30 cm. O CAP foi medido no fuste com auxílio de fita métrica, à altura de 1,30 m do nível do solo. E, posteriormente, transformado em diâmetro à altura do peito (DAP), onde:

$$DAP = CAP/\pi;$$

Figura 2 – Área amostrada em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

Quando identificadas árvores de *B. riedelianum* mensurou-se adicionalmente as variáveis:

- a) Altura total (H): mensurada utilizando o hipsômetro Vertex IV;
- b) Altura do fuste (Hf): correspondente à altura do tronco livre de galhos, medida com o hipsômetro Vertex IV;

c) Raio de copa (Rcopa): a partir do maior raio visualizado, quatro raios de copa foram medidos em ângulos constantes de 90°, utilizando o hipsômetro Vertex IV. Com sua média aritmética foi obtido o diâmetro de copa (Dcopa), onde: $Dcopa = 2 \cdot Rcopa$;

Além disso, foi obtida a localização geográfica dos indivíduos de *B. riedelianum*, utilizando o GPS Garmin modelo GPSmap 76CSx.

2.3 ANÁLISE DA ESTRUTURA HORIZONTAL DA FLORESTA E DA ESPÉCIE

A partir dos dados levantados determinou-se a estrutura horizontal da população arbórea, utilizando índices referentes a densidade, dominância, frequência, valor de cobertura e de importância, de acordo com as expressões a seguir:

a) Área basal (G):

$$G = \frac{DAP^2 \pi}{40000}$$

b) Densidade absoluta (DA):

$$DA = \frac{n_i}{A}$$

c) Densidade relativa (DR):

$$DR = \frac{n_i}{N} \cdot 100$$

d) Dominância absoluta (DoA):

$$DoA = \frac{G_i}{A}$$

e) Dominância relativa (DoR):

$$DoR = \frac{G_i}{\sum G} \cdot 100$$

f) Frequência absoluta (FA):

$$FA = \frac{U_i}{U_T} \cdot 100$$

g) Frequência relativa (FR):

$$FR = \frac{FA_i}{\sum FA_i} \cdot 100$$

h) Valor de cobertura (VC):

$$VC = DR_i + DoR_i$$

i) Valor de importância (VI):

$$VI = DR_i + DoR_i + FA_i$$

Onde: DAP= diâmetro à altura do peito em cm; n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; A= área total amostrada em hectare; N= número total de indivíduos amostrados; G_i = área basal da i -ésima espécie em m²; U_i = número de unidades amostrais nas quais foram encontradas a i -ésima espécie; U_T = número total de unidades amostrais.

2.4 ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E EM ÁREA TRANSVERSAL

Doze árvores de *B. riedelianum*, distribuídas por toda a área analisada (Figura 5), foram analisadas quanto ao seu incremento em diâmetro e área transversal.

Figura 5 – Localização das árvores de *Balfourodendron riedelianum* selecionadas para análise de crescimento em diâmetro e área transversal, Pinhal Grande, RS.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

Árvores danificadas, quebradas, tortuosas ou com presença intensa de cipós não foram avaliadas, visto que estas não possuem características ideais para uso e transformação mecânica da madeira.

Os dados de crescimento periódico anual em diâmetro e em área transversal dos últimos cinco anos foram obtidos pela análise de anéis de crescimento visualizados em rolos de incremento, extraídos radialmente do tronco à altura de 1,30 metros do nível do solo, utilizando o Trado de Pressler.

Retirou-se dois rolos de incremento por indivíduo amostrado. Posteriormente, os rolos de incremento foram acondicionados e fixados com cola em suportes de madeira identificados. Procedeu-se a secagem natural das amostras, e após secas, estas foram lixadas gradualmente com lixas de grãos 150 a 325, a fim de possibilitar a visualização dos anéis de crescimento das árvores.

O incremento radial foi visualizado e marcado no sentido casca-medula, em mesa com deslocamento horizontal acoplada a um microscópio estereoscópico. O primeiro anel foi datado como correspondente ao ano de 2017, ou seja, ele iniciou seu

crescimento em 2017 e cessou o seu desenvolvimento em 2018. Como as árvores foram tratadas em maio de 2019, o crescimento iniciado em 2018 pode não ter sido concluído na época de coleta, assim, o incremento deste ano não foi utilizado para a estimativa do crescimento periódico.

Após as marcações, digitalizou-se as amostras em resolução de 1200 ppi e realizou-se a medição com o auxílio do software ImageJ. A partir do incremento radial, reconstruiu-se o diâmetro inicial para calcular o incremento periódico em diâmetro e em área transversal. O incremento periódico anual em área transversal (IPAg) foi calculado pela fórmula:

$$IPAg = (g_i - g_{i-n})/n$$

Onde: n= período de tempo. g= área transversal; i=idade de referência.

A espessura de casca não foi avaliada devido a característica da espécie, que possui casca que se desprende em pequenas concavidades de 2 a 3 cm de diâmetro (CARVALHO, 2003).

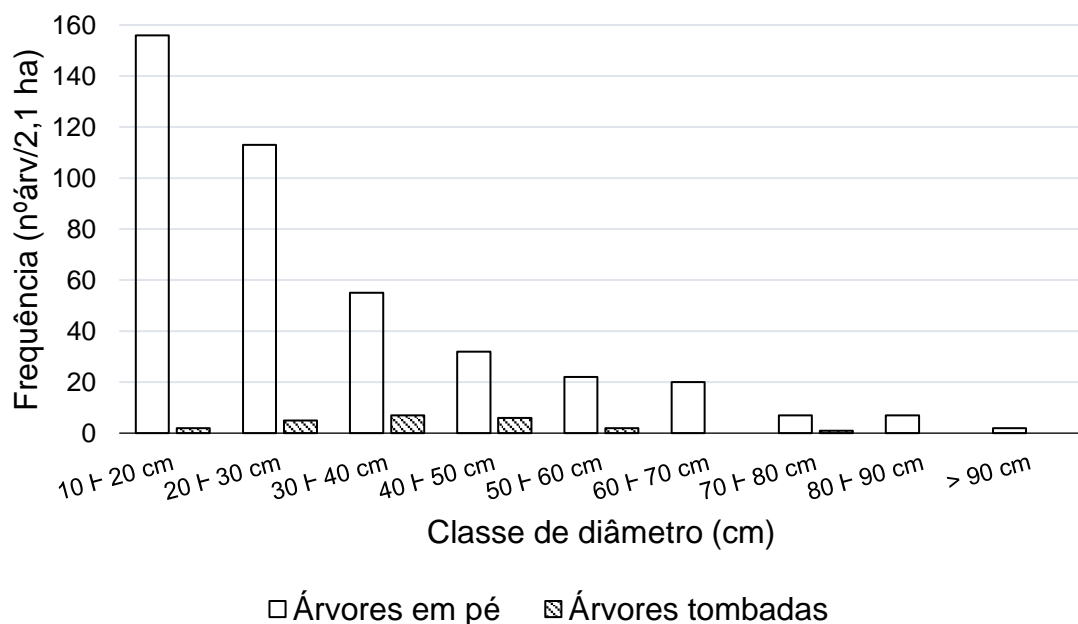
Os valores de incremento em diâmetro e área transversal foram correlacionados entre si e com as variáveis dimensionais das árvores (DAP, H e Dcopa) utilizando Análise de Correlação de Pearson (Excel).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESTRUTURA HORIZONTAL DA POPULAÇÃO E DA ESPÉCIE

Na área de 2,1 ha foram encontradas 414 árvores em pé e 23 tombadas com CAP maior que 30 cm, pertencentes a 35 espécies, com área basal total de 40,95 m² e 3,06 m², respectivamente. O diâmetro médio das árvores em pé foi de 30,4 cm, com uma distribuição de frequência em classes diamétricas exponencial negativa. O diâmetro médio das árvores tombadas foi de 38,8 cm e sua distribuição de frequências em classes diamétricas se aproximou da distribuição normal (Figura 3).

Figura 3 – Distribuição de frequências em classes diamétricas de árvores em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora.

A distribuição diamétrica exponencial negativa, também conhecida como “J” invertido, é típica de florestas nativas, onde há maior frequência de indivíduos nas menores classes de diâmetro (RIO GRANDE DO SUL, 2002). É pressuposto que o comportamento decrescente da curva indique pouca ou nenhuma pressão antrópica na comunidade (OLIVEIRA et al. 2003). Logo, o maior número de árvores mais finas pode indicar um equilíbrio na comunidade arbórea, visto que há quantidade de árvores suficientes para suceder as mais grossas.

Observa-se que existe uma grande amplitude diamétrica com presença de indivíduos de grande porte. As árvores com maiores diâmetros encontradas foram dois indivíduos de *Cedrela fissilis* com 100 cm e 95,5 cm de DAP. Tendo em vista a amplitude de diâmetros e o diâmetro médio do povoamento, de acordo com a Resolução CONAMA nº 33 (BRASIL, 1994), a vegetação é caracterizada como uma floresta em estágio avançado de sucessão.

Quando analisadas as árvores tombadas obteve-se um valor médio de 10,95 árvores caídas por hectare e área basal de 1,45 m²/ha. Estas árvores foram atingidas por eventos catastróficos naturais que acometem a região, pois tombaram com suas raízes atreladas a seus fustes, expondo o solo. Esta característica aliada ao número elevado de árvores nesta condição indica que provavelmente o sítio não sustente tais árvores.

A relação das espécies inventariadas, ordenadas por famílias, com os respectivos nomes científicos e nomes comuns é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação das espécies identificadas em uma amostra de Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.

Família	Nome científico	Nome comum
Annonaceae	<i>Annona sp.</i>	Ariticum
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp.</i>	Caúna
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i>	Guajuvira
	<i>Cordia trichotoma</i>	Louro
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Pau pólvora
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Cocão
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Branquilha leiteiro
	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Branquilha
	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grápia
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrim
	<i>Myrocarpus frondosus</i>	Cabreúva
	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Angico
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i>	Tarumã
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i>	Canela preta
	<i>Ocotea pulchella</i>	Canela do brejo
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Açoita cavalo
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro
	<i>Trichilia clausenii</i>	Catiguá vermehlo
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i>	Figueira
	<i>Sorocea bonplandii</i>	Cincho
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabiroba

	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerejeira
	<i>Eugenia rostrifolia</i>	Batinga
	<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga
	<i>Myrcianthes pungens</i>	Guabiju
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i>	Capororoca
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i>	Pessegueiro do mato
	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambu, pau-marfim
Rutaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	Jaborandi
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	Carvalinho
	<i>Allophylus edulis</i>	Chal-chal
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá vermelho
	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Camboatá branco
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sp.</i>	Aguai
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i>	Fumo-bravo

Fonte: A autora.

Foram encontradas 35 espécies arbóreas, pertencentes a 31 gêneros e 20 famílias botânicas. As famílias com maior número de representantes foram Myrtaceae e Fabaceae, com cinco e quatro espécies, respectivamente. Porém, as famílias com maior número de indivíduos na área foram Fabaceae e Boraginaceae, com 72 e 69 árvores cada. Enquanto, a família Myrtaceae apresentou apenas 28 indivíduos.

O número de espécies arbóreas na área de estudo (35 espécies) é reduzido em comparação à 214 espécies, com CAP maior que 30 cm, observadas em Florestas Estacionais Deciduais no Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (IFC-RS) (RIO GRANDE DO SUL, 2002). Em outro estudo em Floresta Estacional Decidual, no Parque Estadual do Turvo, Balbinot et al. (2016) encontraram 83 espécies, com DAP superior a 10 cm, em uma área total de 1,8 ha. Também em Floresta Estacional Decidual, no município de Jaguari, Hack et. al. (2005) observaram 54 espécies arbóreas, com CAP maior que 30 cm, em uma área de 1,4 ha. Estas duas pesquisas avaliaram áreas inferiores à 2,0 ha, e ainda assim, apresentaram número de espécies superior ao constatado no presente estudo. Contudo, diferentes características podem influenciar significativamente o número de espécies arbóreas em determinada população, como por exemplo o sítio. Tais características não foram avaliadas e comparadas nestes estudos.

A análise de sua estrutura horizontal da população arbórea é apresentada na Tabela 2. Onde as espécies foram ordenadas de acordo com seu Valor de Importância.

Tabela 2 – Estrutura horizontal da população arbórea em uma amostra de Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.

Espécie	N	DA	DR	AB	DoA	DoR	FA	FR	VC	VI
<i>Cordia americana</i>	59	28,1	14,3	10,53	5,02	25,7	85,7	6,1	39,9	46,0
<i>Holocalyx balansae</i>	55	26,2	13,3	6,80	3,24	16,6	100,0	7,1	29,8	37,0
<i>Luehea divaricata</i>	27	12,9	6,5	4,37	2,08	10,6	85,7	6,1	17,2	23,3
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	26	12,4	6,3	1,81	0,86	4,4	85,7	6,1	10,7	16,8
<i>Nectandra megapotamica</i>	14	6,7	3,4	2,53	1,20	6,2	42,9	3,1	9,5	12,6
<i>Trichilia clausenii</i>	28	13,3	6,8	0,68	0,32	1,7	57,1	4,1	8,4	12,5
<i>Cedrela fissilis</i>	9	4,3	2,2	2,39	1,14	5,8	57,1	4,1	8,0	12,1
<i>Sebastiania commersoniana</i>	17	8,1	4,1	1,28	0,34	1,7	85,7	6,1	5,8	12,0
NI	18	8,6	4,3	0,71	0,65	3,3	57,1	4,1	7,7	11,8
<i>Apuleia leiocarpa</i>	13	6,2	3,1	1,33	0,63	3,2	50,0	3,6	6,4	10,0
<i>Casearia sylvestris</i>	15	7,1	3,6	0,70	0,33	1,7	64,3	4,6	5,3	9,9
<i>Eugenia rostrifolia</i>	10	4,8	2,4	0,87	0,41	2,1	50,0	3,6	4,5	8,1
<i>Cupania vernalis</i>	13	6,2	3,1	0,62	0,30	1,5	42,9	3,1	4,7	7,7
<i>Myrsine umbellata</i>	10	4,8	2,4	0,69	0,33	1,7	42,9	3,1	4,1	7,2
<i>Ficus luschnathiana</i>	5	2,4	1,2	1,52	0,72	3,7	28,6	2,0	4,9	6,9
<i>Cordia trichotoma</i>	10	4,8	2,4	0,54	0,26	1,3	42,9	3,1	3,7	6,8
<i>Annona sp.</i>	9	4,3	2,2	0,35	0,17	0,9	50,0	3,6	3,0	6,6
<i>Eugenia uniflora</i>	10	4,8	2,4	0,53	0,25	1,3	35,7	2,6	3,7	6,3
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	10	4,8	2,4	0,13	0,06	0,3	35,7	2,6	2,7	5,3
<i>Allophylus edulis</i>	6	2,9	1,4	0,27	0,13	0,7	42,9	3,1	2,1	5,2
<i>Prunus myrtifolia</i>	7	3,3	1,7	0,26	0,12	0,6	35,7	2,6	2,3	4,9
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	6	2,9	1,4	0,17	0,08	0,4	35,7	2,6	1,9	4,4
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	8	3,8	1,9	0,24	0,11	0,6	21,4	1,5	2,5	4,0
<i>Sorocea bonplandii</i>	6	2,9	1,4	0,13	0,06	0,3	28,6	2,0	1,8	3,8
<i>Parapiptadenia rigida</i>	2	1,0	0,5	0,89	0,43	2,2	14,3	1,0	2,7	3,7
<i>Matayba elaeagnoides</i>	4	1,9	1,0	0,11	0,05	0,3	21,4	1,5	1,2	2,8
<i>Ocotea pulchella</i>	3	1,4	0,7	0,09	0,04	0,2	21,4	1,5	0,9	2,5
<i>Trema micrantha</i>	2	1,0	0,5	0,04	0,02	0,1	14,3	1,0	0,6	1,6
<i>Vitex megapotamica</i>	2	1,0	0,5	0,04	0,02	0,1	14,3	1,0	0,6	1,6
<i>Chrysophyllum sp.</i>	3	1,4	0,7	0,06	0,03	0,1	7,1	0,5	0,9	1,4
<i>Myrocarpus frondosus</i>	2	1,0	0,5	0,10	0,05	0,2	7,1	0,5	0,7	1,2
<i>Solanum mauritianum</i>	1	0,5	0,2	0,06	0,03	0,2	7,1	0,5	0,4	0,9
<i>Ilex sp.</i>	1	0,5	0,2	0,04	0,02	0,1	7,1	0,5	0,4	0,9
<i>Myrcianthes pungens</i>	1	0,5	0,2	0,03	0,02	0,1	7,1	0,5	0,3	0,8
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	0,5	0,2	0,03	0,02	0,1	7,1	0,5	0,3	0,8
<i>Eugenia involucrata</i>	1	0,5	0,2	0,03	0,01	0,1	7,1	0,5	0,3	0,8
SOMA	414	197,1	100	40,9	19,5	100	1400	100	200,0	300,0

Onde N: número de árvores; DA: densidade absoluta (nº.árv/ha); DR: densidade relativa (%); G: área basal (m²); DoA: dominância absoluta (m²/ha); DoR: dominância relativa (%); FA: frequência absoluta (%); FR: frequência relativa (%); VC: valor de cobertura (%); VI: valor de importância (%).
Fonte: A autora.

