

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Instituto de Biologia**  
**Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado**



**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Estrutura populacional de *Pittosporum undulatum* Vent. em um fragmento de floresta estacional semidecidual secundário no Sul do Brasil**

**Mariana Mühlenberg Soares**

**Pelotas, 2020**

**Mariana Mühlenberg Soares**

**Estrutura populacional de *Pittosporum undulatum* Vent. em um fragmento de floresta estacional semidecidual secundário no Sul do Brasil**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas

Orientador: Ernestino de Souza Gomes Guarino

Co-orientador: Thales Castilhos de Freitas

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

S676e Soares, Mariana Mühlenberg

Estrutura populacional de *Pittosporum undulatum*  
Vent. em um fragmento de floresta estacional  
semidecidual secundário no sul do Brasil / Mariana  
Mühlenberg Soares ; Ernestino Guarino, orientador ;  
Thales de Freitas, coorientador. — Pelotas, 2020.

36 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado  
em Ciências Biológicas) — Instituto de Biologia,  
Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Cafezinho. 2. Pau-incenso. 3. Exótica. 4.  
Invasão biológica. 5. Estratificação. I. Guarino,  
Ernestino, orient. II. Freitas, Thales de, coorient. III.  
Título.

Elaborada por Ubirajara Buddin Cruz CRB:  
10/901

Mariana Mühlenberg Soares

Estrutura populacional de *Pittosporum undulatum* Vent. em um fragmento de floresta estacional semidecidual secundário no Sul do Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 08 de dezembro de 2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ernestino de Souza Gomes Guarino (Orientador)

Doutor em Botânica pela UFRGS

Matheus Degrandi Gazzola

Engenheiro Florestal pela UFSM

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Élen Nunes Garcia

Doutora em Botânica pela UFRGS

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a minha família por todo o apoio e compreensão, por todas as palavras de amor e de carinho que fizeram eu acreditar que esse sonho era possível. Ao meu pai que compartilhou comigo seu olhar contemplativo sobre a natureza e sempre me incentivou a não desistir quando o caminho se mostrou difícil. A minha mãe que emprestou sua confiança, inteligência e competência para chegar até aqui. A minha irmã que me inspirou a buscar o meu potencial e ao meu irmão que me mostrou o caminho para alcançar meus objetivos.

Ao meu grande incentivador e amor, Lutero, que esteve comigo nos momentos difíceis deste trabalho e que fez com que eu encarasse meus desafios de frente, sou imensamente grata.

Agradeço às minhas amigas Amanda, Bianca e Paula por tantos anos de amizade e por terem compartilhado tanto comigo. Às minhas colegas Carolina, Gabriele e Violeta pelas trocas de ideias, aprendizado e companheirismo. E à todas que de algum modo estiveram comigo nesse percurso, Isis, Pamela, Thaisa, Mauren, sem vocês não teria chegado até aqui.

Obrigada a todos os professores que me aconselharam nesse caminho, me orientando a absorver os ensinamentos que me rodeiam com respeito e atenção.

Ao grupo de pesquisa em Manejo e restauração da Vegetação Nativa, que me acolheu e me motivou a realizar este trabalho com competência e perseverança.

## Resumo

SOARES, Mariana Mühlenberg. **Estrutura populacional de *Pittosporum undulatum* Vent. em um fragmento de floresta estacional semidecidual secundário no Sul do Brasil.** 2020. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

À medida que a antropização cresce, ambientes naturais tornam-se mais suscetíveis à invasão por espécies exóticas, sendo assim silenciosamente impactados pela contaminação biológica. A invasão biológica é apontada como a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade, perdendo apenas para a destruição direta de habitats. Apesar da gravidade do problema, espécies exóticas como *Pittosporum undulatum* Vent., conhecida por pau incenso ou cafezinho, continuam a ser introduzidas deliberadamente, necessitando de maior debate e estudo para atingir seu controle. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi estudar a autoecologia de *P. undulatum*, compreender sua invasão na região da Serra do Sudeste - RS e contribuir para o controle da espécie. Para isso foram implantadas em um fragmento florestal secundário invadido pela espécie, oito unidades amostrais de dimensões 20 m x 20 m, 32 subunidades de 5 m x 5 m e 32 subunidades 2,5 m x 2,5 m, onde foram levantados todos os indivíduos de *P. undulatum* de dimensões correspondentes a DAP (diâmetro a 1,3 m do solo) > 5 cm, DAP < 5 cm e H > 1 m e 1 m > H > 10 cm respectivamente. Nas subunidades menores foi verificada declividade, abertura do dossel, distância da borda, cobertura de rocha e quantidade de indivíduos com DAP  $\geq 1,91$  cm. As classes diamétricas menores foram as mais representativas neste levantamento, indicando o potencial de recrutamento da espécie que deve ser seriamente abordado, devido o potencial de invasão e, portanto, necessário mais intensivo controle.

**Palavras chaves:** cafezinho; pau-incenso; exótica; invasão biológica; estratificação

## Abstract

SOARES, Mariana Mühlenberg. **Population structure of *Pittosporum undulatum* Vent. in a fragment of secondary semideciduous seasonal forest in southern Brazil.** 2020. 36f. Course Conclusion Paper, Institute of Biology, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

As anthropization grows, natural environments become more susceptible to invasion by exotic species, thus being silently impacted by biological contamination. Biological invasion is identified as the second biggest global threat to biodiversity, second only to the direct destruction of habitats. Despite the seriousness of the problem, exotic species such as *Pittosporum undulatum* Vent., Known as stick incense or coffee, continue to be introduced deliberately, requiring further debate and study to achieve their control. In this sense, the objective of this study was to study the autoecology of *P. undulatum*, understand its invasion in the Serra do Sudeste region - RS and contribute to the control of the species. For this, eight sampling units of dimensions 20 m x 20 m, 32 subunits of 5 m x 5 m and 32 subunits 2.5 m x 2.5 m were implanted in a secondary forest fragment invaded by the species, where all individuals of *P. undulatum* of dimensions corresponding to DBH (diameter 1.3 m from the ground) > 5 cm, DBH <5 cm and H > 1 m and 1 m > H > 10 cm respectively. In the smaller subunits, declivity, canopy opening, distance from the edge, rock cover and number of individuals with PAD  $\geq 1.91$  cm were verified. The smaller diametric classes were the most representative in this survey, indicating the recruitment potential of the species that should be seriously addressed, due to the potential for invasion and, therefore, more intensive control is required.

**Palavras chaves:** Sweet pittosporum; native daphne; exotic; biological invasion; stratification.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	Foto das flores de <i>Pittosporum undulatum</i> Vent.....	<b>12</b>
<b>Figura 2</b>	Foto dos frutos de <i>Pittosporum undulatum</i> Vent.....	<b>12</b>
<b>Figura 3</b>	Mapa de Localização das áreas de estudo – Brasil, Rio Grande do Sul, Pelotas com destaque para a Estação Experimental Cascata no contexto da paisagem.....	<b>16</b>
<b>Figura 4</b>	Imagem de satélite do fragmento secundário na Estação Experimental Cascata, em destaque a localização das unidades amostrais estudadas.....	<b>17</b>
<b>Figura 5</b>	Croqui das unidades amostrais: parcelas de 20 x 20 m para indivíduos adultos (8), parcelas de 5 x 5 m para indivíduos jovens (32), e subparcelas de 2,5 x 2,5 m para indivíduos regenerantes (32).....	<b>18</b>
<b>Figura 6</b>	Gráficos A, B e C representando respectivamente as classes diamétricas dos indivíduos regenerantes, juvenis e adultos de <i>Pittosporum undulatum</i> amostrados e suas densidades por hectare .....	<b>21</b>
<b>Figura 7</b>	Gráficos box-plot das alturas dos indivíduos adultos (A), juvenis (B) e regenerantes (C) de <i>Pittosporum undulatum</i> . É possível verificar a mediana, primeiro e terceiro quartil, as hastes inferiores e superiores se estendendo até os limites inferiores e superiores expressando a variabilidades das alturas dos indivíduos amostrados e os valores discrepantes ( <i>outliers</i> ), representados por asteriscos.....	<b>21</b>



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b>	Resumo do modelo <i>loglinear</i> ajustado para o efeito da declividade, abertura do dossel, distância da borda, cobertura de rocha e quantidade de indivíduos com DAP $\geq 1,91$ cm na abundância de plântulas de <i>Pittosporum undulatum</i> .....	<b>23</b>
-----------------	--	-----------

## Sumário

1. Introdução	10
2. Objetivos	16
2.1.1. Objetivo Geral	16
2.1.2. Objetivos Específicos	16
3. Metodologia	17
3.1. Área de estudo	17
3.2. Amostragem	19
4. Resultados	23
5. Discussão	26
5. Conclusão	31

## 1. Introdução

As ameaças ambientais se agravam à medida que a ocupação dos ambientes naturais cresce, nesse cenário o Rio Grande do Sul merece atenção redobrada pelo avanço do uso intenso de seu território, restando apenas 43% de vegetação natural, sendo 23,4% campestre e 19,4% florestal (MAPBIOMAS v.5.0, 2020).

Caracterizado por suas formas de relevo aplainadas ou suavemente onduladas, o Bioma Pampa, no Brasil exclusivo para o Estado, favorece a atividade agropecuária e a silvicultura (BOTELHO, 2010). Desmatamento, fragmentação e pastejo degradam os ecossistemas tirando aos poucos a resistência natural a desequilíbrios ambientais, abrindo possibilidades para que os processos de invasão biológica se estabeleçam e se auto perpetuem.

Esse processo denominado de contaminação biológica diz respeito aos prejuízos causados por espécies exóticas que se naturalizam em dados ecossistemas, se dispersam e provocam desequilíbrios em seu funcionamento (ZILLER, 2001). É consenso que ambientes alterados são rapidamente invadidos e que muito dessa permeabilidade se dá em função das perturbações prejudiciais para as espécies nativas, contudo outros fatores agregam para facilitar a invasão biológica como as exportações agrícolas, o comércio de animais e de plantas ornamentais e o controle biológico (ESPÍNOLA; FERREIRA, 2007).

Diferentemente da maioria dos problemas ambientais que geralmente tendem a se atenuar com o decorrer do tempo, a invasão biológica avança se multiplicando, causando impactos cada vez mais profundos, dificultando que os ecossistemas afetados recuperem-se naturalmente, tornando-se um problema, a longo prazo, com dimensões mais agravantes do que a poluição química, por exemplo (WESTBROOKS, 1998).

A invasão biológica é considerada a segunda maior ameaça à diversidade biológica, listada logo após a perda do habitat por exploração direta (ZILLER, 2001; LAKE; LEISHMAN, 2004; MIELKE, 2012). A supressão de espécies nativas é só um entre os diversos danos que a invasão biológica causa, os danos que atingem as atividades econômicas ligadas aos recursos naturais, como cultivos agrícolas e pastagens, resultam prejuízos que atingem valores consideráveis. Estimativas do Panorama da Biodiversidade Global 3 (2010) sugerem que os custos para a economia global podem chegar a US\$ 1,4 trilhão ou mais, se tratando apenas de insetos invasores, se estima que causem prejuízo de 70 bilhões de dólares para a economia global (BRADSHAW, 2016), levando assim o controle de espécies exóticas invasoras a ser considerado, possivelmente, o maior desafio de conservação a ser enfrentado nas próximas décadas.

Conforme diversos autores listam, as invasões biológicas podem alterar processos ecológicos em todos os níveis ambientais, causando efeitos sobre os indivíduos alterando sua morfologia, comportamento, mortalidade e crescimento, como também as relações de predação, competição, herbivoria, parasitismo e mutualismo; efeitos genéticos (alteração de padrões de fluxo gênico, hibridização com espécies nativas podendo aumentar seu potencial invasor); efeitos sobre a dinâmica de populações (abundância, crescimento populacional, extinção); sobre a comunidade (diversidade, estrutura trófica, composição e funções das espécies); sobre processos ecossistêmicos (ciclagem e disponibilidade de nutrientes, produtividade, acúmulo de serapilheira e de biomassa, decomposição, ciclo hidrológico e o regime de incêndios, relações entre polinizadores, microorganismos e plantas); além de prejudicar o valor estético da paisagem (PARKER et al. 1999; MACK et al., 2000; MIELKE, 2012; ZILLER, 2001).

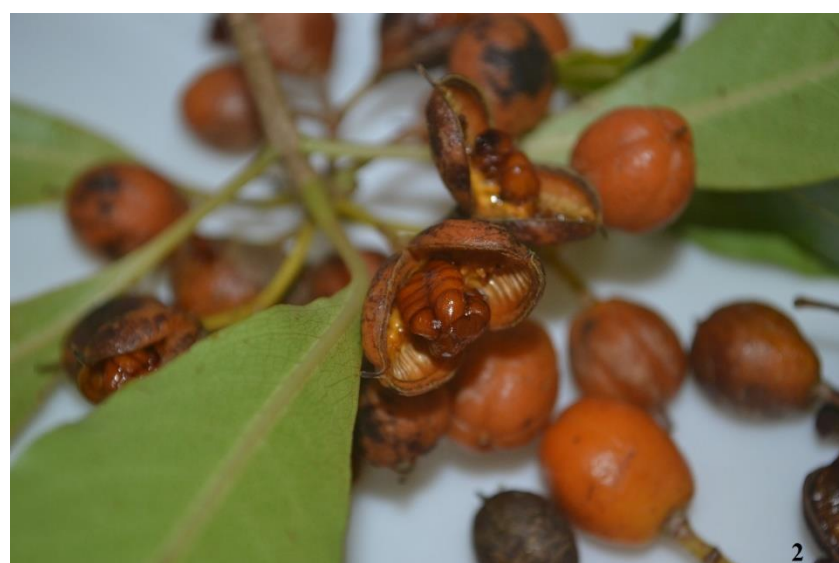
Alguns aspectos naturais intrínsecos das espécies, como características reprodutivas principalmente, estão associados com o potencial de invasão das plantas. Podemos citar a produção numerosa de sementes pequenas, dispersão por ventos, rápida maturação, sementes com grande durabilidade no solo, alto sucesso na reprodução por sementes e por brotação, floração e frutificação prolongadas. Além disso, o crescimento acelerado e pioneirismo e produção de toxinas alelopáticas, podem explicar o rápido ajuste de seus ciclos de germinação e colonização em novos ambientes degradados e que passaram por distúrbios (LAKE; LEISHMAN, 2004).

Outro problema das espécies exóticas invasoras, é a escassez de inimigos naturais, pois facilita a adaptação destes organismos fazendo com que as espécies invasoras se estabeleçam com maior facilidade em ambientes climáticos e similares à sua região de origem (ZILLER, 2001).

Por apresentar várias dessas características, *Pittosporum undulatum* Vent. (Pittosporaceae), conhecida popularmente como pau incenso ou cafezinho, tem gerado grande preocupação quando o assunto é preservação ambiental e restauração ecológica. Devido aos graves impactos causados pela sua invasão e pelo contínuo crescimento de suas populações, estudos invasão biológica já vêm apontando sua presença no Rio Grande do Sul, no entanto as populações presentes no estado não possuem observações aprofundadas (KARAM; CARDOSO, 2010; VENKE, 2018; DE FREITAS et al. 2019).

De origem australiana, *P. undulatum* ocorre espontaneamente em florestas do sul Brasil, sendo que os indivíduos alcançam altura 7 a 16 m de altura e 7 m de largura de dossel (GLEADOW, 1982; LORENZI et al., 2003, MIELKE, 2012), entretanto o ciclo de vida desta espécie é pouco conhecido, sabendo-se quase nada sobre sua longevidade (GOODLAND; HEALEY, 1996).