Dentre as espécies observadas na população evidencia-se a elevada presença de espécies euxilóforas e a ausência de espécies arbóreas introduzidas, caracterizando a pouca influência antrópica na comunidade.

O número médio de árvores em pé encontrado foi de 197,2 árv/ha com área basal média do povoamento de 19,6 m²/ha. Pouco denso se comparado com o valor médio de 832 árv/ha e mínimo de 400 árv/ha, obtido para Florestas Estacionais Deciduais no IFC-RS. A área basal média também é inferior à média de 25,86 m²/ha encontrada para essa tipologia florestal (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Considerando de forma associada as árvores em pé e tombadas, a densidade média encontrada seria de 208,1 árv/ha com uma área basal média de 20,96 m²/ha. Ainda assim, valores inferiores aos encontrados no IFC-RS. O sítio do fragmento florestal, composto por um Neossolo litólico, pode ser um fator contributivo para a menor densidade de árvores e área basal média encontradas neste estudo.

As quatro espécies com maior valor de importância na comunidade avaliada, isto é, maiores densidades, dominâncias e frequências, foram: *Cordia americana*, *Holocalyx balansae*, *Luehea divaricata* e *Balfourodendron riedelianum*. *C. americana* apresentou maior número de indivíduos e área basal, porém *H. balansae* se destacou em frequência, ocorrendo em todas as parcelas analisadas na área. *B. riedelianum* foi a quarta espécie mais relevante em relação a dominância e número de indivíduos, e a segunda, empatada com outras espécies, no quesito frequência. Sendo, portanto, uma das árvores mais representativas na comunidade.

B. riedelianum apresentou em média 12,4 árv/ha e área basal média de 0,86 m²/ha. Das 23 árvores tombadas na população, 14 pertenciam à espécie (DA= 6,7 árv/ha). Essas também foram mensuradas em levantamento prévio realizado em 2017, enquanto ainda estavam em pé. Após um vendaval na área nesse ano, elas vieram a tombar.

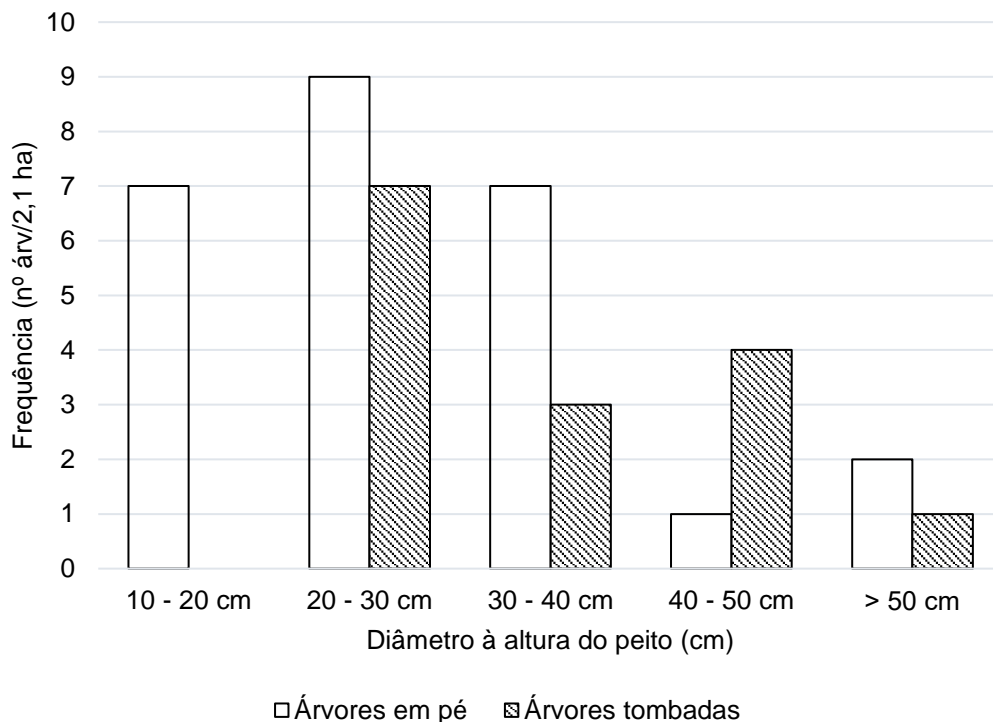
Na pesquisa de Balbinot et. al. (2016) foram observados valores inferiores, de 7,22 árv/ha e área basal média de 0,25 m²/ha para *B. riedelianum*. Callegaro et. al. (2014), em levantamento fitossociológico em dois agrupamentos no Parque Estadual

da Quarta Colônia (RS), encontraram densidades de 26,5 árv/ha e 10,9 árv/ha, e 0,192 m²/ha e 0,320 m²/ha, respectivamente. Comparando estas informações, *B. riedelianum* apresentou uma área basal muito superior no presente estudo. Considerando as árvores tombadas, em momento anterior ao evento catastrófico, o fragmento chegou a ter valores de 19,1 árv/ha de *B. riedelianum* com área basal média de 0,96 m²/ha, demonstrando que havia ainda maior densidade da espécie.

Levando em consideração a frequência das árvores em pé juntamente com as árvores tombadas presentes na área, *B. riedelianum* apresentaria um valor de 100% de frequência absoluta. Pois, nas parcelas que não houve registro de árvores em pé existiam árvores tombadas da espécie.

O DAP médio encontrado para as árvores de *B. riedelianum* em pé foi de 27,3 cm, com valor mínimo de 9,5 cm e máximo de 57,6 cm. O DAP médio das árvores tombadas foi igual a 34,3 cm, com valor mínimo de 21,3 cm e máximo de 58,9 cm. A distribuição de frequências por classe diamétrica de ambas se mostrou diferente à encontrada para a população geral (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição de frequências por classe diamétrica de *B. riedelianum* em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.



A distribuição de frequência dos diâmetros das árvores em pé mostrou assimetria positiva ou à direita. Tal comportamento sugere que as árvores não encontraram condições para regenerar e obter maior número de ingressantes nas classes de menor diâmetro. Não houve árvores tombadas na menor classe de diâmetro, indicando que as árvores de maiores dimensões são mais propensas a tombar, possivelmente pela limitação física do solo às suas raízes.

Espécies com maior exigência de luz no seu desenvolvimento, como no caso do *B. riedelianum*, tendem a possuir distribuições de diâmetro menos inclinadas que os padrões de espécies ombrófilas ou que o padrão de uma floresta natural como um todo (KAMMESHEIDT, 2000). Esta característica dificulta a formação de um banco de plântulas sob dossel para posterior desenvolvimento. Tornando a espécie dependente de clareiras ou distúrbios que auxiliem no aumento da luminosidade para se desenvolver e ser possível seu manejo florestal de forma sustentada.

3.2 DIMENSÕES DAS ÁRVORES E CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ÁREA TRANSVERSAL DE *B. riedelianum*

As dimensões das doze árvores selecionadas para análise de crescimento podem ser visualizadas na Tabela 2.

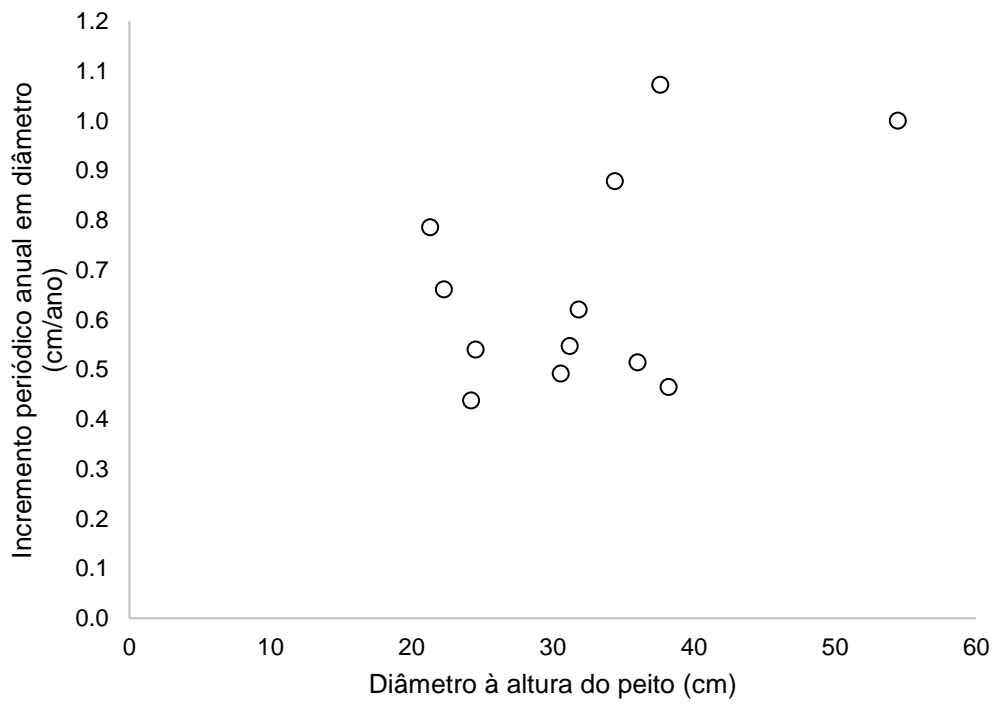
Tabela 2 – Estatística descritiva das doze árvores de *Balfourodendron riedelianum* selecionadas para análise de crescimento diamétrico e em área transversal.

	DAP (cm)	H (m)	Hf (m)	Diâmetro de copa (m)
Médio	32,2	19,9	11,50	9,0
Mínimo	21,3	13,4	7,0	4,8
Máximo	54,4	29,0	17,0	14,9
Desvio padrão	9,16	4,65	3,22	3,19

Onde: DAP: diâmetro à altura do peito; H: altura total; Hf: altura do fuste.
Fonte: A autora.

As árvores apresentaram em média um IPAd = 0,67 cm/ano, em um período de 5 anos (Figura 6). O incremento acumulado mínimo observado foi de 2,2 cm e o máximo de 5,35 cm para o período.

Figura 6 – Incremento periódico anual em diâmetro para árvores de *Balfourodendron riedelianum*, Pinhal Grande, RS.

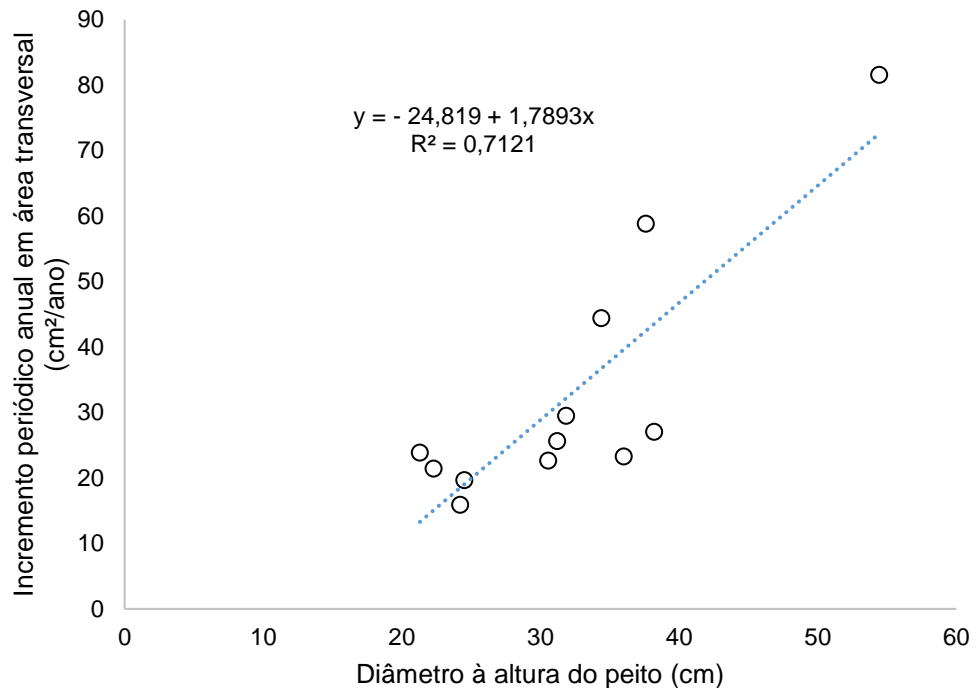


Fonte: A autora.

Conforme visualizado no gráfico não há tendência de comportamento aparente no incremento nas árvores analisadas, os valores de incremento encontram-se dispersos e apresentam grande variação para um mesmo diâmetro de árvore.

Em relação ao incremento periódico anual em área transversal (IPAg) a média foi de 32,8 cm²/ano. O incremento mínimo observado foi de 15,87 cm²/ano e máximo de 81,57 cm²/ano (Figura 7).

Figura 7 – Incremento periódico anual em área transversal de *Balfourodendron riedelianum*, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora.

O IPAg, assim como o IPAd, apresentou grande variação entre as árvores analisadas. Contudo, nota-se uma tendência linear na qual as árvores de maiores diâmetros possuem incremento superior em área transversal. Na Análise de Correlação de Pearson confirma-se a forte correlação positiva entre o IPAg e o DAP (Tabela 3).

Tabela 3 – Correlação de Pearson entre variáveis dimensionais e de crescimento de doze árvores de *Balfourodendron riedelianum*, Pinhal Grande, RS.

	DAP (cm)	Altura (m)	Dcopa (m)	IPAd (cm/ano)	IPAg (cm²/ano)
DAP (cm)	1	0,808	0,702	0,465	0,844
Altura (m)	$p= 0,0015$	1	0,510	0,142	0,546
Dcopa (m)	$p= 0,0109$	$p= 0,0906$	1	0,165	0,482
IPAd (cm/ano)	$p= 0,1275$	$p= 0,6587$	$p= 0,6091$	1	0,846
IPAg (cm²/ano)	$p= 0,0006$	$p= 0,0665$	$p= 0,1126$	$p= 0,0005$	1

Onde: DAP: diâmetro à altura do peito; Dcopa: diâmetro de copa; IPAd: incremento periódico anual em diâmetro; IPAg: incremento periódico anual em área transversal.

Fonte: A autora.

Entre as variáveis dimensionais houve correlação significativa entre o DAP, altura e diâmetro de copa. Indicando que as árvores crescem em DAP à medida que aumentam em altura e diâmetro de copa.

A forte correlação entre IPAg e DAP, o indica como uma variável importante para prognose do crescimento em área transversal. Por outro lado, o IPAd não apresentou correlação significativa com nenhuma das variáveis dimensionais das árvores. Sinalizando que o incremento em diâmetro da árvore não depende de suas dimensões.

Com base nos valores de incremento analisados, as árvores possuem potencial de crescimento em diâmetro de até 1 cm/ano, mesmo em solos rasos e pedregosos como Neossolos litólicos. Sendo possível manejar a árvore em busca deste crescimento máximo.

Além dos parâmetros dimensionais analisados, outros fatores como genéticos, biológicos, ambientais, e a interação entre os fatores influenciam o crescimento das árvores. As árvores com maiores taxas de incremento em diâmetro são as de número 155, 219, 157 e 154, que se encontram na parte mais alta e plana do terreno, obtendo maior período de luminosidade devido à sua exposição, e maior disponibilidade hídrica devido a topografia e tipo de solo.

Contudo, outras árvores com menores taxas de incremento também se encontram nestas condições. O que aparentemente as diferencia é sua proximidade das clareiras da floresta. As árvores com maiores incrementos estão próximas ou no interior de clareiras, onde a competição por luz entre copas é inferior comparado às demais.

4. CONCLUSÕES

A floresta analisada encontra-se em estágio avançado de sucessão.

As espécies com maiores valores de cobertura e de importância na população estudada foram *Cordia americana*, *Holocalyx balansae*, *Luehea divaricata* e *Balfourodendron riedelianum*.

Nas condições analisadas, árvores de *B. riedelianum* que apresentam características ideais para transformação mecânica da madeira possuem IPAd médio de 0,67 cm/ano.

É possível alcançar até 1,0 cm/ano de incremento em diâmetro. Esse crescimento não apresenta correlação com as dimensões da árvore, mas parece apresentar relação com a maior exposição à luz e maior disponibilidade de água no solo.

O incremento em área transversal possui relação linear com o DAP das árvores, e pode alcançar valores de até 81,57 cm²/ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINDELE, S. O.; ONYEKWELU, J. C. Silviculture in secondary forests. In: GÜNTER, S. et al. (Eds.). **Silviculture in the tropics**. Berlin: Springer-Verlag, 2011.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. De M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; STAPE, J. L. Modeling monthly meteorological and agronomic frost days, based on minimum air temperature, in Center-Southern Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**. V. 134, n. 2, p. 177-191, 2017. DOI: 10.1007/s00704-017-2267-6

BALBINOT, R.; LAMBRECHT, F. R.; BREUNIG, F. B.; TRAUTENMULLER, J. W.; GALVÃO, L. S.; DENARDI, L.; VENDRUSCOLO, R. Análise fitossociológica de um fragmento de Floresta Estacional Decidual: Parque Estadual do Turvo, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 86, p. 103-113, abr./jun., 2016. DOI: 10.4336/2016.pfb.36.86.837

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 33, de 7 de dezembro de 1994. Define estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimentos para o manejo, utilização racional e conservação da vegetação natural. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 1994, Seção 1, páginas 21352-21353.