As folhas são perenes e caracteristicamente onduladas nas bordas, dando nome a espécie. A floração começa a partir do quinto ano de idade, ocorrendo entre setembro e novembro, exibem inflorescências de flores brancas muito perfumadas geralmente unissexuadas (Figura 1) (LORENZI et al., 2003). A frutificação acontece entre maio e julho para o hemisfério sul, os frutos são do tipo cápsula de em média 12 cm de diâmetro contendo em torno de 20 sementes, amarelados a alaranjados, aromáticos. Em geral a abertura dos frutos inicia no mês de outubro (INSTITUTO HÓRUS, 2019) (Figura 2). A produção de sementes é alta podendo chegar a 37.500 sementes/ind. (INSTITUTO HÓRUS, 2019), são dispersas por hidrocoria e zoocoria (BANKS, 2005), mas principalmente ornitocoria em destaque várias espécies de sabiá (*Turdus* spp.) (FONSECA; ANTUNES, 2007). Estudos recentes já demonstraram a interação positiva entre Bem-Te-Vis (*Pitangus sulphuratus*) e *Pittosporum undulatum* em Pelotas, além da dispersão e possível deposição em sítios apropriados para germinação, o consumo por Bem-Te-Vis também favoreceu a germinação da espécie em comparação com sementes não predadas (DE FREITAS et al., 2020).



Figuras 1 e 2- Fotografias das flores (1) e frutos (2) de *Pittosporum undulatum* Vent.

Autoria: Thales Castilhos, 2019

Atualmente a espécie é encontrada nos cinco continentes incluindo países como Austrália, Nova Zelândia, Jamaica, Estados Unidos, Cuba, Bolívia, México, Chile, Brasil, Colômbia, Índia, Israel, França, Portugal, Espanha, Reino Unido, China e África do Sul. No Brasil é possível encontrar indivíduos de *P. undulatum* no Distrito Federal, Paraná, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (SANTA CATARINA. 2010; SANTANA, ENCINAS, 2008). No extremo sul do país é encontrada nos municípios de Nova Prata, Erechim, Pelotas, Veranópolis e Capão do Leão (INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, 2019). Em sua área de ocorrência natural, a espécie ocupa variadas formações florestais, incluindo a Floresta Tropical, Floresta Esclerófila Molhada ou Seca, Savana

(GOODLAND; HEALEY, 1996). Fora da área de ocorrência natural, especificamente no Rio grande do Sul ocorre na Floresta Estacional Semidecidual e na Floresta Ombrófila Mista, especialmente as regiões litorâneas (GLEADOW, 1982; MIELKE, 2012; NEGRELLE, 2018).

*Pittosporum undulatum* é uma espécie oportunista, se beneficiando dos impactos causados pelas atividades humanas, como a destruição de habitats, alteração de níveis nutricionais do solo e mudanças do regime de incêndios, para conquistar novos ambientes (NEGRELLE, 2018). Sua introdução foi impulsionada devido ao fato de ser utilizada em áreas urbanas como ornamental, composição de cortina vegetal ou cerca-viva, tal emprego de se deve provavelmente pelo odor agradável de suas flores, como também por seus frutos de coloração vívida amarelo-alaranjada que atraem aves (GOODLAND; HEALEY, 1996; MIELKE, 2012).

Tais características da espécie favorecem sua dispersão, estabelecimento e invasão, assim como a adaptabilidade frente a diferentes tipos de solo, luminosidade e altas concentrações de nutrientes e altas taxas de germinação (ANPSA, 2019). Além disso, também contribuem para a invasão biológica da espécie, o alto rendimento de mudas, dispersão ornitocórica eficiente (GOODLAND; HEALEY, 1996) e o crescimento favorecido pela abertura de clareiras (NEGRELLE, 2018). Apesar disso, é consenso que o principal vetor de dispersão da espécie é o uso antrópico (GLEADOW, 1982; GOODLAND; HEALEY, 1996).

*Pittosporum undulatum* teve sua área de ocorrência expandida rapidamente após a sua introdução na Europa (GLEADOW, 1982). No Brasil, é registrada como espécie exótica invasora (IES) em várias áreas do sul e sudeste nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, como também no centro-oeste nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Distrito Federal (INSTITUTO HÓRUS, 2019). Constando também na lista gerada pela Pesquisa Nacional de Espécies Invasoras (BRASIL, 2006).

Esta espécie é considerada ecologicamente importante, a julgar pela degradação ambiental que desencadeia, principalmente por reduzir áreas de matas nativas preservadas (INSTITUTO HÓRUS, 2019). A alta capacidade dos indivíduos de *P. undulatum* em atrair polinizadores diminui a disponibilidade desses agentes para os outros indivíduos da comunidade, ao mesmo tempo maximizando a produção de seus frutos (GOODLAND; HEALEY, 1996). Suas folhas que liberam toxinas inibem o

crescimento de outras plântulas próximas, diminuindo a diversidade dos ambientes invadidos, da mesma maneira que seu caule de casca lisa impossibilita a fixação de plantas epífitas (GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2019).

Segundo Karam e Cardoso (2010) os impactos causados pela invasão de *Pittosporum undulatum* são observados em várias Áreas de Preservação Permanente (APP) no Rio Grande do Sul, devido o acelerado crescimento de suas populações limita o ciclo natural de sucessão nos ecossistemas pelo sombreando causado nos ecossistemas e pelo desenvolvimento veloz em ambientes com baixa disponibilidade de luz. De acordo com os autores, a espécie ocorre no extremo sul do Brasil em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual de mata secundária, na de transição da Serra do Sudeste com a planície costeira.

Com tudo, pesquisas sobre a ecologia da espécie invasora e processos de colonização locais ainda são necessárias. Sendo essenciais para predizer o potencial da invasão, a expansão geográfica latente e entender as respostas adaptativas da espécie a novos ambientes. A ecologia de populações oferece uma abordagem funcional das interações existentes entre os organismos e os fatores ambientais que os afetam e que por eles são afetados (PERONI; HERNÁNDEZ, 2011). Quando analisamos fatores-chave da autoecologia de uma espécie como a abundância, distribuição e fatores que regulam sobrevivência, podemos elaborar formas de manejo e controle da invasão mais eficazes, com o objetivo de minimizar os prejuízos da espécie sobre a biodiversidade e a economia.



## **2. Objetivos**

### **2.1.1. Objetivo Geral**

Estudar a autoecologia de *Pittosporum undulatum* Vent. em um fragmento de floresta secundária na encosta da Serra do Sudeste.

### **2.1.2. Objetivos Específicos**

- Determinar a estrutura da população de *Pittosporum undulatum*;
- Definir o padrão de distribuição espacial da população da espécie;
- Avaliar os fatores ambientais que afetam o recrutamento de indivíduos da espécie;
- Apoiar a definição de ações de controle e monitoramento da espécie.

### **3. Metodologia**

#### **3.1. Área de estudo**

Biogeograficamente a Serra do Sudeste desempenha um papel ímpar na paisagem do Rio Grande do Sul, respalda um dos dois principais corredores florestais de imigração de espécies tropicais e abriga alguns dos poucos remanescentes primários de Floresta Estacional Semidecidual do estado (RAMBO, 1961; JARENKOW; WAECHTER 2001; JURINITZ; JARENKOW, 2003). O presente estudo foi realizado em um fragmento secundário de Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012) situado na encosta da Serra do Sudeste, precisamente na Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS (Figura 3). A área está localizada nas coordenadas geográficas latitude 31°37'17.55" S longitude 52° 31' 08.50" O, com altitude de 210 m.

Conforme o sistema de Köppen o clima se enquadra no grupo Cfa Mesotérmico, uma vez que as temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo de 18°C e são superiores a 3°C (ALVARES et al., 2013). O clima é úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, sem estação seca definida e textura do solo (Argissolo Vermelho Amarelo). De acordo com dados da Estação Agroclimatológica de Pelotas (2017), referente aos últimos 30 anos, a média das temperaturas mínimas anuais é de 13,8°C, enquanto a média anual das máximas é de 22,9°C, sendo a temperatura média anual de 17,8°C. Quanto aos índices de precipitação pluviométrica, o valor médio anual apresentado pela região é de 1366,9 mm.

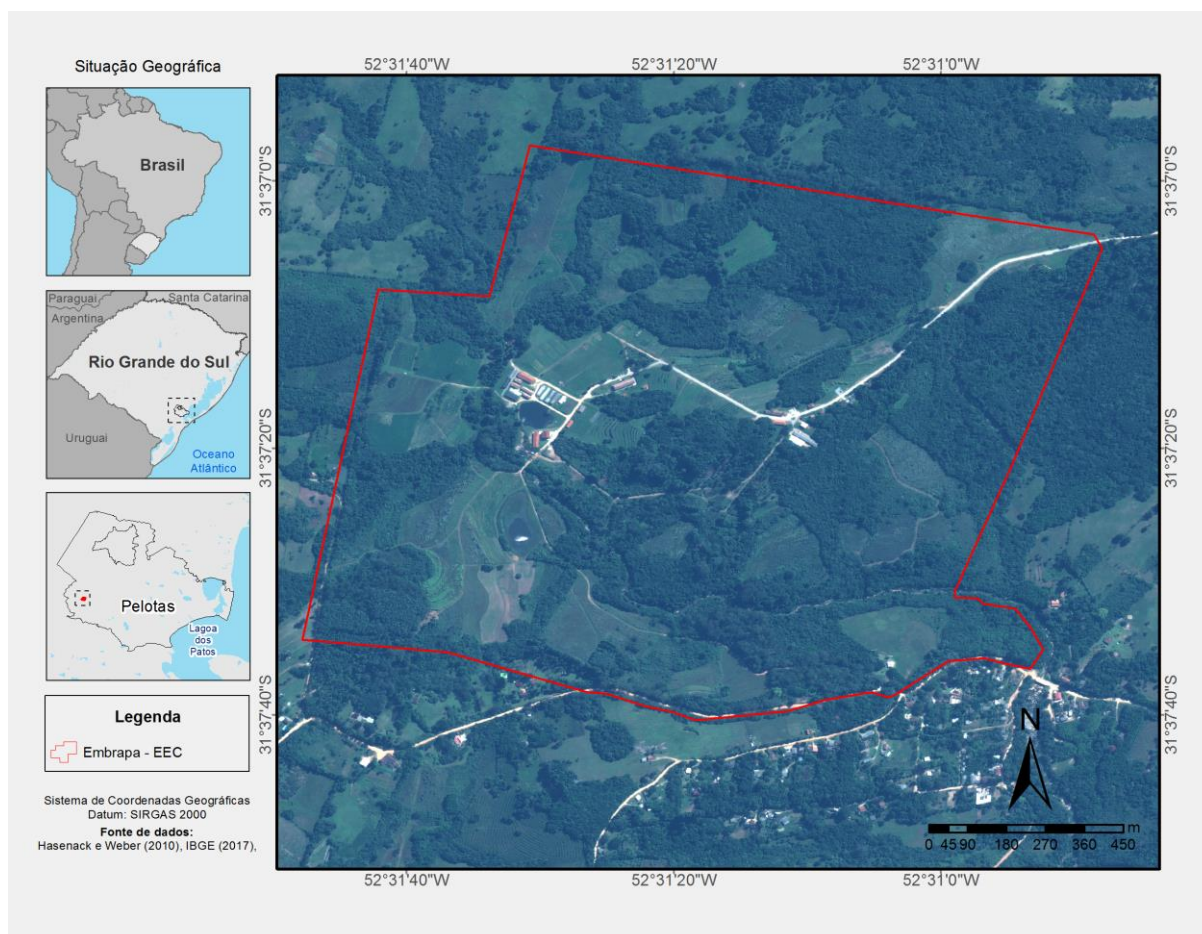


Figura 3- Mapa de Localização das áreas de estudo – Brasil, Rio Grande do Sul, Pelotas com destaque para a Estação Experimental Cascata no contexto da paisagem.  
Fonte: Autora.

O que se conhece do histórico de uso do solo da área em estudo inicia no final da década de 1970, com o cultivo de um pomar de pêsego (*Prunus persica*) e noqueira macadâmia (*Macadamia* sp.) que foi mantido até o início da década de 1980, quando foi desativado. Posteriormente a área foi utilizada para cultivos esporádicos de batata e cebola de forma experimental e pontual, permanecendo em pousio desde então entre duas áreas de lavoura. Atualmente o fragmento tem uma vegetação de grande porte bem desenvolvida, entretanto sofre com a contaminação biológica de cafezinho, que por ser uma exótica altamente invasora tem dominado a comunidade (KARAM; CARDOSO, 2010). O processo de invasão da espécie no fragmento provavelmente se deu devido a uma introdução proposital, relatos indicam que a espécie foi inserida como ornamental na região, e muito provavelmente a invasão na área em estudo aconteceu no mesmo período, favorecida possivelmente pela remoção da vegetação nativa e dispersão ornitocórica.

### 3.2. Amostragem

Foram distribuídas aleatoriamente oito unidades amostrais de 20 x 20 m (0,32 ha) (Figura 4), nas quais foram contabilizados e avaliados todos os indivíduos vivos de *P. undulatum* que apresentaram diâmetro à 1,30 m do solo (DAP),  $\geq 5$  cm. Em subunidades (4 subparcelas x 8 parcelas) de 5 x 5 m cada foram observados indivíduos da espécie considerados como jovens, de DAP  $< 5$  cm e altura (H)  $\geq 1$  m) e em 32 subunidades (4 miniparcelas x 8 parcelas) de 2,5 x 2,5 m foi observado o estrato baixo de indivíduos, considerados como regenerantes da espécie (indivíduos com H  $\geq 10$  cm e H  $< 1$  m) (FELFILI, 2011; MIELKE, 2012; NEGRELLE, 2018) (Figura 5).



Figura 4- Imagem de satélite do fragmento secundário na Estação Experimental Cascata, em destaque a localização das unidades amostrais estudadas.

Fonte: Autora.

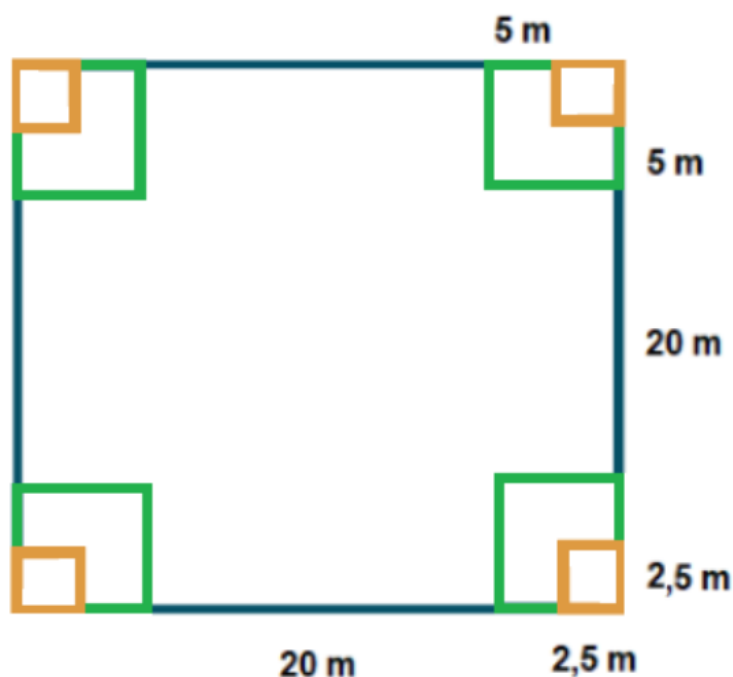


Figura 5- Croqui das unidades amostrais: parcelas de 20 x 20m (8), subunidades de 5 x 5 m (32) e subunidades de 2,5 x 2,5 m (32)  
Fonte: Autora.

As avaliações conduzidas nos indivíduos de *P. undulatum* encontrados dentro das unidades amostrais foram altura e diâmetro a 1,3 m, 0,3 m e na altura do solo nos indivíduos adultos, juvenis e regenerantes respectivamente, realizadas com auxílio de trena laser, fita métrica e paquímetro digital.