CALLEGARO, R. M.; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fitossociologia de agrupamentos em Floresta Estacional Decidual no Parque Estacional Quarta Colônia, Aguro-RS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, p. 590-598, 2014. DOI: 10.5039/agraria.v9i4a4853

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039 p. 2003.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 934p. 2011.

HACK, C.; LONGHI, S. S.; BOLIGON, A. A.; MURARI, A. B., PAULESKI, D. T. 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, set./out., 2005.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ed. ed. Rio de Janeiro: 2012.

KAMMESHEIDT, L. Some autoecological characteristics of early to late successional tree species in Venezuela. **Acta Oecologica**, 2000. v. 21, n. 1, p. 37–48.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SADO, R. M. Composition and floristic diversity in one hectare of a upland forest dense in Central Amazonia, Amazonas, Brazil. **Biodiversity and Conservation**. 2003.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. 34–35. ed. Itajaí: 1983.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: SEMA/UFSM, 2002. 706p.

SCHIRMER, G. J; ROBAINA, L. E. D. S. Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia Rio Grande Do Sul: uma análise integrada da paisagem. **Revista Caminhos da Geografia**, v.19, p.200-214, 2018. DOI 10.14393/RCG196814

4. ARTIGO 2 - POTENCIAL DE MANEJO DA REGENERAÇÃO NATURAL DE *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Engl.) EM FLORESTAS NATURAIS

RESUMO

A condução de florestas em sistemas silviculturais naturais pressupõe uma regeneração natural satisfatória. Em vista disso, os objetivos desta pesquisa foram analisar em quais condições a regeneração natural de *B. riedelianum* se estabelece e suas possíveis restrições, verificar a capacidade de desenvolvimento em altas densidades e identificar padrões dimensionais dos regenerantes. O estudo foi desenvolvido em fragmento de Floresta Estacional Decidual em Pinhal Grande, Rio Grande do Sul. Por meio de caminhamento e observação visual das árvores adultas, regenerantes e presença de diásporos dispersos no solo foram identificados, além das condições de luminosidade e possíveis restrições no estabelecimento e desenvolvimento da regeneração de *B. riedelianum*. Após a identificação das plantas, realizou-se investigação dos regenerantes em clareiras naturais em área com acesso limitado por cercamento. Em duas clareiras selecionadas, denominadas Clareira 1 e 2, foi realizado censo dos regenerantes, onde mensurou-se altura (H) de todos os indivíduos presentes. Posteriormente, nestas clareiras, foram amostrados 71 indivíduos e mensurados seu diâmetro de copa (Dcopa), comprimento da folha e altura das ramificações, quando presentes. Foram consideradas quatro classes de altura: ≤ 1.0 m, > 1.0 m e ≤ 1.5 m, > 1.5 m e ≤ 2.0 m, > 2.0 m. A partir disto, foi calculado seu Índice de abrangência ($IA = Dcopa/H$) e verificada a diferença de tendências entre as clareiras do Dcopa e IA utilizando análise de covariância. Foi realizado o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para verificar se as médias de comprimento de folha diferem entre as clareiras. A maioria dos regenerantes foi encontrada no interior e no entorno de clareiras. A regeneração natural de *B. riedelianum* não se desenvolveu em área onde há acesso de animais domésticos herbívoros ou dominadas por cipós. Nas Clareiras 1 e 2 foram identificados 132 e 164 regenerantes. Considerando a área das clareiras e uma distribuição espacial uniforme, a densidade média nas Clareiras 1 e 2 é de 1,6 plantas/m² e 2 plantas/m², respectivamente. A distribuição de altura das plantas em ambas clareiras é assimétrica. O comprimento de folhas varia pouco conforme classe de altura e tem entre 24,1 cm e 31,3 cm, e o Dcopa varia de 20 cm a 150 cm. O índice de abrangência médio foi de 0,60. Os comprimentos de folha médios diferem significativamente entre as clareiras. Os Dcopa e IA possuem diferença de inclinação entre clareiras, com valores ligeiramente superiores na Clareira 1. Plantas com até 1,0 m estão em estágio de folhas, onde não há ramificação ou abertura de copa. A partir de 1,0 m elas tendem a desenvolver sua copa e ramificar conforme crescem em altura. Plantas da classe de altura > 1.5 m e ≤ 2.0 m podem apresentar perda da dominância apical. A partir dos resultados obtidos conclui-se que a regeneração natural de *B. riedelianum* se estabelece na floresta em locais com maior incidência de luz, preferencialmente em clareiras; a espécie possui capacidade de se desenvolver em alta densidade e de rebrotar, apresentando alta plasticidade morfológica. Porém, não se desenvolve em locais com presença de animais domésticos ou dominados por cipós.

Palavras-chave: Pau-marfim; Manejo florestal sustentável; Floresta Estacional Decidual; Mata Atlântica;

ARTICLE 2 - POTENTIAL MANAGEMENT OF *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Engl.) NATURAL REGENERATION IN NATURAL FORESTS

ABSTRACT

The management of forests in natural forestry systems requires satisfactory natural regeneration. In view of this, the objectives of this research were to analyze under which conditions the natural regeneration of *B. riedelianum* is established and its possible restrictions, to verify the capacity of development in high densities and to identify dimensional patterns of regenerators. The study was developed in a fragment of Seasonal Deciduous Forest in Pinhal Grande, Rio Grande do Sul. Through walking and visual observation of adult trees, regenerating trees and the presence of diaspores dispersed in the soil were identified, in addition to the lighting conditions and possible restrictions on the establishment and development of *B. riedelianum* regeneration. After the identification of the plants, investigation of the regenerants in natural gaps was carried out in an area with limited fencing access. In two selected gaps, called Gaps 1 and 2, a census of the regenerators was conducted, where the height of all individuals present was measured. Later, in these gaps, 71 individuals were sampled and their crown diameter, (Dcopa) leaf length and height of branches, when present, were measured. Four height classes were considered: ≤ 1.0 m, > 1.0 m and ≤ 1.5 m, > 1.5 m and ≤ 2.0 m, > 2.0 m. From this, the crown diameter-to-height ratio (AI) was calculated and the difference in trends between the Dcopa and AI in gaps was verified using covariance analysis. The Wilcoxon-Mann-Whitney test was performed to verify whether leaf length averages differ between gaps. Most regenerants were found inside and around gaps. The natural regeneration of *B. riedelianum* did not develop in area where there is access of domestic herbivorous animals or dominated by vines. In Gaps 1 and 2, 132 and 164 regenerators were identified. Considering the area of the gaps and uniform spatial distribution, the average density in Gaps 1 and 2 is 1.6 plants/m² and 2 plants/m², respectively. The height distribution of the plants in both gaps is asymmetrical. The leaf length varies little according to the height class and is between 24,1 cm and 31,3 cm, the Dcopa varies from 20 cm to 150 cm, and the AI is 0.60. Average leaf lengths differ significantly between gaps. The Dcopa and AI have a difference in inclination between gaps, with values slightly higher in Gap 1. Plants up to 1,0 m are in leaf stage, where there is no branching or crown opening. From 1,0 m they tend to develop their crown and branch as they grow in height. Height class plants > 1.5 m and ≤ 2.0 m may show loss of apical dominance. From the results obtained it can be concluded that the natural regeneration of *B. riedelianum* is established in the forest in places with a higher incidence of light, preferentially gaps; the specie can develop in high density and sprout, presenting high morphological plasticity. However, they do not develop in places with the presence of domestic animals or dominated by vines.

Keywords: Pau-marfim; Sustainable forest management; Seasonal Deciduous Forest; Atlantic forest.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existem diferentes abordagens de manejo sustentável das florestas que visam um manejo mais próximo ao natural, baseado nos processos naturais de dinâmica florestal considerando o ecossistema como um todo e mantendo a cobertura florestal (PRO SILVA, 2012; PUKKALA E VON GADOW, 2012).

Utilizando o manejo sustentável é possível conciliar a conservação e o aproveitamento econômico das espécies florestais. As florestas secundárias da Mata Atlântica são ecossistemas de alta produtividade, compostos por espécies madeireiras de interesse comercial (RIO GRANDE DO SUL, 2002). O aproveitamento destas espécies pode gerar renda para agricultores e reduzir a tendência de desmatamento e fragmentação destas florestas, proporcionando benefícios sociais, econômicos e ecológicos.

No entanto, para viabilizar tal manejo é necessário o entendimento da dinâmica da regeneração natural das espécies que compõem estas florestas. A falta de conhecimentos básicos do comportamento natural destas espécies são fatores limitantes no planejamento de seu uso sustentado. Todavia, como já proposto por Tomlinson e Zimmermann (1978), é possível esclarecer fatores sobre a dinâmica das espécies com experimentos ou observações simples.

A dinâmica da regeneração natural é influenciada por diferentes mecanismos de dispersão de sementes. Dentre eles a anemocoria, no qual as sementes são dispersas pelo vento e podem alcançar grandes distâncias, facilitada pela caducidade foliar na época de repouso fisiológico das árvores. No entanto, o sucesso da regeneração natural depende da existência das fontes de propágulos, das clareiras e espaços disponíveis para estabelecimento das plantas e de condições adequadas para estas sobreviverem e alcançarem o dossel.

Uma das espécies com elevado potencial madeireiro da Região Sul, no âmbito do Projeto Plantas para o Futuro do Ministério do Meio Ambiente, é *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Engl.) (Rutaceae), conhecida como pau-marfim ou guatambu (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). Esta espécie é naturalmente encontrada na Argentina, Paraguai e Brasil, principalmente na Floresta Estacional Decidual e Semidecidual, podendo alcançar 30 m de altura e 90 cm em diâmetro. Sua madeira possui flexibilidade e tenacidade consideradas excelentes, de modo que ela é indicada para fabricação de móveis de luxo e tem largo emprego na carpintaria e marcenaria.

A espécie tem dispersão anemocórica e produz quase todos os anos abundantes frutos e sementes férteis, que garantem sua regeneração. Apesar de apresentar uma regeneração bastante evidente, poucos indivíduos formam árvores jovens e atingem o dossel (INOUE et al., 1984; REITZ et al., 1983).

A partir deste contexto, os objetivos deste estudo foram analisar em quais condições a regeneração natural de *B. riedelianum* se estabelece e suas possíveis restrições. Bem como, verificar sua capacidade de desenvolvimento em altas densidades e identificar padrões dimensionais dos regenerantes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Estacional Decidual em uma propriedade particular no interior do município de Pinhal Grande, inserido na região do Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Com área aproximada de 23,5 hectares, o fragmento florestal está às margens do Rio Jacuí, no entorno do Reservatório Itaúba da Usina Hidrelétrica Itaúba, pertencente à Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica (CEEE-GT). Na direção leste está em contato com áreas florestais de propriedades vizinhas, assim como faz divisa com áreas de pastagens nas direções oeste e sul, onde são criados animais domésticos herbívoros de grande porte (bovinos e ovinos).

Figura 1 – Fragmento de Floresta Estacional Decidual estudado, Pinhal Grande, RS.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

O clima da região é do tipo Cfa, sem estação seca e com verões quentes (ALVARES et al., 2017). A precipitação média anual é de 1600 a 1900 mm, bem

distribuída ao longo do ano, e a temperatura média anual se situa entre 18 a 20°C (ALVARES et al., 2013).

A Floresta Estacional Decidual, pertence ao bioma Mata Atlântica, é caracterizada por duas estações climáticas definidas. Na zona tropical, possui estação chuvosa seguida de período seco. No Rio Grande do Sul, apesar do clima ombrófilo, existe uma época muito fria (temperaturas médias mensais inferiores ou iguais a 15 °C) que determina o repouso fisiológico e a queda parcial da folhagem (IBGE, 2012).

De acordo com Schirmer (2015), a área está inserida em um Sistema Geoambiental de Relevo Escarpado do Rebordo do Planalto, que é formado por morros e morrotes associados a um relevo escarpado e com drenagens encaixadas. Há predomínio de rochas vulcânicas com alguns afloramentos de arenito eólico, e solos extremamente rasos. Nas encostas, existem afloramentos de rocha e Neossolos litólicos, além de depósitos de colúvios.

Há aproximadamente sete anos uma parte da área do fragmento florestal foi delimitada com cerca e impedido o acesso de animais domésticos herbívoros. Ocasionalmente, há colheita seletiva de árvores no fragmento, para uso de sua madeira na propriedade.

2.2 OBSERVAÇÃO VISUAL DE PADRÕES NO ESTABELECIMENTO DA REGENERAÇÃO NATURAL

Durante os meses de abril a setembro de 2017 foram realizados três caminhamentos na área, onde foram observadas árvores porta-sementes e regenerantes de *B. riedelianum*, como também a presença de seus diásporos dispersos no solo. A partir destes caminhamentos, foram identificados visualmente alguns padrões no estabelecimento e desenvolvimento da regeneração de *B. riedelianum* em relação a luminosidade e acesso à animais domésticos herbívoros na área. Posteriormente, em área limitada por cerca com restrições de acesso à animais domésticos herbívoros e com a presença de regenerantes da espécie foram investigadas maiores informações sobre seu comportamento.

Em outubro de 2017, um vendaval atingiu fortemente a floresta, tombando muitas árvores da espécie e de outras, danificando copas e fustes, gerando clareiras e modificando a estrutura da vegetação em algumas áreas. Após a formação destas

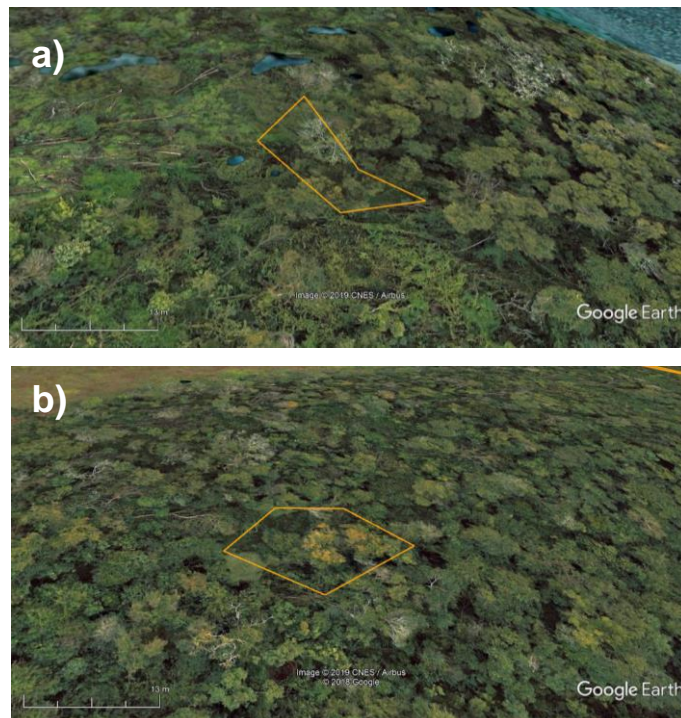
clareiras e a dispersão de propágulos da espécie no inverno do ano seguinte, foi investigado o desenvolvimento da vegetação nas mesmas, em busca de regenerantes de *B. riedelianum*.

2.3 DESCRIÇÃO DAS CLAREIRAS ANALISADAS

Em área delimitada por cerca, duas clareiras foram selecionadas para análise, devido a elevada presença de regenerantes em seu interior, denominadas Clareira 1 e Clareira 2. Os limites das clareiras foram observados visualmente e registradas suas coordenadas geográficas utilizando GPS Garmin, modelo GPSmap 76CSx (Figura 1).

A Clareira 1 está localizada junto a divisa da cerca da floresta com o pasto, possui uma área de aproximadamente 212 m², elevação de 260 m, com coordenadas centrais aproximadas de 29°11'45,69"S e 53°16'0,43"O. A Clareira 2 se encontra no interior da floresta, possui 329 m² e uma elevação de 277 m. Suas coordenadas centrais aproximadas são 29°11'50,62"S e 53°16'4,74"O.

Figura 1 – a) Clareira 1 em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.
b) Clareira 2 em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora

As duas áreas são clareiras naturais com condições heterogêneas. Ambas possuem um mosaico de luminosidade que varia durante o dia. Entretanto, a Clareira 2, por sua localização topográfica e vegetação de entorno possui maior incidência de luz direta ao longo do dia. As árvores ao redor da Clareira 1 são mais altas e possuem copa mais densa. Contudo, estas copas possuem algumas aberturas que beneficiam raros locais no interior da clareira com maior luminosidade.

A distância entre os regenerantes de *B. riedelianum* é menor na Clareira 1, e a altura das plantas em seu interior é homogênea. Enquanto, na Clareira 2 há maior diferença na altura das plantas, com regenerantes mais altos que os demais e algumas arvoretas em seu interior. Os grupos de regenerantes nessa clareira são mais espaçados entre si.

Ademais, existem diferenças quanto ao número de espécies regenerantes nas clareiras. A Clareira 2 é composta principalmente de regenerantes de *B. riedelianum* e *Pilocarpus pennatifolius*, presente em alta densidade, duas espécies rutáceas, com presença de taquaras em seu entorno. Enquanto a Clareira 1 apresenta em sua regeneração natural maior número de espécies como *Cedrela fissilis*, *Parapiptadenia rigida*, *Trichilia claussoni*, *Pilocarpus pennatifolius*, *Casearia sylvestris* e *Cupania vernalis*, etc.

2.4 CARACTERIZAÇÃO DOS REGENERANTES DE *B. riedelianum*

Na Clareiras 1 e 2 foi realizado um censo dos regenerantes de *B. riedelianum*, em outubro de 2018, onde foram mensuradas as alturas de todos os indivíduos presentes nos limites das clareiras. Visando a praticidade da mensuração da altura e minimização do erro de medição foram definidas classes de altura com amplitudes de 10 centímetros.

Posteriormente, em dezembro de 2019, foram selecionados aleatoriamente 71 regenerantes de *B. riedelianum* e mensuradas as variáveis comprimento de folha, diâmetro de copa e altura das ramificações com auxílio de fita métrica. Nesta mensuração as plantas foram classificadas novamente, considerando quatro classes de altura: menor ou igual a 1,0 m, maior que 1,0 m e menor ou igual a 1,5 m, maior que 1,5 m e menor ou igual a 2,0 m, maior que 2,0 m.

Na medida do comprimento da folha foi selecionada aleatoriamente uma folha por planta, configurando cada planta uma repetição. Em vista do tamanho e simetria

da copa dos regenerantes, o diâmetro de copa foi mensurado diretamente com fita métrica. Em plantas que ainda não abriram a copa a mesma foi representada pela distância entre as extremidades de suas folhas. Com os valores de diâmetro de copa foi calculado o Índice de Abrangência ($IA = D_{\text{copa}}/H$) dos regenerantes. E, com a altura das ramificações foi calculado, por subtração, o alongamento caulinar das plantas.

Foi realizado o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney, a um nível de 5% de probabilidade, para verificar se as médias de comprimento de folha diferem entre as clareiras. Adicionalmente, utilizando análise de covariância, foi verificada a diferença de inclinação e nível nas tendências do diâmetro de copa e índice de abrangência entre as duas clareiras, considerando um nível significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PADRÕES OBSERVADOS VISUALMENTE NO ESTABELECIMENTO DA REGENERAÇÃO NATURAL DE *B. riedelianum*

Árvores adultas de *B. riedelianum* estão distribuídas por todo local de pesquisa, frutificando e com capacidade de disseminar seus propágulos por toda área e a elevadas distâncias, visto que os diásporos são anemocóricos.

Contudo, durante o caminhar no interior da floresta observou-se poucos locais com propágulos depositados no solo e/ou com regeneração natural da espécie. Ainda que o propágulo tenha alcançado o solo e houvesse condições favoráveis para a germinação, a regeneração natural de *B. riedelianum* não foi observada em áreas com acesso a animais domésticos herbívoros. Quando, raramente, se encontrou um regenerante nessas áreas, o mesmo possuía altura diminuta e apresentava sinais de predação por esses animais. Em contrapartida, em área limitada por cerca com acesso restrito a animais domésticos observou-se locais com elevada presença de regenerantes da espécie.

Segundo Leme et al. (1994) as folhas da espécie são nutritivas e podem ser utilizadas para alimentação animal, apresentando 22% de proteína e 1,6% de tanino. Fundamentando o interesse dos animais pelas plantas e sua predação.

Os regenerantes observados na área com cerca foram encontrados no interior e no entorno de clareiras, onde a disponibilidade de luz é maior que sob o dossel fechado da floresta. Alguns poucos regenerantes se desenvolveram sob o dossel, em locais com maior permeabilidade.

B. riedelianum possui dispersão de sementes anemocórica, e segundo Tomlinson e Zimmermann (1978) espécies com mecanismos de dispersão mais eficientes, como a dispersão anemocórica, dependem de clareiras para o sucesso de sua regeneração natural.

Caso não se observe regeneração natural de *B. riedelianum* em clareiras é provável que tenha ocorrido restrições ao desenvolvimento das plantas. Clareiras formadas após o vendaval que atingiu a área em outubro de 2017 foram rapidamente dominadas por cipós, principalmente pela espécie *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd. Estes cipós formaram um dossel denso, criando um anteparo físico que impedia a chegada

dos diásporos ao solo, dispersos pelo vento. Nessas clareiras não foi observada a regeneração natural de *B. riedelianum*.

Além deste anteparo físico, devido ao dossel denso dos cipós, a luminosidade incidente no solo foi reduzida. Regenerantes que estivessem presentes nas clareiras possivelmente seriam prejudicados e teriam seu desenvolvimento limitado devido à baixa disponibilidade de luz.

3.2 DENSIDADE DOS REGENERANTES

Foram identificados 132 regenerantes de *B. riedelianum* na Clareira 1 e 164 na Clareira 2. Considerando uma hipotética distribuição espacial uniforme, a densidade média nas Clareiras 1 e 2 seria de 1,6 plantas/m² e 2 plantas/m², respectivamente. Contudo, as áreas são clareiras naturais e a distribuição espacial local real é desuniforme. Há áreas onde a regeneração de *B. riedelianum* não está presente e, em outros locais seus regenerantes se desenvolvem agrupados em alta densidade.

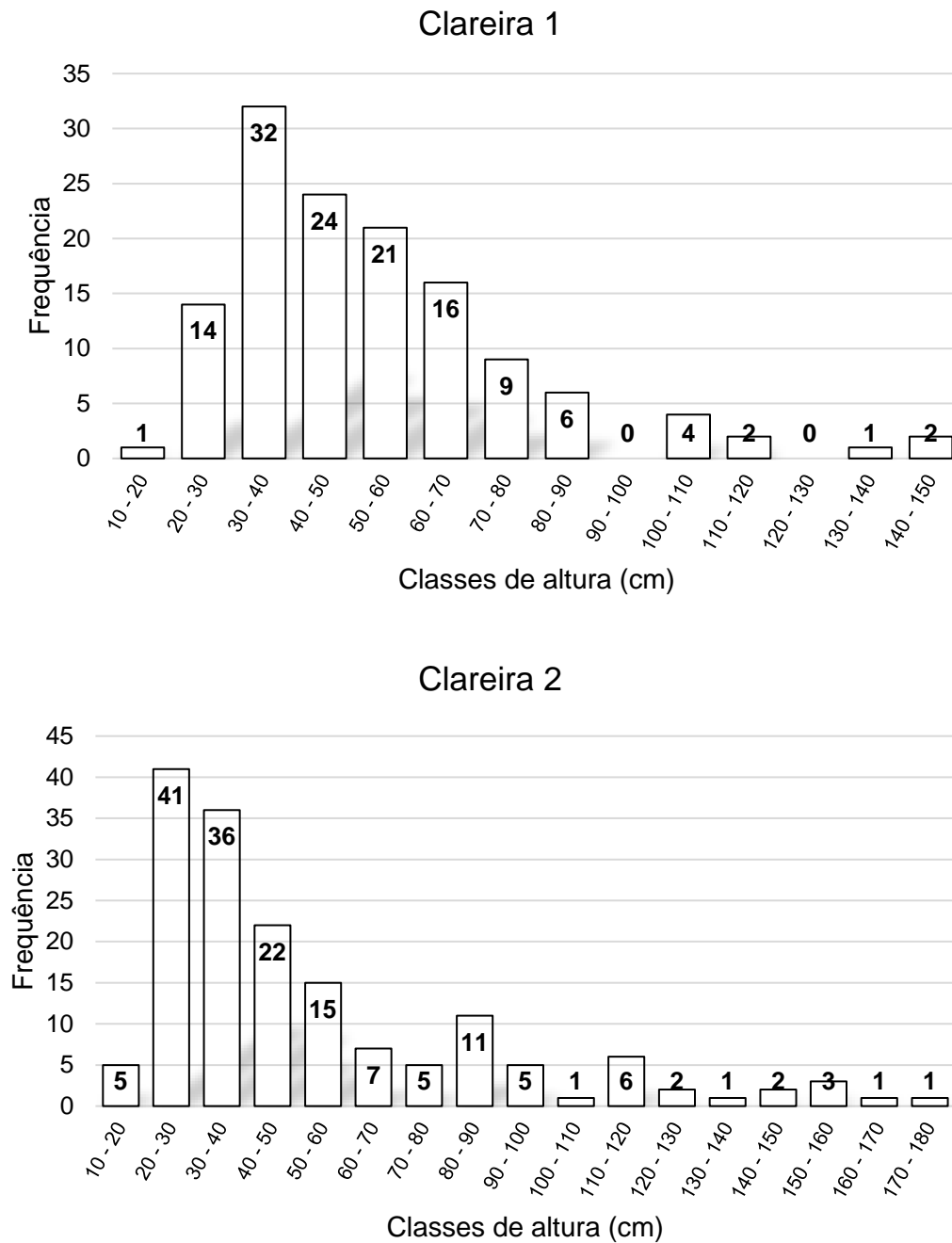
Em estudo realizado por Carvalho (1978) na Flona de Irati-PR, foi observada uma regeneração natural de *B. riedelianum* em estágio inicial com até 3 plantas/m² na mata natural, mais densa que a situação observada no local de estudo. Como é uma espécie cujo propágulo apresenta até quatro lóculos por fruto, várias vezes ocorre a germinação de mais de uma semente, podendo este ser um fator contributivo para a alta densidade inicial da regeneração natural de *B. riedelianum*.

Carvalho (1978) afirma que, por ser uma espécie pioneira e possuir fruto alado, a regeneração natural de *B. riedelianum* é intensa. Inoue et al. (1984) corroboram tal fato, quando afirmam que a espécie possui uma regeneração bastante evidente. Neste estudo, também se observou elevado número de regenerantes naturais de *B. riedelianum* e sua capacidade de desenvolvimento em altas densidades, preferencialmente em clareiras.

3.3 ALTURA DOS REGENERANTES

A distribuição das plantas por classe de altura em ambas clareiras é assimétrica (Figura 2). Sua forma lembra uma distribuição com tendência exponencial negativa, exceto pela reduzida presença de indivíduos nas primeiras classes de altura.

Figura 2 – Distribuição de alturas de regenerantes de *Balfourodendron riedelianum* em duas clareiras em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora

O menor número de regenerantes nas classes iniciais de altura pode ser explicado pela dificuldade de identificação das plantas nessas classes, que se assemelham em um primeiro momento com outras espécies e podem ser confundidas

com elas. O que impossibilitou a identificação de todas as plantas nas menores classes, e quando em dúvida, a planta não foi contabilizada.

Como também, este menor número de plantas nas menores classes de altura poderia indicar variações nos anos de frutificação, afetando a dispersão e germinação das sementes no local. Contudo, Reitz et al. (1983) afirmam que a espécie produz quase todos os anos abundantes frutos e sementes férteis, garantindo a estabilidade de sua regeneração.

Outra possibilidade é estas plantas serem recém estabelecidas, visto que o levantamento foi realizado no início da primavera e a frutificação e dispersão dos propágulos da espécie ocorreu no inverno. Além disso, podem haver sementes depositadas no solo que ainda não germinaram. Gurgel Filho et al. (1982) afirmam que a germinação das sementes da espécie ocorre em cerca de 40 dias após a semeadura. Gomes (2016), em experimento em viveiro, atesta que a espécie possui emergência desuniforme, e a estabilização da germinação de *B. riedelianum* se dá aos 45 dias após a semeadura. Já, em outro estudo de germinação em viveiro, a germinação teve início no 43º dia e estabilizou-se ao 71º dia (GUOLLO et al., 2016). Carvalho (2004) indica que o início da germinação ocorre entre 27 a 150 dias após a semeadura, enfatizando a emergência desuniforme da espécie.

Em experimento com *B. riedelianum* em povoamentos puros, Garrido et al. (1982) encontraram valores de até 0,38 m de altura no primeiro ano de avaliação. Já Farias et al. (1995), estudando o crescimento inicial do *B. riedelianum* em diferentes intensidades luminosas, encontraram valores de até 0,32 m de altura, para plantas de 6 meses de idade. Tais estudos e resultados sustentam a hipótese que as menores plantas avaliadas podem ser recém estabelecidas.

3.4 COMPRIMENTO DE FOLHAS E DIÂMETRO DE COPAS

Na Tabela 1 é possível visualizar o comprimento de folha médio total e os comprimentos de folha médio observados na amostra de 71 regenerantes de *B. riedelianum* nas Clareiras 1 e 2 de acordo com classes pré-estabelecidas de altura.

Tabela 1 – Comprimento de folha médio de regenerantes de *Balfourodendron riedelianum* presentes em clareiras em Florestal Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.

Clareira	Altura	Nº	Comprimento de folha médio (cm)	Comprimento de folha médio total (cm)
1	≤ 1.0 m	11	26,3	27,6 ^a
	> 1.0 m e ≤ 1.5 m	12	27,7	
	> 1.5 m e ≤ 2.0 m	9	27,9	
	> 2.0 m	3	31,3	
2	≤ 1.0 m	11	24,09	25,70 ^b
	> 1.0 m e ≤ 1.5 m	12	25,83	
	> 1.5 m e ≤ 2.0 m	8	28,38	
	> 2.0 m	5	24,80	

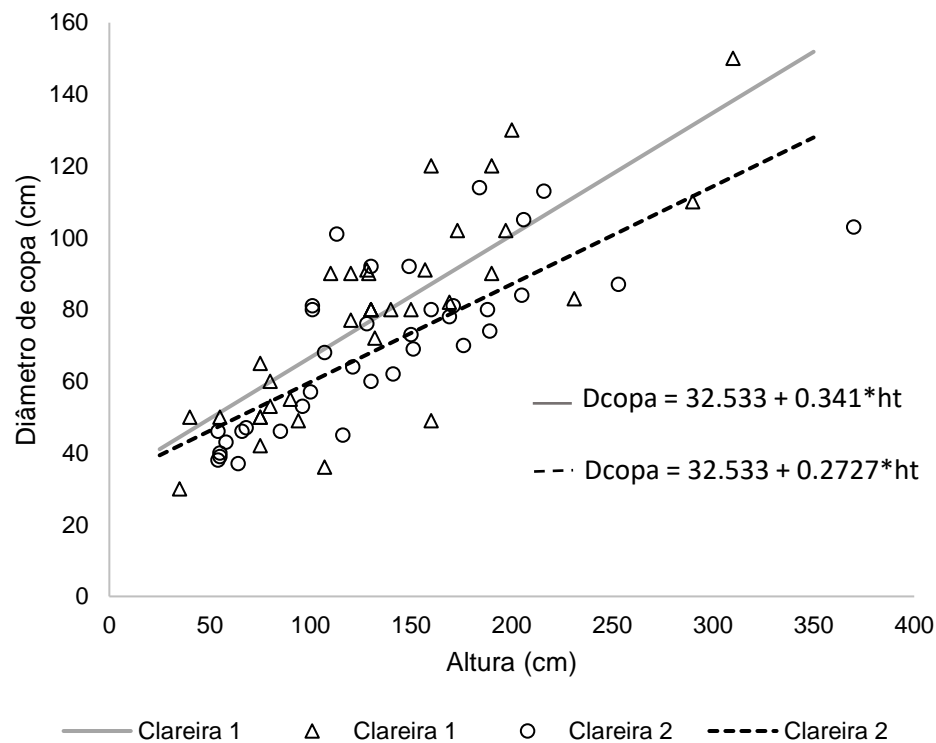
Valores seguidos por letras iguais, nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste de Wilcoxon-Mann-Whitney ($p < 0,05$).

Fonte: A autora.

A partir do teste Wilcoxon-Mann-Whitney, em um nível de 5% de probabilidade, foram encontradas diferenças significativas no comprimento de folha médio total entre as clareiras. Com médias ligeiramente superiores na Clareira 1, onde há menor incidência de luz direta. Fator que pode influenciar nesta pequena diferença de tamanho de folhas entre clareiras.

Em relação ao diâmetro de copa das plantas regenerantes, seu aumento é proporcional ao aumento da altura da planta (Figura 3), assim como sua amplitude. Existe diferença de inclinação ($F=7,69$ e $p=0,007$) na distribuição de valores de diâmetro de copa entre as clareiras.

Figura 3 – Diâmetro de copa de regenerantes de *Balfourodendron riedelianum* em duas clareiras em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.