A fim de reunir informações sobre o status do ambiente invadido, dentro das 32 subunidades amostrais de 2,5 m x 2,5 m foi feita a quantificação de cobertura de dossel através de fotos (câmera Nikon, lente nikor Fisheye 6.5mm f/3.5) examinadas pelo aplicativo Gap Light Analyzer (2020) e a porcentagem de rocha presente nas parcelas estimada visualmente de acordo com quadrantes de 1,56 m<sup>2</sup>. Declividade e distância da borda foram obtidas através de coordenadas de GPS das mesmas subunidades a partir de imagens obtidas no Google Earth, analisadas no sistema de informações geográficas ArcGIS. Também nas 32 subunidades contamos o número de indivíduos com  $DAP \geq 1,91$  cm em um raio de 7,5 m. Optamos por essa faixa de inclusão pois observamos que alguns poucos indivíduos com  $DAP \geq 1,91$  cm já podem apresentar estruturas reprodutivas, o que pode afetar a dinâmica da regeneração. O raio de observação foi delimitado pela dimensão máxima do dossel para a espécie.

Um dos métodos mais utilizados quando são empregadas parcelas como forma de amostragem é a avaliação do padrão de distribuição espacial de indivíduos a partir dos dados de abundância, através do Índice de Dispersão de Morisita. Os valores de  $I_{mst}$  indicam o Índice de Morisita Padronizado, oscilando de -1 a 1, sendo o padrão de distribuição regular caracterizado por valores de  $I_{mst}$  variando entre -1 a -0,5, o padrão de distribuição aleatório por valores entre -0,5 a 0,5, enquanto o padrão agregado é caracterizado por valores maiores que 0,5 até 1 (ANJOS et al., 1998).

Com o objetivo de representar a estrutura da população de *P. undulatum*, fizemos uma classificação diamétrica dos indivíduos amostrados, desde a fase imatura até a fase adulta. Não sendo possível separar em categorias as árvores adultas das pré-reprodutivas, estabeleceram-se classes artificiais de diâmetro, desconsiderando os indivíduos com menos de 10 cm de altura devido à dificuldade de identificação. Para a determinação do número de intervalos da classificação diamétricas, da amplitude total e da amplitude de cada intervalo, foi utilizada a regra de Sturges (HIGUCHI et al., 2008):

$$K = 1 + 3,3 \times \log N$$

Onde: K, é o número de intervalos a ser determinado.

N, é o número de dados a serem distribuídos.

A amplitude total ( $A_t$ ) é dada por:

$$A_t = \frac{d +}{d -}$$

Onde:  $D_+$ , é o maior valor dos dados a serem distribuídos.

$D_-$ , é o menor valor no conjunto de dados.

E assim, determinando a amplitude do intervalo da distribuição:

$$A_i = \frac{A_t}{K}$$

Para o agrupamento dos dados da população e obtenção dos cálculos demonstrados foi utilizado o *software* Microsoft Excel 2010. A obtenção das classes

diamétricas e suas densidades por hectare foi feita com o uso do *software* R. As variáveis ambientais foram correlacionadas com os indivíduos regenerantes de *Pittosporum undulatum* através de análises de regressão utilizando o *software* Microsoft Excel 2010 e *software* R (R CORE TEAM, 2020).

#### 4. Resultados

Para todos os estágios ontogenéticos estudados (regenerantes, jovens e adultos) a estrutura populacional de *Pittosporum undulatum* assemelha-se a uma forma de “J-invertido”, registrando um grande número de indivíduos dentro das classes de tamanhos menores, tendendo para uma distribuição exponencial negativa (Figura 6).

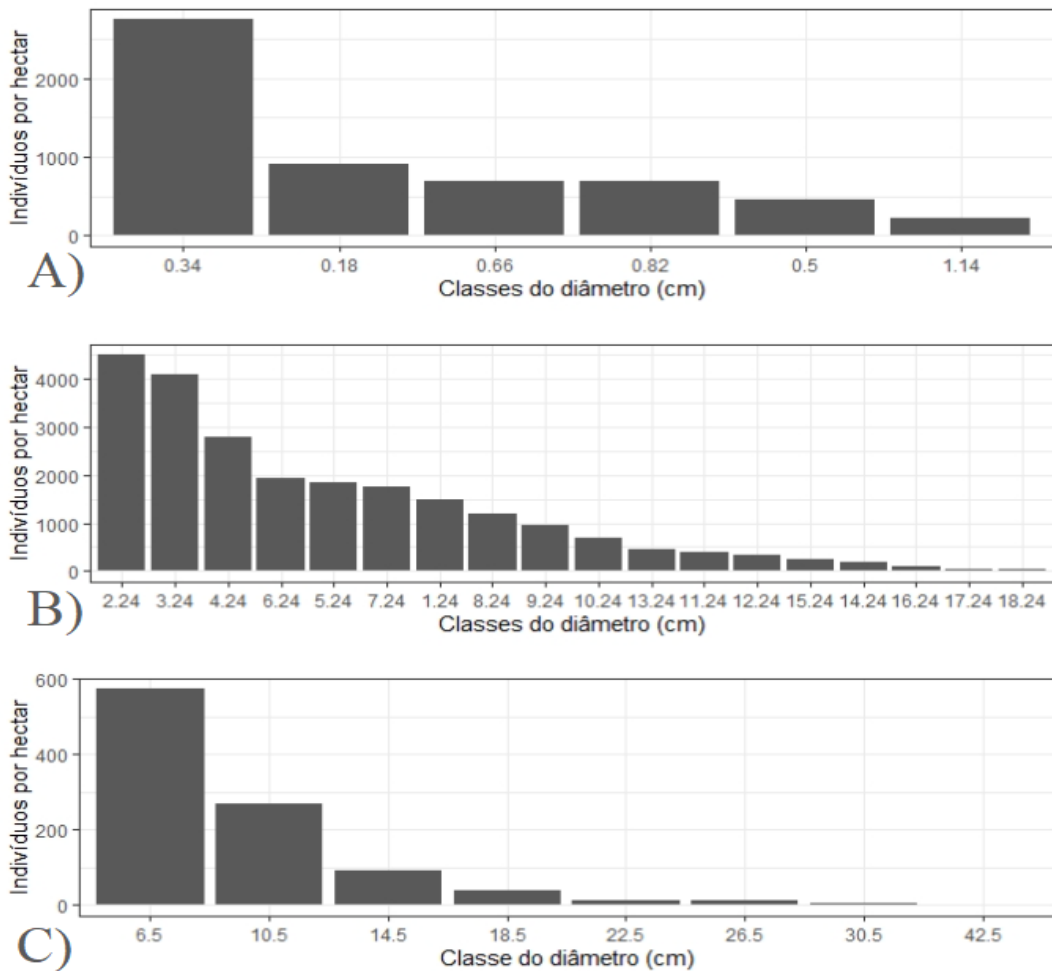


Figura 6 - Gráficos representando as classes diamétricas dos indivíduos regenerantes (A), juvenis (B) e adultos (C) de *Pittosporum undulatum* amostrados e suas densidades por hectare.



No que diz respeito à estrutura vertical da população de *P. undulatum*, os indivíduos tiveram suas alturas representadas em gráficos box-plot (Figura 7). A mediana da altura dos indivíduos adultos é de 8,5 m, sendo que o indivíduo mais alto atingiu 18 m. Os indivíduos juvenis variaram de 1 m a 8 m e tiveram a mediana indicada aos 2,3 m, enquanto os indivíduos regenerantes tiveram a mediana de altura de 0,51 m, variando de 0,15 m até 0,95 m.