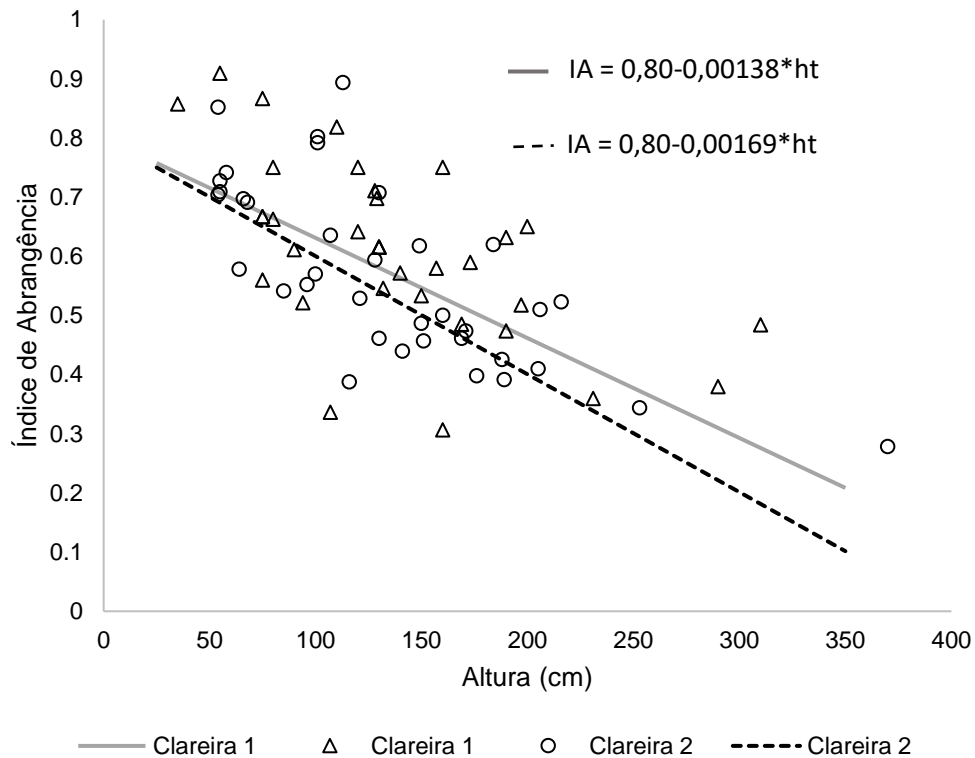


Fonte: A autora.

Partindo do mesmo ponto de origem, as copas na Clareira 1 tendem a aumentar de tamanho mais rapidamente que a Clareira 2, possivelmente, como já mencionado, pela menor luminosidade direta que esta recebe. Impelindo as plantas a aumentarem sua área fotossintética e conseqüentemente seu tamanho de copa, da mesma forma que aumentam seu comprimento de folhas.

O índice de abrangência calculado decresce conforme aumenta a altura dos regenerantes, visto que esse é uma relação entre o diâmetro de copa e altura da planta. Indicando que a planta inicialmente investe mais em seu crescimento em altura do que no aumento do diâmetro de copa. O valor médio do IA encontrado para a totalidade das plantas foi de 0,60, porém com alta amplitude entre elas (Figura 4).

Figura 4 – Índice de abrangência de regenerantes de *Balfourodendron riedelianum*, em duas clareiras em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora.

Da mesma forma que o diâmetro de copa, existe diferença significativa na inclinação dos índices de abrangência entre as clareiras ($F=28,55$ e $p<0,0001$).

Um regenerante obteve índice de abrangência igual a 1,25 e foi considerado um *outlier* e retirado da análise. Este regenerante possui 40 cm de altura e um diâmetro de copa de 50 cm, com sua copa equivalendo a 1,25 de sua altura. Tal índice é possível pois o comprimento das folhas deste indivíduo é de 25 cm, próximo da média encontrada na população. No entanto, foge ao padrão encontrado para as demais plantas. Não se descarta a hipótese que esta é uma planta reiterada após algum dano e apresenta folhas maiores devido a um sistema radicular mais desenvolvido.

Na Figura 4 é possível notar que a amplitude do índice também tende a diminuir conforme aumenta a altura da planta. Os diâmetros de copa e os índices de abrangência médios conforme diferentes classes de altura são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Diâmetro de copa e índice de abrangência médios por categoria de altura para regenerantes de *Balfourodendron riedelianum* em duas clareiras em Floresta Estacional Decidual, Pinhal Grande, RS.

Clareira	Altura	Nº	Diâmetro de copa médio	Índice de Abrangência médio
1	≤ 1.0 m	11	50.4	0.76
	> 1.0 m e ≤ 1.5 m	12	78.8	0.62
	> 1.5 m e ≤ 2.0 m	9	98.4	0.55
	> 2.0 m	3	114.3	0.41
2	≤ 1.0 m	13	44.73	0.67
	> 1.0 m e ≤ 1.5 m	10	74.50	0.61
	> 1.5 m e ≤ 2.0 m	8	80.75	0.47
	> 2.0 m	5	98.40	0.41

Fonte: A autora

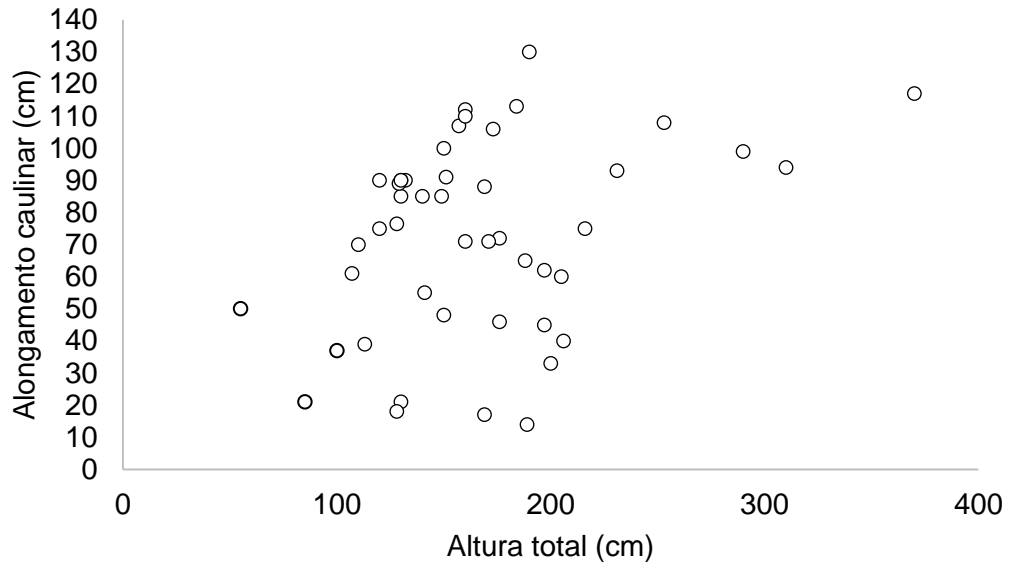
Com o uso do diâmetro de copa ou índice de abrangência é possível calcular quantas plantas seriam comportadas em determinada área. Se o interesse é obter uma estimativa de área necessária para um regenerante com altura especificada, sem utilizar as classes pré-estabelecidas no estudo, é possível empregar as equações lineares apresentadas nos gráficos de diâmetro de copa e índice de abrangência, ou mesmo o valor médio de índice de abrangência e a altura da planta.

Cabe ressaltar que, tais projeções somente seriam possíveis em um espaçamento uniforme das plantas nas clareiras, o que não é a realidade. No entanto, podem servir como referência no manejo de regenerantes da espécie.

3.5 ALTURAS DAS RAMIFICAÇÕES E A LONGAMENTO CAULINAR

Com a altura das ramificações da planta foi calculado, por subtração, o alongamento do caule das 71 plantas nas diferentes classes de altura. Considerando o alongamento inicial, do solo até a primeira ramificação, nota-se uma grande amplitude de medidas dos regenerantes (Figura 5).

Figura 5 – Alongamento caulinar do nível do solo até o primeiro nó em plantas de *Balfourodendron riedelianum* em clareiras em Floresta Estadual Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora.

Apesar da grande amplitude observada, é possível notar que a maioria das plantas tende a ramificar acima dos 30 cm de altura. Apenas cinco plantas apresentaram medidas inferiores, entre 14 e 21 cm.

Estudos em viveiro e em plantios mencionam o crescimento em altura de *B. riedelianum* de até 32 cm em plantas com 6 meses de idade (FARIAS et al. 1995), de até 38 cm de altura no primeiro ano após plantio (GARRIDO et. al, 1982) e 42 cm após 540 dias de plantio (TURCHETTO et al., 2019). O que vai de encontro ao observado, onde a primeira ramificação normalmente se dá acima de 30 cm. Ou seja, a maioria das plantas atingiram no mínimo esta altura no primeiro ano de desenvolvimento.

Por outro lado, Carvalho (2003) menciona que a espécie apresenta crescimento considerado lento em viveiro. Gurgel Filho et. al (1982) observaram o crescimento em altura de 1,10 m no primeiro ano, após plantio, em plantas de *B. riedelianum* em povoamentos puros equiâneos experimentais. Em outro trabalho com plantios experimentais, Carvalho (1982) encontrou alturas de 0,90 m no primeiro ano após o plantio. Consoante a estes estudos, são plausíveis os valores de crescimento em altura encontrados na grande maioria dos indivíduos.

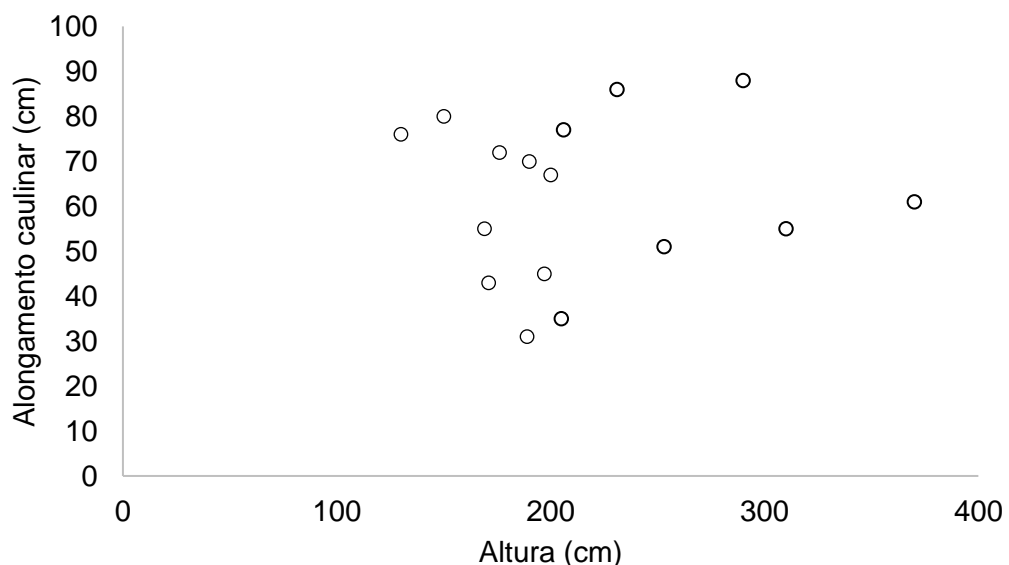
Das 24 plantas com até 1,0 m apenas três indivíduos ramificaram, uma só vez. A maioria se encontrava em estágio de folhas, onde não há ramificações presentes. Estas plantas possivelmente investiram seu crescimento em altura em detrimento de expandir sua copa, devido à alta densidade de plantas no local.

Em contrapartida, das 24 plantas com altura entre 1,0 m e 1,5 m, 20 ramificaram pelo menos uma vez. Somente quatro plantas estavam em estágio de folhas. Enquanto, todos regenerantes com mais de 1,5 m apresentaram ramificação. Sugerindo que, estas as plantas já encontravam espaço e luz suficiente para expandir sua copa lateralmente e crescer em altura.

O alongamento caulinar máximo encontrado, entre solo e primeiro verticilo, foi de 130 cm para uma planta com 190 cm de altura. Contudo, é possível que a planta possa ter mais de um ciclo de desenvolvimento, e não tenha ramificado até atingir tal altura devido a competição e alta densidade de plantas no entorno. Este cenário é mais provável nos maiores indivíduos que apresentaram maiores valores de alongamento caulinar.

Da mesma forma que o alongamento inicial, em plantas que apresentaram pelo menos duas ramificações, foi calculado o alongamento caulinar entre o primeiro e segundo nós (Figura 6).

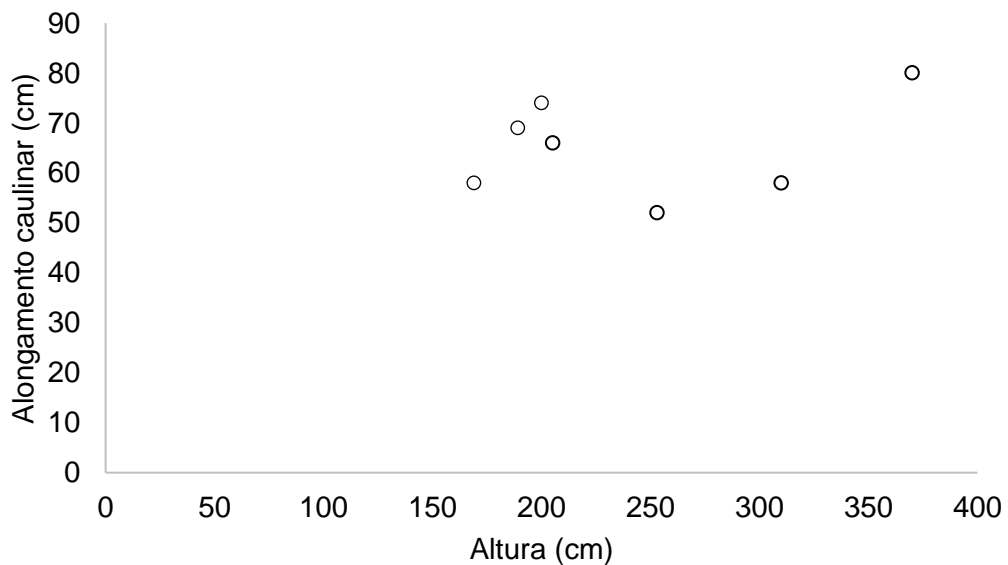
Figura 6 – Alongamento caulinar entre primeiro e segundo nós em plantas de *Balfourodendron riedelianum* em clareiras em Floresta Estadual Decidual, Pinhal Grande, RS.



Neste segundo alongamento a amplitude de valores diminuiu. Nota-se que o valor mínimo de crescimento em altura foi de 31 cm, se aproximando, novamente com os valores em altura dos trabalhos desenvolvidos em viveiro e plantio a campo já citados (GARRIDO et. al, 1982; FARIAS et al. 1995; TURCHETTO et al., 2019). E, a maior distância entrenós foi de 88 cm, sendo este seu crescimento máximo em altura em um ano. Semelhante ao valor de crescimento em altura de 90 cm encontrados por Carvalho (1982) após um ano de plantio da espécie.

A amplitude de crescimento em altura diminuiu ainda mais quando considerada a distância entre o segundo e terceiro nó da planta (Figura 7). Como não são todas as plantas que já haviam desenvolvido um terceiro nó, o número de regenerantes em que foi possível avaliar tal crescimento foi inferior às outras análises.

Figura 7 – Alongamento caulinar entre segundo e terceiro nós em plantas de *Balfourodendron riedelianum* em clareiras em Floresta Estadual Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora.

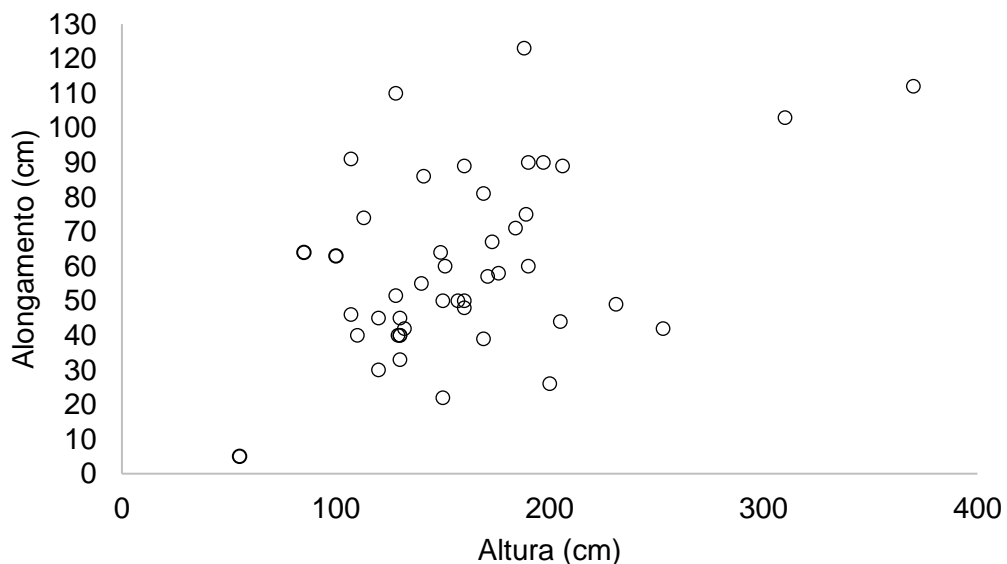
Apenas plantas acima de 1,5 m de altura apresentaram um terceiro nó. E, neste caso a amplitude dos incrementos diminuiu, sendo o valor mínimo de crescimento vertical de 52 cm e máximo de 80 cm. A maior homogeneidade de valores pode indicar

que as plantas já se distanciaram dos efeitos de competição pela alta densidade, visto que elas já possuem maiores alturas e se destacam em relação às demais.