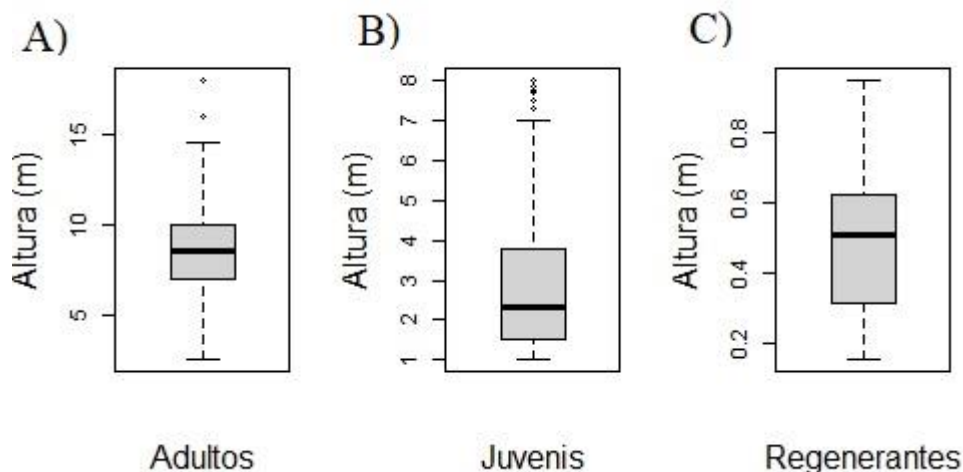


Figura 7- Gráficos box-plot das alturas dos indivíduos adultos (A), juvenis (B) e regenerantes (C) de *Pittosporum undulatum*. É possível verificar a mediana, primeiro e terceiro quartil, as hastes inferiores e superiores se estendendo até os limites inferiores e superiores expressando a variabilidades das alturas dos indivíduos amostrados e os valores discrepantes (*outliers*), representados por asteriscos.

Fonte: Autora

Os padrões de distribuição dos indivíduos regenerantes apresentaram um Índice de Dispersão de Morisita (*imst*) de -0,38 que os caracteriza distribuídos em um padrão aleatório. Quanto os indivíduos juvenis e adultos os valores de *imst* encontrados foram de 0,51 e 0,55 respectivamente, caracterizando um padrão de distribuição agregado.

A declividade das unidades amostradas variou de 5,46° até 12,35°; a cobertura de rocha no solo dentro das parcelas de 2,5 x 2,5 m variou de 0 - 80 %; a abertura do dossel variou de 8 - 28 %; a distância das unidades amostradas e a borda do fragmento variou de 15 m até 75 m; e quanto aos indivíduos em idade reprodutiva (diâmetro maior que 1,91 cm) identificados de 9 até 126 indivíduos em um raio de 7,5.

As cinco variáveis (declividade, cobertura de rocha no solo, abertura do dossel, distância da borda, e número de ind. com DAP  $\geq 1,91$  cm em um raio de 7,5 m) foram correlacionadas aos indivíduos regenerantes de *P. undulatum* a partir de um modelo *loglinear* ajustado (GLM), a fim de verificar se há relação funcional entre essas (Tabela 1). Tal modelo demonstrou efeito significativo da declividade sobre a abundância dos indivíduos regenerantes de *P. undulatum* ( $\beta = -0.33$ ;  $P = 0,03$ ), revelando uma correlação negativa entre as variáveis. O modelo não demonstrou efeito significativo da cobertura de rocha no solo sobre a regeneração da espécie ( $P = 0,47$ ), bem como para a para a variável abertura do dossel ( $P = 0,14$ ). Para a variável distância da borda do dossel, a correlação não significativa quanto aos indivíduos regenerantes de *P. undulatum* ( $P = 0,56$ ) e para o efeito da abundância de indivíduos com DAP  $\geq 1,91$  cm, em um raio de 7,5 m sobre a abundância de plântulas de *P. undulatum*, o modelo não demonstrou significância (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo do modelo *loglinear* ajustado para o efeito da declividade, cobertura de rocha abertura do dossel, distância da borda e quantidade de indivíduos com DAP  $\geq 1,91$  cm na abundância de plântulas de *Pittosporum undulatum*.

Variável	Coefficiente estimado ( $\beta$ )	Erro Padrão	P
Intercepto	3.44	1.71	0.09 .
Declividade relativa	-0.33	-2.13	0.03 *
Cobertura de rocha	-0.01	-0.71	0.47
Abertura do dossel	0.06	1.46	0.14
Distância da borda	0.01	0.52	0.60
Abundância de indivíduos com DAP $\geq 1,91$ cm	0.01	1.52	0.13
AIC		80.99	

Legenda: Os graus de significância estão representados da seguinte forma: 0.001(\*\*\*), 0.01 (\*\*), 0.05 (\*), 0.1 (.), 1 ( ).

Fonte: Autora

## 5. Discussão

Odum (2007) definiu dois padrões básicos de estrutura de populações, em forma de “J” e a forma de crescimento sigmóide ou em S, podendo os dois padrões se misturarem e/ou se combinarem, de acordo com as características de cada organismo ou meio. No caso da população de *P. undulatum* as oscilações bruscas características da forma em “J” são observadas nas classes de indivíduos menores da população tendendo principalmente para J-invertido, com um declínio claro do número de indivíduos mais jovens para os mais velhos.

Semelhante ao observado neste estudo, Gleadow e Ashton (1981) e Mullett (1996) já observaram altas frequências em indivíduos de tamanho menor para populações de *P. undulatum*, sendo relatado pelos autores como um comportamento tipicamente observado em população de espécies exóticas invasoras, como *Ilex europaeus* e *Prunus laurocerasus*. Mielke (2012) discutindo a dinâmica de *P. undulatum* sugeriu que o maior número de juvenis do que de plântulas, semelhante ao encontrado neste levantamento, indicaria um período de morte das plântulas recente, devido a esse estágio de desenvolvimento ser muito suscetível a mudanças ambientais, dado o elevado número de sementes e a possibilidade de recrutamento contínuo da espécie. Semelhantemente, Silva, Aragaki e Nascimento (2005) em seu levantamento na cidade de São Paulo, relataram que dos 256 indivíduos de *P. undulatum* encontrados, 50% eram jovens, 30% eram arbóreos e 20% eram plântulas. Tal estrutura populacional foi descrita pelas autoras como resultado da localização dos indivíduos adultos em áreas sombreadas, prejudicando a germinação.

Mullett (1996) comparou duas populações de *P. undulatum* na Austrália, uma dentro da área de ocorrência natural para a espécie e uma fora, em um local invadido.

A população mais equilibrada foi observada na área dentro da faixa natural de ocorrência. No local invadido o número médio de indivíduos nas categorias de mudas e juvenis foi consideravelmente maior, indicando que essas populações ainda estão em processo de bioinvasão. O crescimento da população estudada neste levantamento também se confirma quando comparamos os dados obtidos neste estudo e os de Karam e Cardoso (2010), realizados em áreas muito próximas. Em seus levantamentos fitossociológicos, os pesquisadores encontram 288 indivíduos adultos (DAP > 5 cm) de *P. undulatum* em área de 0,36 ha (800 indivíduos ind/ha). Entretanto, a fim de comparar mais precisamente o desenvolvimento da invasão da espécie, apenas o fragmento II do estudo de 2010 foi comparado por ser o mais próximo do presente estudo. No fragmento II, estes pesquisadores estimaram 689 ind/ha de *P. undulatum*, quando comparado ao levantamento registrado neste trabalho, houve um aumento percentual de mais de 45% na população de indivíduos adultos da espécie em uma década.

Uma ferramenta muito utilizada para entender o comportamento de diversos fenômenos em estudos de populações são os padrões de distribuição espacial, que podem fornecer informações sobre a ecologia, além de subsidiar estratégias de manejo e controle de espécies exóticas (DOS SANTOS, 2020). Os indivíduos regenerantes apresentaram um padrão de distribuição aleatório ( $-0,5 < I_{mst} < 0,5$ ), enquanto os juvenis revelaram um padrão agregado ( $I_{mst} > 0,5$ ). Na área estudada, a distribuição observada de *P. undulatum* pode-se inferir que reflita a padrão de colonização da espécie, a partir de fontes próximas de propágulos e da dispersão ornitocórica. Gleadow (1982) já demonstrou o papel da dispersão por pássaros na distribuição irregular de *P. undulatum*, como também De Freitas et. al (2019) já relataram a eficiente dispersão de *Pittosporum undulatum* por *Pitangus sulphuratus* em áreas próximas.

Como verificada neste trabalho, a ocorrência e correlação de *Pittosporum undulatum* com áreas declivosas já foi relatada em diversos ambientes, ocorrendo nas *Blue Mountains* na Jamaica em florestas secundárias (BELLINGHAM; TANNER; HEALEY, 2005), na Ilha do Pico do Arquipélago dos Açores em Portugal (HORTAL, 2010) e em áreas periféricas de Sydney na Austrália (ROSE, 1997). A declividade da superfície do solo notoriamente é um fator que interfere na distribuição das populações florestais e na geração de uma variedade de situações ambientais

(CARDOSO; SCHIAVINI, 2002), como mosaicos de áreas inundadas e drenadas que se alternam durante o ano, como também na distribuição de nutrientes em gradiente longo do perfil (GANDOLFI, 2000).

Em algumas espécies florestais é possível observar que a regeneração é favorecida por esses ambientes, graças às condições instáveis do terreno provocadas pelos fragmentos rochoso erodidos, onde espécies arbóreas de grande porte tem dificuldade de fixação e estabilização. Quando se trata do sistema radicular de *Pittosporum undulatum*, dependendo da textura e compactação do solo, revela-se de forma variável. Em solos arenosos e profundos é esperado um sistema radicular concentrado e longo, enquanto que em solos compactados, como no caso deste estudo os argilosos, é provável que se encontre grandes raízes laterais que se espalham pelas camadas superiores onde há oferta de água (GLEADOW; ASHTON, 1981). Contudo a relação da cobertura de rocha no solo não teve interferência significativa sobre os indivíduos regenerantes de *P. undulatum*.

A disponibilidade hídrica é apontada por Gleadow, Rowan e Ashton (1983) como o principal fator na sobrevivência de mudas de *Pittosporum undulatum*, sendo provavelmente a causa para a relação negativa entre declividade e densidade de regenerantes encontrada neste estudo. A drenagem imperfeita gerada pelas variações topográficas de terrenos declivosos, em superfícies aplanadas favorece a infiltração da água no solo, determinando a germinação, estabelecimento e sobrevivência de plântulas, em períodos de estiagem estacional (CARDOSO; SCHIAVINI, 2002). As mudas de *P. undulatum* quando submetidas a diferentes tratamentos de temperatura, luminosidade e estresse hídrico, apresentaram sinais de murchamento ou a redução acentuada da transpiração somente nos tratamentos em que as plantas foram submetidas ao déficit hídrico crítico. As características apresentadas pela espécie como uma cutícula fina com 3 µm de espessura (ASHTON et al. 1975) e raízes rasas (GLEADOW; ROWAN, 1982) conferem a espécie não adaptação à mudanças no ambiente de desenvolvimento mas tolerância, visto que as folhas que não caem quando estressadas mas murcham e se recuperam quando reidratadas (GLEADOW; ROWAN, 1982).

Um dos principais fatores que se acreditava influenciar na regeneração de *Pittosporum undulatum* e acabou por revelar um resultado neutro foi a interferência da abertura do dossel sobre os indivíduos regenerantes. Reforçando o entendimento

sobre a plasticidade de *P. undulatum* às diferentes condições de luminosidade, já discutida por diversos autores desde os primeiros trabalhos falando sobre a ecologia da espécie (GLEADOW, 1982; GLEADOW; ROWAN, 1982; GLEADOW; ROWAN; ASHTON, 1983; MULLET, 1996). Podendo ser observada neste estudo pela presença de indivíduos regenerantes em desde as menores até as maiores aberturas do dossel. O estabelecimento e aglomeração de mudas de *P. undulatum* sob as copas das árvores, em áreas mais sombreadas é apontado como fator favorável e de grande vantagem, por causa de sua maior tolerância à seca na sombra (GLEADOW, 1982). Contudo as maiores taxas de crescimento relativo são observadas em mudas bem irrigadas sob altas densidades de fluxo de fótons (GLEADOW; ROWAN; ASHTON, 1983). Os efeitos adversos das densidades de fluxo de fótons na sobrevivência de mudas de *P. undulatum* sustenta a hipótese de que a regeneração de mudas invasoras em seu primeiro ano depende do microclima influenciado por vários fatores.

Além das condições ambientais naturais, uma variedade de outros fatores podem determinar a estrutura espacial das espécies, um desses fatores são os impactos antropogênicos (CLARK; PALMER; CLARK, 1999). A interferência de áreas antropizadas na população de *P. undulatum*, foi um destes fatores avaliados, alcançado a partir da proximidade com a borda do fragmento e a relação quanto a densidade de indivíduos regenerantes, revelando uma correlação não significativa. Apesar disso, segundo Rose (1997), também não encontrando uma correlação significativa estatisticamente entre densidade de indivíduos de *P. undulatum* e o mesmo fator, sugeriu que a perturbação humana mesmo não sendo um fator determinante a invasão, poderia ter influência indiretamente, fornecendo locais com solo descoberto e revolvido, copa mais abertas e/ou pela adição de nutrientes de resíduos domésticos, jardins e áreas de cultivo como é o caso da área em estudo. *P. undulatum* também por ser adaptado para se recuperar de danos físicos graves, como corte e ser tolerante a diferentes aberturas de dossel é correto afirmar que se favorece da proximidade com áreas perturbadas pela ação humana (GLEADOW, 1982).

Buscando compreender os processos de regulação dentro da população de *P. undulatum* se avaliou a correlação entre indivíduos em idade reprodutiva e regenerantes, o resultado foi uma correlação neutra, o que revela a interferência de mais fatores na regeneração da espécie. O mesmo foi encontrado por Marques e Joly (2000) comparando populações de *C. brasiliense*, as quais apresentam estruturas

bastante semelhantes, mas densidades discordantes. Isto sugere que fatores relacionados às relações existentes dentro da própria espécie não são os únicos fatores na determinação da estrutura das populações, provavelmente as condições físicas de cada sítio e as relações com a biota devam ser mais importantes na regulação de sua abundância que as relações existentes dentro da própria população.

## **6. Conclusão**

A estrutura da população de *Pittosporum undulatum* levantada neste estudo revela uma distribuição diamétrica em forma de J-invertido, refletindo uma população bem estabelecida com recrutamento estável. A redução dos números em classes de tamanho maiores observadas aqui, sugere que neste estágio de crescimento a mortalidade seja mínima, sendo possivelmente um dos fatores condicionantes para os padrões de distribuição espaciais encontrados, aleatório para os indivíduos regenerantes e agregado para os juvenis e adultos. O efeito das variáveis ambientais sobre as mudas de *P. undulatum* foi significativo somente para a variável declividade, demonstrando a adaptabilidade da espécie em uma ampla diversidade de microambientes onde se estabelece.

Este potencial de invasão de *Pittosporum undulatum* deve ser seriamente abordado, sendo uma espécie dispersa por pássaros nativos é provável que se espalhe mais e se torne um componente considerável dessas florestas com o tempo. Mediante o exposto, é indicado o controle imediato dos indivíduos regenerantes e juvenis, devido a substancial frutificação iminente e o controle causar menor impacto sobre a estrutura do dossel no fragmento impactado.



## Referências

- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S. l.] v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ANJOS, A. et al. Análise do efeito de um manejo em regime de rendimento sustentável sobre o padrão de distribuição espacial do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius), utilizando a função K de Ripley. **Revista árvore**, v. 22, n. 2, p. 215-225, 1998.
- ANPSA. **Australian Native Plants Society - *Pittosporum undulatum***. Disponível em: <http://anpsa.org.au/p-und.html> Acesso em: 10 de janeiro de 2019.
- ASHTON, D. H.; BOND, H.; MORRIS, G. C. Drought damage on Mount Towrong [injuries to woodlands caused by 1967-68 drought, study of ecotones between various communities, relative drought resistance of species, Victoria]. In: **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**. 1975.
- BANKS, RESERVOIR. Espécies vegetais invasoras em comunidades florestais nativas nas margens da represa do Vossoroca, APA de Guaratuba, Paraná, Brasil. 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/>. Acessado em: 10 de setembro de 2019.
- BELLINGHAM, Peter J.; TANNER, Edmund VJ; HEALEY, John R. Hurricane disturbance accelerates invasion by the alien tree *Pittosporum undulatum* in Jamaican montane rain forests. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, n. 6, p. 675-684, 2005.
- BRADSHAW, Corey J.A. et al. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. **Nature communications**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Brasília: MMA, 2006. 24 p
- BOTELHO, R. **Território e meio ambiente**. In: IBGE (Ed.). Atlas nacional do Brasil Milton Santos . Rio de Janeiro/ RJ: [s.n.]. p. 307. 2010
- CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. V. A. N. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 277-289, 2002.
- CLARK, David B.; PALMER, Michael W.; CLARK, Deborah A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology**, v. 80, n. 8, p. 2662-2675, 1999.
- DE FREITAS, Thales Castilhos et al. Fitossociologia de fragmento de floresta estacional semidecidual com presença da bioinvasora *Pittosporum undulatum* Vent.