Em sua pesquisa com plantios de *B. riedelianum* Gurgel Filho et al. (1982) encontrou valores mínimos de altura de 1,10 m no primeiro ano de avaliação após plantio, 2,0 m no segundo ano, 3,1 m no terceiro ano, 4,2 m e 3,7 m no quarto e quinto ano, respectivamente. Analisando o incremento em altura destes primeiros cinco anos de avaliação após plantio nota-se que os incrementos variaram entre 0,88 m a 1,10 m. Em outro trabalho, Garrido et al (1982), também nos primeiros cinco anos de avaliação após plantio, encontraram maior amplitude de crescimento em altura com valores entre 0,32 m e 1,08 m. Alcançando no último ano de avaliação uma altura total de até 3,75 m.

Por fim, analisando o alongamento caulinar do último ou único nó da planta até a altura total no momento da mensuração (dezembro/2019) observa-se ainda maior amplitude nos dados (Figura 8).

Figura 8 – Alongamento caulinar parcial do último nó até a altura total, ainda em crescimento, de *B. riedelianum* em clareiras em Floresta Estadual Decidual, Pinhal Grande, RS.



Fonte: A autora

Neste caso, visto a data da mensuração, as plantas estavam ainda em processo de crescimento em altura, e este não pode ser considerado o alongamento

caulinar de um ciclo completo de desenvolvimento, e sim um alongamento parcial. As plantas apresentaram, no momento, entre 5 cm de crescimento em altura até 123 cm.

Os regenerantes com maiores crescimentos em altura já se sobressaíam em relação às demais plantas em seu entorno, e eram favorecidos pela maior disponibilidade de espaço e luz.

Uma característica observada em algumas plantas da regeneração natural é a perda da dominância apical (Figura 9). Em que um dos ramos laterais se destaca em relação aos demais, normalmente para superar alguma restrição como a luminosidade, e assume a dominância, enquanto os outros ramos laterais e o apical apresentam o crescimento suprimido.

Figura 9 – Desenho esquemático do comportamento das plantas de *Balfourodendron riedelianum* sem dominância apical.



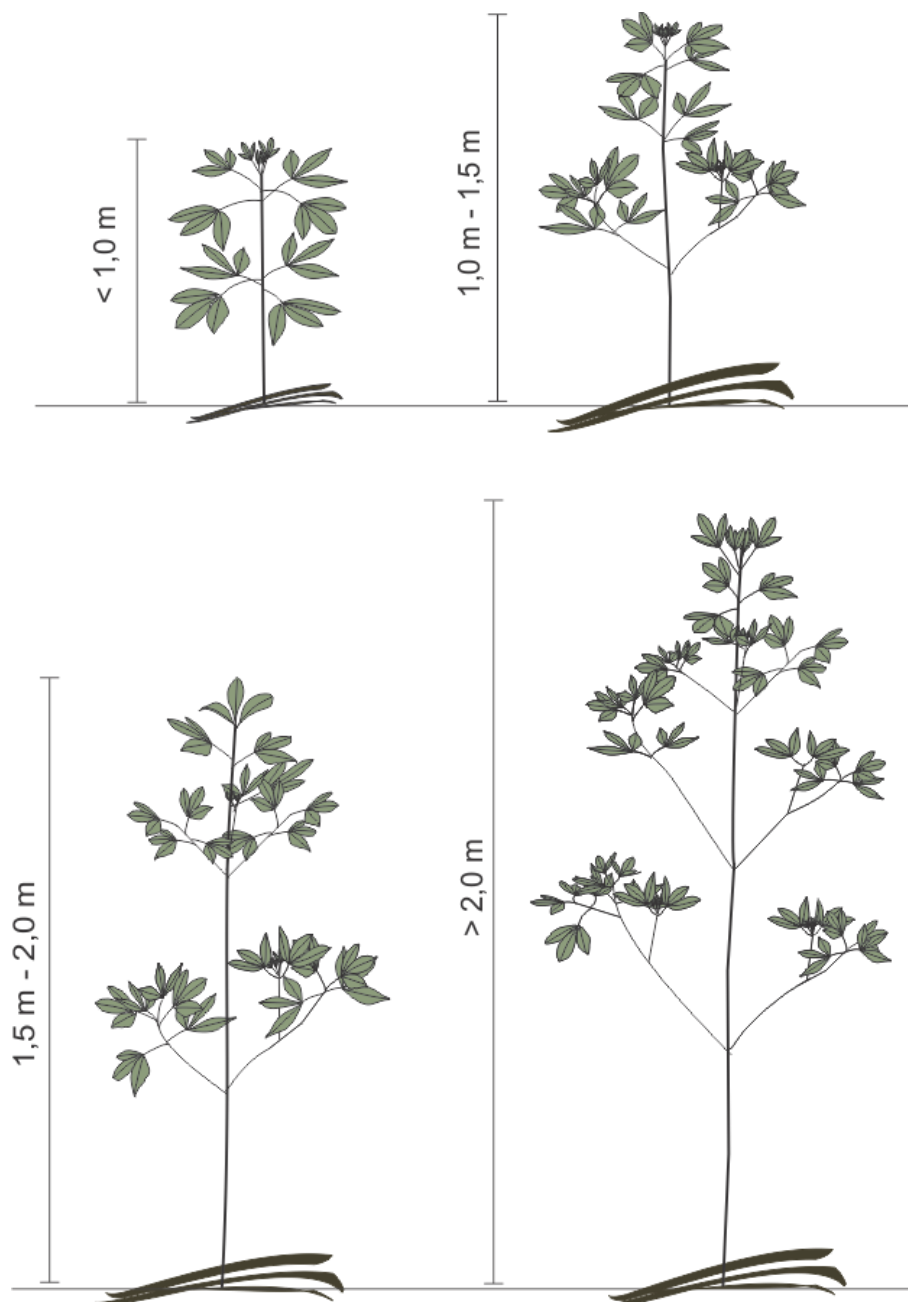
Fonte: A autora

As maiores plantas de *B. riedelianum* mantiveram todas suas dominâncias apicais, no entanto, a maioria dos regenerantes com 1,5 m até 2,0 m não apresentavam mais esta característica. O que pode indicar que as plantas que mantêm sua dominância apical são as que se desenvolvem e atingem a próxima

classe de altura, ou que, a restrição para o desenvolvimento em altura dos outros ramos foi superada e a planta recuperou sua dominância apical.

Outra característica observada é a capacidade de a espécie reiterar após ter sofrido algum dano, retomando ou se aproximando de sua forma original. Apesar de apresentar muita variação, é possível destacar algumas tendências na regeneração de *B. riedelianum* nas clareiras analisadas, esquematizadas nas Figura 10.

Figura 10 – Tendências de crescimento da regeneração natural de *Balfourodendron riedelianum* em clareiras.



Fonte: A autora.

Plantas com até 1,0 m em área com maior densidade investem em seu crescimento em altura e permanecem em estágio de ráquis. A partir de 1,0 m elas ramificam uma vez e acima de 1,5 m já inicia a segunda ramificação, podendo apresentar até três ramificações.

3. CONCLUSÕES

Com base nos padrões observados visualmente na floresta estudada, a regeneração de *B. riedelianum* se estabelece principalmente em clareiras e seu entorno, e não se desenvolve em locais com presença de animais domésticos herbívoros ou dominados por cipós.

A espécie possui capacidade de desenvolvimento em alta densidade, e sua distribuição em altura é assimétrica.

O comprimento de folhas é similar independentemente da altura das plantas regenerantes. O aumento do diâmetro de copa equivale em média a 60% da altura da planta.

A clareira com menor incidência de luz tende a desenvolver mais rapidamente o comprimento de folha e diâmetro de copa.

A regeneração natural de *B. riedelianum* apresenta grande amplitude em seu crescimento nos entrenós e ainda, a capacidade de rebrotar, demonstrando a elevada plasticidade morfológica da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. De M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; STAPE, J. L. Modeling monthly meteorological and agronomic frost days, based on minimum air temperature, in Center-Southern Brazil. *Theor*
- CARVALHO, P. E. R. **Pau-Marfim – *Balfourodendron riedelianum***. Embrapa Florestas. Colombo, PR. Circular Técnica n° 93. 2004
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: Embrapa, Colombo, PR, Embrapa Florestas, 1039 p. 2003
- CARVALHO, P. E. R. Resultados experimentais de espécies madeireiras nativas no estado do Paraná. **Anais do Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. Parte 2. Campos do Jordão: 1982. p 747-765
- CARVALHO, P. E. R.; STOHR, G. W. D. Regeneração artificial com essências nativas no Paraná. **Floresta**, 1978. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v9i2.6220>
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 934p. 2011.
- FANTINI, A. C.; SIMINSKI, A. Manejo de florestas secundárias da Mata Atlântica para produção de madeira: possível e desejável. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. Brasília, v.13, n.32, p. 673 - 698, 10 mar. 2017. DOI: 10.21713/2358-2332.2016.v13.1013
- FANTINI, A. C.; SIMINSKI, A. **Espécies Madeireiras Nativas da Região Sul do Brasil**. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região sul**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 934p.
- FARIAS, J. A. C.; OLIVEIRA, O. Dos S.; FRANCO, E. T. H. Crescimento inicial do Guatambú, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., em diferentes intensidades luminosas. **Ciência Florestal**, 1995. v. 5, n. 1, p. 69–86
- GARRIDO, M. A. O.; NOGUEIRA, J. C. B.; GARRIDO, L. M. Do A. G. Características silviculturais do Pau Marfim. **Anais do Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. Parte 2. Campos do Jordão: 1982. p. 1081-1085.
- GOMES, D. R. **Qualidade fisiológica de diásporos, produção de mudas e desenvolvimento inicial a campo de *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.**

2016. 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.148, p.185-206, 2001.

GUOLLO, K.; FELIPPI, M; POSSENTI, J. C.; DEBASTIANI, A. B.; OTALAKOSKI, J. CORRÊA, B. J. S. **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMENTES DE *Balfourodendron riedelianum***. Nucleus, v.13, n.2, out. 2016.

GURGEL FILHO, O. Do A.; MORAES, J. L.; GURGEL GARRIDO, L. M. Do A. Silvicultura de essências indígenas dos povoamentos homóclitos coetâneos experimentais VI – Pau marfim (*Balfourodendron riedelianum* Eng.). **Anais do Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. Parte 2. Campos do Jordão: 1982. p. 867-877.

HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical Trees and Forests — An Architectural Analysis**. Berlin-Heidelberg, New York. 1978. 441 p.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ed. ed. Rio de Janeiro: 2012.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná. Curitiba**: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260 p.

LEME, M. C. J.; DURIGAN, M. E.; RAMOS, A. **Avaliação do potencial forrageiro de espécies florestais**. IN: Seminário Sobre Sistemas Agroflorestais Na Região Sul Do Brasil, 1994, Colombo. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.147-155.

PIAZZA, G. E.; ZAMBIAZI, D. C.; CORREIA, J.; FANTINI, A. C. Regeneração natural de espécies madeireiras na floresta secundária da Mata Atlântica. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 4, n. 2, p. 99-105, 2017.

PUKKALA, T.; VON GADOW, K. **Continuous Cover Forestry**. Managing Forest Ecosystems, vol. 23, 2 ed., Springer, 2012, 296 p. DOI 10.1007/978-94-007-2202-6 REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. 34–35. ed. Itajaí: 1983.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: SEMA/UFSM, 2002. 706p.

SCHIRMER, G. J; ROBAINA, L. E. D. S. Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia Rio Grande Do Sul: uma análise integrada da paisagem. **Revista Caminhos da Geografia**, v.19, p.200-214, 2018. DOI 10.14393/RCG196814

SEYDACK, A. H. W. **Regulation of Timber Yield Sustainability for Tropical and Subtropical Moist Forests: Ecosilvicultural Paradigms and Economic Constraints**. In: PUKKALA, T.; VON GADOW, K. Continuous Cover Forestry.

Managing Forest Ecosystems, vol. 23, 2 ed., Springer, 2012, 296 p. DOI 10.1007/978-94-007-2202-6

TOMLINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. **Tropical trees as living systems**. The proceedings of the Fourth Cabot Symposium. Cambridge University Press, New York. 1978. 675 p.

TOUMEY, J. W; KORSTIAN, C. F. **Foundations of Silviculture - Upon an Ecological Basis**. 2nd Edition. Wiley, 1947. 468 p.

5. ARTIGO 3 - AN APPROACH TO HERBIVORY IN SAPLINGS OF PAU-MARFIM (*Balfourodendron riedelianum*) IN SEASONAL DECIDUOUS FOREST

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the height and health of saplings of *B. riedelianum* regarding arthropods herbivory and factors that can contribute to this. Additionally, to report the first record of *Leuronota* cf. *esenbeckiae* in Brazil and in *B. riedelianum*, and the first record of genus *Leuronota* in Rio Grande do Sul. The study was developed in two gaps in a Seasonal Deciduous Forest. Saplings were measured in height and analyzed by herbivory damage. Two collections of arthropods were made using sticky traps, that remained in the gaps for 48 hours. Specimens were also captured using an entomological net directly from the crowns of saplings. Both materials were classified at the order level. Psyllids captured were sent to Embrapa Florestas for identification at the species level. *Leuronota* cf. *esenbeckiae* is first reported in *B. riedelianum* and in Brazil. Also, the genus *Leuronota* is first recorded in Rio Grande do Sul. The damaged caused by herbivory apparently not affect the development in height of saplings. The number of species in the gaps apparently does not contribute to a higher incidence of herbivory. The presence of nearby saplings with homogeneous height tend to facilitate the dissemination of herbivory insects. A higher incidence of direct light indicates a better prospect of healthy saplings.

Keywords: Natural regeneration, phytophagous insects, *Leuronota* cf. *esenbeckiae*.

ARTIGO 3 - UMA ABORDAGEM À HERBIVORIA EM REGENERANTES DE PAU-MARFIM (*Balfourodendron riedelianum*) EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a altura, sanidade de regenerantes de *B. riedelianum* relativo à herbivoria por artrópodes e fatores que podem contribuir para isso. Além disso, relatar o primeiro registro de *Leuronota* cf. *esenbeckiae* no Brasil e em *B. riedelianum*, e o primeiro registro do gênero *Leuronota* no Rio Grande do Sul. O estudo foi desenvolvido em duas clareiras em Floresta Estacional Decidua. As plantas foram medidas em altura e analisadas visualmente em relação à herbivoria. Duas coletas de artrópodes foram realizadas utilizando armadilhas adesivas, que permaneceram nas clareiras por 48 horas. Artrópodes também foram capturados com rede entomológica diretamente das copas das plantas. Ambos os materiais foram classificados à nível da ordem. Os psílídeos capturados foram encaminhados para a Embrapa Florestas para identificação à nível da espécie. *Leuronota* cf. *esenbeckiae* é relatada pela primeira vez em *B. riedelianum* e no Brasil. Além disso, o gênero *Leuronota* é registrado pela primeira vez no Rio Grande do Sul. Os danos causados por herbivoria aparentemente não afetam o desenvolvimento em altura dos regenerantes. O número de espécies nas clareiras aparentemente não contribui para uma maior incidência de herbivoria. Regenerantes mais próximos e com altura homogênea tendem a facilitar a disseminação de insetos herbívoros nestas plantas. Maior incidência de luz direta indica uma melhor perspectiva de regenerantes saudáveis.

Palavras-chave: regeneração natural, insetos fitófagos, *Leuronota* cf. *esenbeckiae*.

1. INTRODUCTION

Balfourodendron riedelianum Engl. (Engl.) (Rutaceae), known as pau-marfim, is a tree that can reach up to 30 m in height and 90 cm in diameter and naturally found in Argentina, Paraguay and Brazil, mainly in the Semideciduous and Deciduous Seasonal Forest, in Atlantic Forest Biome. This species is considered the most important of the Brazilian Rutaceae woods due to some interesting social-economic advantages, such as logging, landscaping, and restoration of degraded areas potential (REITZ et al., 1983).

Although *B. riedelianum* presents a very evident natural regeneration, few individuals survive, establishing as young trees (INOUE et al., 1984). Among the factors that may hinder the growth and survival of these, both in the short and long term, are the attack of insects. Already have been studied and reported attack of insects from Scolytidae, and Cerambycidae families in this species, which damage the bark, cambium, and sapwood (CARVALHO, 1994). Nevertheless, studies that focus on the attack of phytophagous insects are incipient.