In: SEMANA INTEGRADA UFPEL, 5.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 21., 2019, Pelotas. **Anais**. 4 p. Pelotas, ENPOS., 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1117336/1/GuarinoENPOS.pdf/>. Acessado em: 20 de novembro de 2020.

DE FREITAS, Thales Castilhos et al. The effect of seed ingestion by a native, generalist bird on the germination of worldwide potentially invasive trees species *Pittosporum undulatum* and *Schinus terebinthifolia*. **Acta Oecologica**, v. 108, p. 103, 2020.

DOS SANTOS, Joana Farias; SILVA, Jeane Vieira. Dispersão, distribuição espacial e potencial de dominância da *Acacia Mangium* Willd. em remanescente de Mata Atlântica no distrito de Helvécia, Bahia. **Revista Mosaicum**, 2020 n. 31, p. 81-96, 2020.

ESPÍNOLA, Luis A.; FERREIRA Júlio Horácio. Especies invasoras: Conceptos, modelos y atributos. **Interciencia**, v. 32, n. 9, p. 580-585, 2007.

FELFILI, Jeanine Maria et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: UFV, v. 1, p. 556, 2011.

FONSECA, F. Y.; ANTUNES, A. Z. Frugivoria e predação de sementes por aves no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v.19, n.2, p.81-91, 2007.

GANDOLFI, Sergius; LEITÃO FILHO, Hermógenes. de Freitas.; BEZERRA, Carlos Lineu F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GAP LIGHT ANALYZER (Version 2.0) Available at: <https://www.sfu.ca/rem/forestry/downloads/gap-light-analyzer.html>>/>. Accessed on: May 12 2020.

GLEADOW, Roslyn M.; ASHTON, David H. Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of central Victoria. I. Invasion patterns and plant morphology. **Australian Journal of Botany**, v. 29, n. 6, p. 705-720, 1981.

GLEADOW, Roslyn M. Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of central Victoria. II. Dispersal, germination and establishment. **Australian Journal of Botany**, v. 30, n. 2, p. 185-198, 1982.

GLEADOW, Roslyn M.; ROWAN, Kingsley S. Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of central Victoria. III. Effects of temperature and light on growth and drought resistance. **Australian Journal of Botany**, v. 30, n. 3, p. 347-357, 1982.

GLEADOW, Roslyn M.; ROWAN, Kingsley S.; ASHTON, David H. Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of central Victoria. IV. Shade tolerance. **Australian Journal of Botany**, v. 31, n. 2, p. 151-160, 1983.

**Global Invasive Species Database** (2019) Species profile: *Pittosporum undulatum*. Disponível em: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=344/> Acessado em: 24 de junho de 2019.

GOODLAND, T.; HEALEY, J. R. **The invasion of Jamaican montane rainforests by the Australian tree *Pittosporum undulatum***. Bangor: School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, 1996.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, AJN BIOMETRIA FLORESTAL. Instituto nacional de pesquisas da Amazônia. Coordenação de pesquisas em silvicultura tropical. Laboratório de Manejo Florestal. Manaus- AM. 2008..

HORTAL, Joaquín et al. Assessing the areas under risk of invasion within islands through potential distribution modelling: the case of *Pittosporum undulatum* in São Miguel, Azores. **Journal for Nature Conservation**, v. 18, n. 4, p. 247-257, 2010.

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL. **Espécies: *Pittosporum undulatum*- características gerais** Disponível em: <[www.institutohorus.org.br](http://www.institutohorus.org.br)> Acesso em: 10 de abril de 2019

JARENKOW, Joao Andre; WAECHTER, Jorge Luiz. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista brasileira de botânica**. São Paulo. Vol. 24, n. 3 (2001), p. 263-272, 2001.

JURINITZ, Cristiane Follmann; JARENKOW, Joao Andre. Estrutura de um componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista brasileira de botânica**. São Paulo. Vol. 26, n. 4 (2003), p. 475-487, 2003.

KARAM, L. de M.; CARDOSO, J. H. Caracterização fitossociológica do impacto de *Pittosporum undulatum* VENT. em três Fragmentos de floresta estacional semidecidual (FESD) na encosta da serra do Sudeste, Pelotas, RS. **Embrapa Clima Temperado-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2010.

LAKE, Janet. C.; LEISHMAN, Michelle R. Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. **Biological Conservation**, v. 117, n. 2, p. 215-226, 2004.

LORENZI, Harri. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2003.

MACK, Richard. N. et al. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. **Ecological applications**, v. 10, n. 3, p. 689-710, 2000.

MMA. **Monitoramento do desmatamento em todos os biomas do país**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/5399-mma-comeca-a-monitorar-desmatamento-em-todos-os-biomas-do-pais.html>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

MAPBIOMAS v.5.0. **Dados de cobertura UF-BIOMAS**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/estatisticas>. Acesso em: 15 dez 2020.

MARQUES, Márcia.; JOLY, Carlos Alfredo. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 23, n. 1, p. 107-112, 2000.

MIELKE, Erica Costa. **Árvores exóticas invasoras em unidades de conservação de Curitiba, Paraná: subsídios ao manejo e controle**. 2012. Tese de Doutorado (Programa de PósGraduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo)- Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MULLETT, Trudi L. et al. Ecological aspects of sweet pittosporum (*Pittosporum undulatum* Vent.): implications for control and management. In: **11th Australian Weeds Conference proceedings: where in the world is weed science going**. 1996. p. 489-492.

NEGRELLE, Raquel Rejane Bonato et al. *Pittosporum undulatum* Vent.: subsidies to the control and management. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 4, p. 295-302, 2018.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. tradução da 5 edição americana. São Paulo, São Paulo: Thompson, 2007.

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

PERONI, N.; HERNÁNDEZ, M. I. M. **Ecologia de Populações e Comunidades**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <<https://www.R-project.org/>>. Accessed on: May 12 2020.

ROSE, Stefan. Influence of suburban edges on invasion of *Pittosporum undulatum* into the bushland of northern Sydney, Australia. **Australian Journal of Ecology**, v. 22, n. 1, p. 89-99, 1997.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CONSEMA N° 11**, de 17 de dezembro de 2010. Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina.

SANTANA, Otacílio Antunes; ENCINAS, José Imaña. Levantamento das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 29-38, 2008.

SANTOS, S.; SILVA, L. G. DA. Mapeamento por imagens de sensoriamento remoto evidencia o bioma Pampa brasileiro sob ameaça; doi:10.4025/bolgeogr.v29i2.12366. **Boletim de Geografia**, v. 29, n. 2, p. 49-57, 20 abr. 2012.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CBD). **Panorama da Biodiversidade Global 3**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas (MMA), 2010. 94 p

SILVA, F. H. DA; ARAGAKI, S.; NASCIMENTO, F. *Coffea arabica* L. e *Pittosporum undulatum* Vent: estudos populacionais e propostas de manejo. **Instituto de Botânica**, n. 1, 2005.

VENZKE, Tiago Schuch Lemos; MATTEI, Vilmar Luciano; DA COSTA, Maria Antonieta Décio. Exotic woody plants in Pelotas, Rio Grande do Sul, southernmost Brazil. **Check List**, v. 14, p. 203, 2018.

WESTBROOKS, R. **Invasive Plants, Changing the Landscape of America: Fact Book**. The Federal interagency Committee for Management of Noxious and Exotic Weeds. Washington, DC, v. 109, 1998.

ZILLER, Sílvia Renate. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.