Phytophagous insects, such as psyllids, feed on plants and are capable to transmit plant pathogens (e.g., virus, bacteria, and fungi). As the case of *Diaphorina citri*, a common pest in citrus cultivation. This psyllid is a vector of the bacterium responsible for “greening” (*Candidatus liberibacter* sp.), a disease that seriously affects the citriculture. Moreover, several changes in plant metabolism can occur in response to insect herbivory, as photosynthetic efficiency alteration, remobilization of carbon and nitrogen resources, and plant growth rate decrease (ZHOU et al., 2015).

Thus, the survival and development of *B. riedelianum* natural regeneration are crucial for silvicultural methods based on Continuous Cover Forestry (CCF), an approach to the sustainable management of forests. Therefore, it is essential to research its natural regeneration and factors that may affect its growth, such as herbivory insects. Based on this, the objective of this study was to analyze the height and health of saplings of *B. riedelianum* regarding insect herbivory and environmental factors that can contribute to this. Additionally, aim to report the first record of psyllid *Leuronota* cf. *esenbeckiae* Burckhardt (Hemiptera: Triozidae) in Brazil and in *B. riedelianum*, also report the first record of genus *Leuronota* in the state of Rio Grande do Sul.

2. MATERIALS AND METHODS

The present study was developed in two gaps, called Gap 1 e Gap 2, in a Seasonal Deciduous Forest in Pinhal Grande, Rio Grande do Sul, Brazil. The climate is Cfa, with a humid subtropical of oceanic climate, without a dry season and with hot summer (ALVARES et. al., 2017). The total annual precipitation is between 1600 to 1900 mm, well distributed throughout the year, and the mean annual temperature is between 18 and 20 °C (ALVARES et al., 2013).

According to Schirmer & Robaina (2015), the area is part of a Sistema Geoambiental de Relevô Escarpado do Rebordo do Planalto, formed by hills associated with an escarpment relief. There is a predominance of volcanic rocks with some outcrops of wind sandstone and extremely shallow soils. On the slopes, there are rock outcrops and litolic Neosols.

Gap 1 has an area of approximately 212 m² and an elevation of 260 m, with approximate central coordinates 29°11'45,69"S and 53°16'0,43"W. Gap 2 has 329 m², an elevation of 277 m, and its approximate center is 29°11'50,62"S and 53°16'4,74"W. Both are natural gaps with heterogeneous conditions. They have a mosaic of luminosity throughout the day, nevertheless, the highest incidence of direct light is at Gap 2. Gap 1 has a higher canopy around it, with the presence of taller crown dense trees. Though, they have some crown openings that benefit rare places with high luminosity. Also, this gap has a greater number of species in its interior, while Gap 2 has a predominance of two Rutaceae, *B. riedelianum* and *Pilocarpus pennatifolius*. The distance between *B. riedelianum* saplings is smaller in Gap 1, and the height of all plants in the gap is similar. Whereas, Gap 2 has in its interior taller saplings and small trees.

B. riedelianum saplings were counted, measured in height with a metric tape and analyzed by visual observation of leaf injuries of herbivory, such as chewed tissues and alterations in leaf structure and color. In order to identify and monitor which arthropods were present in the gaps, two collections were made, in October/2018 and May/2019, using yellow sticky traps of the type Painei Psilídeo, of the Company ISCA, with dimensions of 20 x 14 cm. According to Queiroz et al. (2012), yellow colors are attractive for insects as psyllids, a fact which is exploited in monitoring them. The traps were installed with a string at the height of the saplings and remained in the gaps for 48 hours. Then, it was wrapped in plastic film and removed from the site.

In addition, in August 2019, specimens were captured using an entomological net directly from the crowns of *B. riedelianum* saplings that presented leaf symptoms of herbivory. For both collection methods, the material was reallocated in plastic bags, transported for Laboratório de Entomologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, where were stored in a freezer for later identification and classified at the order level and in the case of psyllids at the species level, using microscope Zeiss Stereo Discovery V12 motorized 12:1 zoom. Psyllids captured with an entomological net were allocated in *eppendorfs* of 1,5 mL with alcohol 70% and sent to Embrapa Florestas, in Colombo, Paraná, Brazil, for identification at the species level.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 SAPLINGS OF *Balfourodendron riedelianum*

The foliar symptoms observed in the saplings of *B. riedelianum* can be described as chewed tissue parts and circular yellowish chlorotic spots dispersed throughout the leaves of the plant (Figure 1).

Figure 1 - *Balfourodendron riedelianum* natural regeneration: 1A) saplings in the forest gaps; 1B) chlorotic spots and chewed tissues observed in the leaves.



Font: The author.

In Gap 1, 132 saplings of *B. riedelianum* were identified. Healthy plants, without chlorotic spots and chewed tissues, totaled 11 plants, only 8.3% of the saplings in the area. Gap 2 had 164 saplings identified, and a higher number of healthy plants, 62 saplings with no signs of injuries, which represents 37,2% of the population.

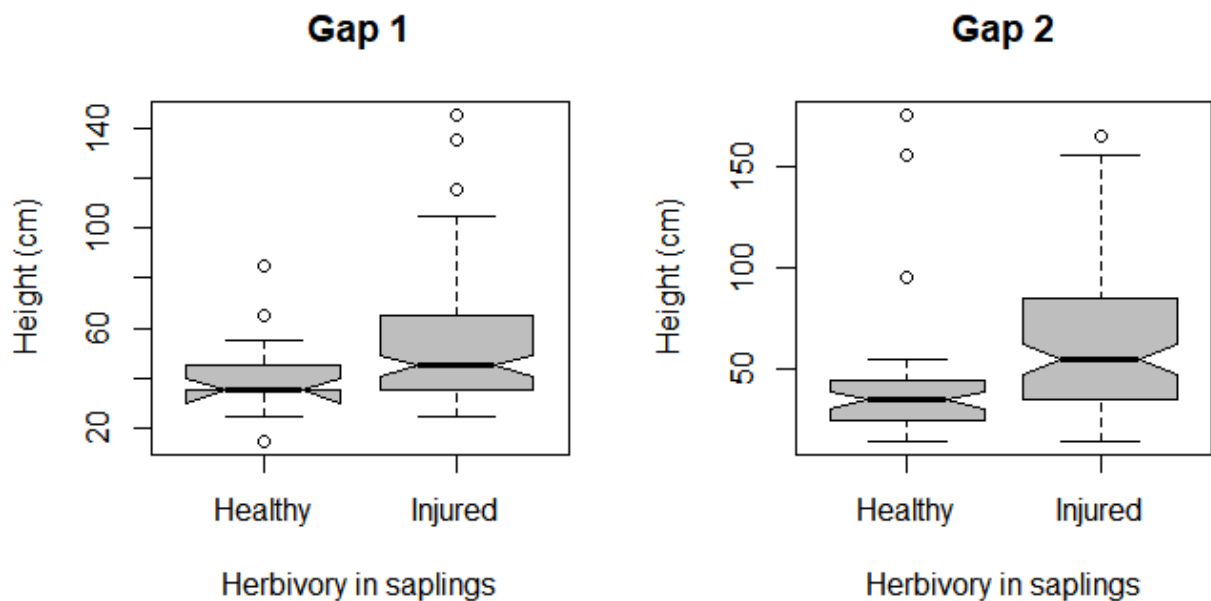
From saplings of Gap 1, 119 presented chlorotic leaf spots and 99 some degree of chewed tissues, which portray 90.2% and 75% of the plants in the area. In Gap 2, 79 saplings presented chlorotic leaf symptoms and 71 signs of chewed leaf tissues, representing 48% and 43% of the total plants, respectively.

Plants can respond to herbivory through a complex array of pathways, each with different cost, from reducing leaf area, changes in carbon fixation, leaf dehydration from partial defoliation, to alter water transport, stomatal aperture, and sucrose

transport and loading, thereby reducing photosynthesis in remaining leaf tissue, impairing its vegetative and reproductive development, and may also initiate senescence signaling (ALDEA et al., 2005; LIM et al., 2007; NABITY et al., 2009). In such cases, the development of *B. riedelianum* saplings can be hindered and may become constraints to natural regeneration management.

Still, when was analyzed the height of healthy plants against the injured ones (Figure 2), was observed a difference in the amplitude of heights and a slightly lower average height for healthy plants in both gaps.

Figure 2 - Boxplot of healthy and herbivory-injured saplings of *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Engl.) in two gaps of Seasonal Deciduous Forest, Brazil.



Font: The author.

It appears that the damage caused by herbivory is not affecting the development in height in saplings of *B. riedelianum*. Also, it's possible to infer that the phytophagous insects present tend to select older saplings with mature leaves than recently developed saplings with young leaves.

Contrary to this, Cooley (1996) affirms that, due to the superior nutritional quality of young leaves, in tropical forests, the damage of herbivory is higher in this. According to the author, young temperate leaves may partially escape damage by emerging in

early spring when herbivore populations are reduced. Hence, most of the damage occurs on mature leaves for temperate species, whereas for tropical species the majority of damage accrues while the leaf is young.

It is acknowledged that plant responses to different types of herbivory are distinct and considerably complex. In this study, the most significant damage in saplings was the chlorotic leaf spots caused by piercing-sucking insects, which feed on the plant's phloem. Most herbivory studies focus on the damage from chewing insects, they consume the entire leaf structure and are easier to quantify. Therefore, the results obtained in other researches may not represent the current situation where most of the damage is from piercing-sucking insects.

Generalizations about herbivory are difficult but based on the behavior patterns observed in this study it is possible to elaborate on some hypotheses. The homogeneous height distribution among plants can facilitate the movement of insects between the saplings. When occur differences in the vertical structure of the gap, such as taller saplings and even small trees, this can act to some extent as an obstacle for these specimens. Likewise, density may affect the frequency of injured saplings. Spatially aggregated plants can also facilitate the displacement of insects between plants, increasing the number of saplings attacked.

Further, luminosity is a relevant factor for the incidence of herbivory. Direct light may reduce herbivory in plants. Moreover, the number of species may contribute to a higher or lesser incidence of herbivory in *B. riedelianum*. According to Gullan & Cranston (2017), communities in which most plant species belong to different families may suffer less damage from phytophages than those dominated by one or a few genera. In the latter type of system, specialist insect species may be able to transfer relatively easily to closely related new host plants. Under these conditions, greater damage can be caused by insects to all or most of the tree species in the area.

However, contrary to what was suggested by the authors, there was no evidence of further damage in the gap dominated by saplings of Rutaceae. This may indicate that the herbivore insect species are highly specialized, and do not host new closely related host plants.

3.2 ARTHROPODS CAPTURED IN GAPS

A total of 107 arthropods, in both collections, were captured with yellow sticky traps and distributed in eight orders (Table 1).

Table 1 - Arthropods captured in yellow sticky traps in two gaps at Seasonal Deciduous Forest, Brazil.

Taxa/Order	Number of specimens	
	October/18	May/19
Acari	-	01
Coleoptera	20	01
Collembola	-	01
Diptera	05	09
Hemiptera	08	35
Hymenoptera	07	14
Orthoptera	-	01
Thysanoptera	01	04
Total	41	66

In October 2018 the order with the highest number of specimens captured was Coleoptera, followed by the Hemiptera with 8 insects captured, of these, 4 were psyllids (Psylloidae). In May 2019 the total number of specimens increased. Of the total, 35 were Hemiptera, and of these, 17 were psyllids. Being this, the order of greater representativity in the period.

The capture of psyllids with sticky traps is useful for assessing the presence of these insects in gaps, nevertheless is not effective for identifying it at the species level, due to the adhesive glue that damages the specimen, or for inferring whether they have a specific relationship with plants of *B. riedelianum*.

Comparatively, in the collection with an entomological net, it was possible to collect even more specimens, also distributed in eight orders (Table 2).

Table 2 - Specimens captured with an entomological net in two gaps at Seasonal Deciduous Forest, Brazil.

Taxa/Order	Number of specimens
	August/19
Araneae	49
Coleoptera	04
Collembola	13
Diptera	05
Hemiptera	53
Hymenoptera	32
Lepidoptera (immature)	13
Thysanoptera	04
Total	174

In this collection, Hemiptera was again the order with the highest number of specimens captured. In this method, 38 specimens of psyllids were captured and it also enabled the collection of immatures present in some leaves. A higher number compared with sticky traps collects. It was identified that those psyllids are responsible for the chlorotic leaf injuries in *B. riedelianum* plants. Regarding chewing tissue damages, it was not possible to infer which specimens among the captured were responsible for the damage to the leaves.

In the entomological net type of sampling is possible to damage the saplings of the species. This process should be done with attention and dexterity. Also, the subsequent selection of specimens is laborious.

Thus, to identify the existence of psyllids in *B. riedelianum* saplings, a combination of methods is suggested: visual observation of chlorotic leaf spots, and

the presence of adult insects and immatures in plants, along with the use of sticky traps on-site. Additionally, it is recommended the sticky traps remain on the site for a longer period than in the present study, for more efficient monitoring. Therefore, it is possible to know about the presence and attack of these insects and adopt it to guide possible *B. riedelianum* natural regeneration management actions.

3.3 PSYLLID SPECIES IDENTIFICATION

Specimens of captured psyllids were identified as *Leuronota* cf. *esenbeckiae* Burckhardt, 1988 (Figure 3), first recorded in Brazil. *Leuronota* is a genus of the family Triozidae, order Hemiptera, first described by Burckhardt in 1988, being registered as its host *Esenbeckia febrifuga*. (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart., Rutaceae tree. The species was found in Paraguay and Argentina but is not yet described in Brazil (BURCKHARDT, 1988; BURCKHARDT & QUEIROZ, 2012).

Figure 3 - Specimens of *Leuronota* cf. *esenbeckiae* Burckhardt, captured in saplings of *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Engl.), Pinhal Grande, RS, Brazil.



Font: Karina Lanzarin and Dayanna Nascimento (2019).

Likewise, *B. riedelianum* is not described as a host plant of *Leuronota* cf. *esenbeckiae* or other species of psyllids. This is the first record of the insect in the species. Furthermore, it is the first record of the genus *Leuronota* in the state of Rio Grande do Sul. Until then, 10 species of psyllids have been registered in the state, but none of this genus (BURKHARDT & QUEIROZ, 2012).

There are psyllids that attack other Rutaceae trees, such as the citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama), a common pest in citrus cultivation, a vector of the bacterium (*Candidatus liberibacter* sp.) which causes “greening”, a disease that seriously affects the crop.

In a study conducted by Alves et al. (2019), the development of *D. citri* was tested in *B. riedelianum* and other Rutaceae native to Brazil. However, the psyllids did not develop in the species. Felisberto et al. (2019) also sought to study the species *D. citri* in *B. riedelianum* and tested the reproduction of the psyllids in the plant. The insects survived in the plant for approximately 17 days but did not reproduce in it. Therefore, it was concluded that *B. riedelianum* does not host *D. citri*, and does not contribute to the expansion of the greening epidemic in Brazil.

As has been noted, psyllids, such as the one mentioned above, can be related to the transmission of phytopathogenic agents (e.g., virus, bacteria, and fungi). Based on visual analysis, *Leuronota* cf. *esenbeckiae* may be a vector of a phytopathogenic agent that possible cause the chlorotic leaf spots found in *B. riedelianum*. However, further investigations are needed to be performed to confirm this hypothesis.

4. CONCLUSIONS

Leuronota cf. *esenbeckiae* is first reported in *B. riedelianum* and in Brazil. Also, the genus *Leuronota* is first recorded in the state of Rio Grande do Sul

The damaged caused by herbivory, chewing injuries and chlorotic leaf spots, apparently not affect the development in height in saplings of *B. riedelianum*.

The number of species in the gaps does not contribute to a higher incidence of herbivory in *B. riedelianum*

A higher incidence of direct light indicates a better prospect of *B. riedelianum* healthy saplings.

The presence of nearby saplings with homogeneous height distribution tend to facilitate the dissemination of herbivory insects in plants of *B. riedelianum*

REFERENCES

- ALDEA, M.; HAMILTON, J. G.; RESTI, J. P.; ZANGERL, A. R.; BERENBAUM, M. R.; DELUCIA, E. H. Indirect effects of insect herbivory on leaf gas exchange in soybean. **Plant, Cell & Environment**, v.28, p.402–411, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-3040.2005.01279.x
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. De M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711–728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- ALVARES, C. A.; SENTELHAS, P. C.; STAPE, J. L. Modeling monthly meteorological and agronomic frost days, based on minimum air temperature, in Center-Southern Brazil. **Theor Appl Climatol**, v.134, p.177-191, 2018. DOI: 10.1007/s00704-017-2267-6
- ALVES, R. G.; DINIZ, A. J. F.; GARCIA, A. G.; PARRA, J. R. P. Could Brazilian native rutaceous support the Asian Citrus Psyllid? **Journal of Citrus Pathology**, v 6, p. 181-182, 2019. Retrieved from https://escholarship.org/uc/iocv_journalcitruspathology/6/1
- BURCKHARDT, D. Jumping plant lice (Homoptera: Psylloidea) of the temperate neotropical region. Part 3: Calophyidae and Triozidae. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.92, p. 115–191, 1988.
- BURCKHARDT, D.; QUEIROZ, D. L. DE. Checklist and comments on the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) from Brazil. **Zootaxa**, n.3571, p. 26-48, 2012. DOI: 10.11646/zootaxa.3571.1.2
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras. Recomendacoes silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa/CNPQ; Brasília: Embrapa/SPI, 1994. 640 p.
- COLEY, P.D. AND BARONE, J.A. (1996) Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27, 305-335.
- FELISBERTO, P.; GIRARDI, E.; PEÑA L.; FELISBERTO, G.; BEATTIE, A.; LOPES, S. Naturalizes Rutaceae as hosts of *Diaphorina citri* and '*Candidatus Liberibacter asiaticus*'. **Journal of Citrus Pathology**. v.6, p.207, 2019.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos – Fundamentos da Entomologia**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 5ª edição, 2017, 436p.
- INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1984. 260 p
- LIM, P. O.; KIM, H. J.; NAM, H. G. Leaf senescence. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, p.115–136, 2007. DOI: 10.1146/annurev.arplant.57.032905.105316

NABITY, P. D.; ZAVALA, J. A.; DELUCIA, E. H. Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. **Ann Bot.** v.103, p.655–663, 2009. DOI: 10.1093/aob/mcn127

QUEIROZ, D. L. De; BURCKHARDT, D.; MAJER, J. Integrated Pest Management of Eucalypt Psyllids (Insecta, Hemiptera, Psylloidea). IN: Integrated Pest Management and Pest Control – Current and Future Tactics, p. 385-412.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Sellowia, Itajaí, 1983, 525p.

SCHIRMER, G. J; ROBAINA, L. E. D. S. Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia Rio Grande Do Sul: uma análise integrada da paisagem. **Revista Caminhos da Geografia**, v.19, p.200-214, 2018. DOI: 10.14393/RCG196814

ZHOU, S.; LOU, Y.; TZIN, V.; JANDER, G. Alteration of Plant Primary Metabolism in Response to Insect Herbivory. **Plant Physiology**, v.169, p.1488–1498, 2015. DOI: 10.1104/pp.15.01405

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO FLORESTAL DE *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. EM FLORESTAS SECUNDÁRIAS

No presente estudo se observou uma floresta secundária em estágio de sucessão avançada em solos rasos, com pouca interferência antrópica, e presença elevada de espécies climácicas e euxilóforas de grandes dimensões, como o *Holocalyx balansae* e *Apuleia leiocarpa*.

A presença elevada de espécies euxilóforas e menor número de espécies na população arbórea, se comparada a outros fragmentos da tipologia florestal, sugere que estas espécies conseguem se desenvolver e reproduzir em condições limitantes de sítio, e são capazes de infiltrar suas raízes nos fragmentos líticos do solo. Com isso, evidencia-se a possibilidade de manejo de florestas secundárias, com alto valor econômico, sob solos limitantes, como os Neossolos litólicos.

Balfourodendron riedelianum é uma espécie euxilófora e recomendada no âmbito do Projeto Plantas para o Futuro do Ministério do Meio Ambiente, que incentiva sua pesquisa e uso sustentável (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). Ela representa 4,4% da área basal total do fragmento florestal em estudo, possuindo elevada representatividade na comunidade. Isso torna oportuno seu manejo florestal com vistas ao seu aproveitamento madeireiro. Contudo, para tal, deve-se analisar a distribuição diamétrica das árvores da espécie, para que haja árvores nas menores classes de diâmetro que venham a substituir as árvores cortadas.

Na presente pesquisa obteve-se informações referentes ao comportamento e potencialidades de manejo da espécie. Inicialmente, para seu manejo, é necessária a avaliação e seleção das árvores objetivo, nas quais devem ser analisadas sua sanidade, forma, dimensões, além da estrutura da comunidade arbórea ao seu redor. Caso estejam competindo com espécies de valor comercial, as árvores com características silviculturais não desejáveis, com fustes tortuosos, inclinados, com presença intensa de cipós, ou não-sadias, devem preferencialmente ser retiradas da comunidade. Porém, se for de interesse, é possível, após seu corte, conduzir sua rebrota e aproveitar o sistema radicular já estabelecido no solo, uma vez que a espécie apresenta a capacidade de rebrota.

A rebrota é um mecanismo evolutivo das plantas em resposta a morte súbita causada por cortes, bem como danos resultantes de doenças, quebras causadas pelo

vento, sérias desordens fisiológicas ou outras injúrias (SMITH et al., 1997). Um exemplo de uso desse mecanismo é a condução da rebrota em sistema de talhadia, prática consolidada em alguns países. Muitas espécies nativas euxilóforas são capazes de rebrotar, contudo este potencial não é aproveitado. Todavia, para viabilizar essas práticas silviculturais, maiores investigações sobre o comportamento da rebrota na espécie e possível condução de talhadia devem ser realizadas.

Sob outra perspectiva, dependendo da necessidade, pode-se manter em pé árvores saudáveis, com objetivo de servirem como árvores matrizes, fornecendo diásporos para colonizar novas áreas na floresta.

No que concerne a seu crescimento, árvores com características silviculturais satisfatórias apresentam um incremento periódico anual médio em diâmetro de 0,67 cm/ano, com possibilidade de crescer até 1,0 cm/ano, e esse crescimento não possui relação com as dimensões das árvores. Ou seja, independentemente do tamanho da árvore adulta pode-se alcançar tal crescimento potencial. Contudo, esse potencial de crescimento aparentemente possui relação com a maior exposição à luz e maior disponibilidade de água no solo.

O incremento em área transversal possui relação linear com o diâmetro das árvores e seu incremento diamétrico, visto que um se desenvolve a partir do outro, podendo alcançar valores de até 81,57 cm²/ano. Para estimular tais valores de crescimento, e também diminuir seu ciclo de corte, é possível empregar a prática silvicultural conhecida como liberação. Este método consiste na retirada de árvores concorrentes à árvore objetivo ou parte delas, e é comumente utilizado para aumentar o incremento de árvores de interesse (DUNCAN; CHAPMAN, 2003).

As árvores de pau-marfim são emergentes e suas copas não atingem grandes proporções. Conforme elas crescem em altura e diâmetro de copa, elas aumentam em diâmetro à altura do peito. O uso do método de liberação diminui a concorrência das copas no dossel, oferecendo melhores condições para o seu desenvolvimento da mesma. Conseqüentemente, a árvore terá incremento superior em diâmetro e área transversal.

O valor econômico das árvores pode ser determinado pela forma e altura do fuste livre de galhos e bifurcações. Uma vez que, estes influenciam nas características tecnológicas da madeira e seu possível aproveitamento madeireiro. *B. riedelianum* tem fuste reto e cilíndrico a levemente tortuoso, característica ideal para maximizar seu aproveitamento madeireiro no setor de transformação mecânica.

A desrama artificial é uma técnica silvicultural eficiente que busca a melhoria da qualidade e aumento do comprimento dos fustes das árvores. Mattos et al. (2003) analisaram a possibilidade de ganho de fuste em cinco espécies euxilóforas (*Parapiptadenia rigida*, *Cabralea canjerana*, *Cedrela fissilis*, *Apuleia leiocarpa* e *Cordia trichotoma*) nativas da Região Central do Rio Grande do Sul, e concluíram que existe potencial para o aumento do fuste destas espécies, ainda não explorado por ações silviculturais.

Apesar de não avaliada na pesquisa, acredita-se que é possível aplicar tratamentos silviculturais, como a desrama artificial, em árvores de *B. riedelianum* para se obter fustes mais longos com maior aproveitamento madeireiro. Na situação do presente estudo, as árvores possuíam altura dos fustes média de 11,50 m, podendo atingir até 17,0 m. Carvalho (2004) comenta que a desrama natural da espécie é plenamente satisfatória em plantios mistos. Todavia, recomenda a poda dos galhos para obtenção de toras para laminação.

Ademais, ao que tudo indica, o sítio com suas limitações proporciona até determinadas dimensões de árvores de *B. riedelianum*, visto que não foram observados indivíduos com mais de 60 cm de diâmetro à altura do peito. Sendo que, segundo a literatura, as árvores podem alcançar até 90 cm em diâmetro. Além disso, muitas árvores tombaram devido a efeitos catastróficos naturais que ocorreram na área, sinalizando que elas não possuíam sustentação suficiente no solo. O manejo florestal deve considerar essa limitação e visar preferencialmente um aproveitamento e corte de árvores com diâmetros de até 50 cm.

Além disso, se observou em algumas árvores tombadas, a presença de patógenos em sua base e raízes. O sítio também pode estar relacionado com esta situação, pois em razão de sua pouca profundidade as raízes estão mais expostas, facilitando o ataque de patógenos na planta.

Com o tombamento das árvores ou o corte de *B. riedelianum* e de outras espécies de interesse, surgem novos espaços que podem ser colonizados pela regeneração natural da espécie. À vista disso, o conhecimento sobre a polinização, dispersão de diásporos e dinâmica da regeneração natural de *B. riedelianum* é essencial para seu manejo florestal natural e sustentável.

Com as informações obtidas neste trabalho pode-se afirmar que a primeira limitação na condução da regeneração natural de *B. riedelianum* em florestas secundárias é o acesso de animais domésticos herbívoros, como bovinos e ovinos,

visto que as plantas são predadas por estes animais. Logo, para ser possível o desenvolvimento da regeneração natural na área de interesse de manejo, deve-se impedir o acesso destes animais.

Sem esse acesso, parte-se para a segunda limitação na condução dos regenerantes, a necessidade de clareiras para seu desenvolvimento. A espécie produz anualmente abundantes frutos e possui dispersão anemocórica das sementes, que alcançam grandes distâncias e pressupõe-se que elas disseminem por toda a floresta. Todavia, as plantas de *B. riedelianum* se desenvolvem predominantemente em clareiras e no seu entorno. Consta na literatura que espécies com mecanismos de dispersão mais eficientes, como a dispersão anemocórica, dependem de clareiras para o sucesso de sua regeneração natural (TOMLINSON; ZIMMERMANN, 1978). Logo, esta é uma limitação para a espécie e, se não houver clareiras na área de manejo, as sementes não conseguirão se estabelecer e desenvolver.

Caso não haja clareiras naturais na floresta, é possível intervir e manipular o dossel com vistas a criá-las. Pode-se abater árvores de interesse comercial que estejam presentes na área, ou mesmo, árvores indesejadas, quebradas, senescentes, etc. Com o abate e arraste destas árvores, criam-se as clareiras e essa limitação é eliminada.

A manipulação do dossel da floresta com fins de criar clareiras de tamanhos que favoreçam o crescimento de uma espécie de interesse é uma prática já consagrada e considerada importante fundamento da silvicultura (TOMLINSON; ZIMMERMANN; 1978).

No entanto, ao manipular o dossel e criar clareiras, deve-se ter cautela para que as clareiras não sejam dominadas rapidamente, em grande densidade, por cipós. Uma vez que, as plantas de *B. riedelianum* não conseguem se desenvolver nessas situações, devido ao anteparo físico criado que impede a chegada do diásporo ao solo e a menor disponibilidade de luz no local.

Estabelecida na clareira, a espécie possui capacidade de regenerar em altas densidades, além de apresentar uma distribuição de alturas assimétrica, próxima a exponencial decrescente. Ambas características são interessantes do ponto de vista do manejo da regeneração natural. Na medida que, é possível selecionar plantas maiores e espacialmente bem localizadas para condução à árvore adulta. Porém, se tal condução fracassar, haverá plantas suficientes, de menores alturas, passíveis de serem selecionadas e conduzidas à árvore adulta.

As plantas apresentam tamanhos de folha e de copa ligeiramente superiores em clareiras com menor incidência de luz direta. Sendo oportuno o aumento de sua área fotossintética nestas situações. O tamanho da copa equivale em média à 60% de sua altura. Com esta informação é possível obter uma estimativa de área necessária para um regenerante se desenvolver, sem que haja competição entre plantas. Também se pode calcular esta densidade potencial considerando o diâmetro médio das classes de altura analisadas. Tornando possível se obter 5 plantas/m² com até 1,0 m de altura e aproximadamente 1 planta/m² com 2,0 m.

Esses valores são estimativas que consideram um espaçamento uniforme dos indivíduos na clareira e servem apenas como referência no manejo destes regenerantes. Pois existe uma elevada amplitude de tamanhos de copa entre as plantas e cada caso deve ser analisado individualmente.

Esta amplitude elevada se estende ao crescimento em altura de cada regenerante. Atinge-se, normalmente, incrementos nos entrenós de no mínimo 30 cm até aproximadamente 90 cm. Aparentemente, à medida que as plantas se destacam em relação às demais, elas possuem maiores incrementos em altura, sendo favorecidas pela maior disponibilidade de luz e espaço.

Plantas com alongamento inferior ao mínimo observado, possivelmente foram limitadas por algum agente externo e não atingiram este crescimento potencial. O que deve ser considerado na hora de selecionar os regenerantes a serem conduzidos à árvore adulta. Ainda, deve ser observada a dominância apical, dando-se preferência àquelas plantas que a mantiveram durante seu desenvolvimento.

Observou-se que plantas com até 1,0 m de altura, em área com maior densidade, investem em seu crescimento em altura e permanecem em estágio de ráquis. Com vistas ao manejo futuro da madeira e redução de nós nos fustes, é viável conduzir a regeneração da espécie com até 1,0 m, a um limite de 1,5 m, em alta densidade para a planta investir somente em seu crescimento em altura.

O investimento inicial pronunciado no alongamento vertical do caule e uma reduzida ramificação da parte aérea são respostas fenotípicas adaptativas. Presumivelmente com vistas a sobrepujar mais rapidamente a vegetação concorrente, a fim de garantir seu sucesso regenerativo (HALLÉ et. al., 1978).

Outra limitação que pode vir a acometer as plantas, é o ataque de insetos herbívoros. Observado pelos aparentes sintomas de mastigação das folhas e

manchas cloróticas arredondadas presentes, acometidas por insetos sugadores de seiva.

No presente estudo, foi identificado o ataque do psílideo *Leuronota* cf. *esenbeckiae* em plantas de *B. riedelianum*, primeiro relato desta interação e da presença do inseto no Brasil. Supõe-se, que assim como outros psílideos, essa espécie seja vetor de patógenos e transmita vírus e/ou bactérias para as plantas. Sugere-se a realização de novas pesquisas a fim de verificar tal hipótese.

Aparentemente, a luz, número de espécies, distância entre plantas e altura das plantas nas clareiras pode influenciar na proporção do ataque destes insetos. Tal ataque, ao que tudo indica, não influencia no desenvolvimento em altura dos regenerantes da espécie. Contudo, investigações mais aprofundadas sobre a relação inseto-planta devem ser realizadas para comprovar tais suposições.

Uma alternativa de manejo em casos que o regenerante selecionado tenha sofrido algum dano, seja mecânico ou por herbivoria, e seja de interesse mantê-lo no local, é o corte e condução de sua rebrota.

Como percepção geral deste estudo, evidencia-se a complexidade e singularidade das florestas secundárias. Assim sendo, o manejo florestal deve ser elaborado especificamente para cada circunstância. Pois, a estrutura arbórea, sítio e comportamento das árvores são únicos para cada situação.

As árvores de *B. riedelianum* apresentam alta plasticidade morfológica, porém, possuem características e padrões que devem ser levados em consideração na elaboração de um plano de manejo para a espécie. Algumas destas características foram demonstradas no presente trabalho, contudo, ainda é preciso investigar outras questões que alicercem a definição das práticas silviculturais a serem realizadas para a espécie. Informações sobre o comportamento de árvores jovens da espécie, de sua resposta à talhadia, desrama, das interações inseto-planta, dentre outras.

Por fim, reitera-se que *B. riedelianum* é uma árvore euxilófora, visada no âmbito árvores para o futuro do MMA e destaca-se seu potencial de manejo florestal natural em florestas secundárias, inclusive em solos limitantes. Ademais, sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas que abordem demais aspectos da espécie, a fim de preencher as lacunas em seu conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, P. E. R. **Pau-Marfim – *Balfourodendron riedelianum***. Embrapa Florestas. Colombo, PR. Circular Técnica n° 93. 2004.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 934p. 2011.
- DUNCAN, R. S.; CHAPMAN, C. A. Tree-shrub interactions during early secondary forest succession in Uganda. **Restoration Ecology**, n.11, p.198–207, 2003.
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P.B. **Tropical Trees and Forests: An Architectural Analysis**. New York: Springer-Verlag, 1978, 441 p.
- MATTOS, R. B; DURLO, M. A.; LÚCIO, A. D. Possibilidade de ganho de fuste em espécies euxilóforas nativas da Região Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 12, p.111-120, 2003.
- SMITH, D. M. et al. **The practice of silviculture: applied forest ecology**. 9th ed. New York: John Wiley & Sons. 1997, 537 p.
- TOMLINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. **Tropical trees as living systems**. The proceedings of the Fourth Cabot Symposium. Cambridge University Press, New York. 1978. 675 p.