

Bruna Hellen Ricardo

**ECOLOGIA DA INVASÃO BIOLÓGICA DE *Pinus* spp. NO
PARQUE ESTADUAL RIO CANOAS – SC**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis.
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Siminski.

Curitibanos
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ricardo, Bruna Hellen

Ecologia da invasão biológica de *Pinus* spp. no
Parque Estadual Rio Canoas / Bruna Hellen Ricardo ;
orientador, Maurício Sedrez dos Reis, coorientador,
Alexandre Siminski, 2019.

88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós
Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais,
Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2. Unidades de
Conservação. 3. Invasão biológica. 4. Espécies Exóticas
Invasoras. 5. *Pinus* spp.. I. Sedrez dos Reis, Maurício
. II. Siminski, Alexandre. III. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Ecossistemas Agrícolas e Naturais.
IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS E NATURAIS - PPGEAN

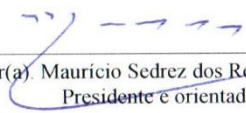
Termo de aprovação

Ecologia da invasão biológica de *Pinus* spp. no Parque Estadual Rio Canoas - SC

Por

BRUNA HELLEN RICARDO

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências, área de concentração Ciências Agrárias, no Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina, pela Comissão formada pelos membros:



Dr(a). Mauricio Sedrez dos Reis – UFSC
Presidente e orientador



Dr(a). Julia Carina Niemeyer – UFSC



Dr(a). Adelar Mantovani – UDESC

Curitibanos, 26 de fevereiro de 2019.

Este trabalho é dedicado à minha família.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por sua preocupação e cooperação na realização do trabalho. A toda compreensão e carinho em todos os momentos, e também ao auxílio psicológico e financeiro recebido.

Ao PPGEAN - Programa de Pós-graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina, e a todos os professores do programa que de alguma forma colaboraram com o conhecimento compartilhado para concretizar a pesquisa.

Ao orientador Professor Maurício Sedrez dos Reis, pelo auxílio e prontidão na pesquisa, incentivo, e a sensibilidade como professor e ser humano, mesmo com as dificuldades da orientação à distância.

Ao coorientador Professor Alexandre Siminski, que me auxiliou em todos os processos, práticas da pesquisa, escrita, direcionamento, e que foi imprescindível para a realização do trabalho.

Aos amigos do PPGEAN, que por muitas vezes me deram suporte em vários quesitos. Ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA, órgão gestor do Parque Estadual Rio Canoas, e a OSCIP Grimpeiro, co-gestora da Unidade de Conservação, pela disponibilidade em auxiliar, contribuição técnica e informações prestadas, bem como aos alunos de graduação em Engenharia Florestal da UFSC, que auxiliaram na execução da pesquisa em condições diversas.

À FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, e a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida durante o mestrado, que contribuiu significativamente para a execução da pesquisa e para o conhecimento produzido durante este período.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”.

Isaac Newton

RESUMO

Invasão biológica se refere ao processo no qual uma espécie exótica se instala em um ecossistema e passa a ocupá-lo e a expandir-se neste meio, afetando o desenvolvimento das espécies nativas. Inúmeras espécies exóticas são as responsáveis por invasões biológicas no Brasil, e o gênero *Pinus* destaca-se por estar presente em diversos ecossistemas no Brasil, inclusive em Unidades de Conservação. A presente dissertação estudou o tema da invasão de *Pinus* spp. no Parque Estadual Rio Canoas, que registra a invasão do gênero desde sua implantação. Por meio de fotografias aéreas e imagens de satélite houve a análise da transformação da paisagem em dois períodos (1978 e 2018) trazendo como resultado um aumento de áreas com vegetação nativa e o surgimento da silvicultura de *Pinus* spp. no intervalo de tempo. As imagens atuais também contribuíram para caracterizar a silvicultura localizada na zona de amortecimento, que contribui para a invasão, e que teve um total de 523,2 hectares. Foi realizada a caracterização da situação atual da invasão dentro da UC, por meio de inventário florestal, análise de banco e avaliação da chuva de sementes em três ambientes distintos dentro da unidade: “Ambiente com *Pinus* spp.”, “Vegetação Nativa” e “Vegetação Inicial”. A amostragem para o inventário florestal foi distribuída em 33 parcelas de 20x20m. O inventário florestal trouxe como resultado a presença do *Pinus* spp. em 2 dos 3 ambientes avaliados (Ambiente com *Pinus* spp. e vegetação inicial), indicando que houve uma ampliação na área de ocorrência da espécie originalmente registrada na UC. A chuva de sementes foi coletada por meio de 33 coletores de 1x1m nos três ambientes, pelo período de um ano. Foi realizada uma coleta a cada 60 dias, totalizando seis coletas. O resultado apresentou variação na dispersão das sementes, tanto nos ambientes avaliados, quanto na época de dispersão. O maior período de distribuição de sementes foi nas coletas de abril e junho confirmando os dados encontrados na literatura. O banco de sementes foi analisado por meio de 2 coletas, nos meses de fevereiro e junho. As amostras do banco foram acondicionadas em casa de vegetação pelo período de 120 dias cada. A coleta de fevereiro não apresentou emergência de plântulas de *Pinus* spp., já a coleta de junho apresentou emergência, apesar de não ser expressiva. Os resultados mostraram que o banco de sementes avaliado é efêmero. Diante dos resultados apresentados neste trabalho, alternativas para o controle da invasão relatada no PAERC são apresentadas e discutidas. Considera-se que a melhor estratégia para iniciar as atividades de controle é o diálogo com

os atores sociais envolvidos, que vão desde o conselho consultivo (que definirá a melhor alternativa), até os moradores das pequenas propriedades da zona de amortecimento, que podem contribuir de alguma forma com a alternativa escolhida.

Palavras-chave: Unidade de Conservação 1. Invasão biológica 2. Espécies Exóticas Invasoras 3. *Pinus* spp. 4.

ABSTRACT

Biological invasion refers to the process in which an alien species installs itself in an ecosystem and begins to occupy it and expand in this environment, affecting the development of native plants. Numerous invasive alien species are responsible for biological invasions, and the *Pinus* genus from the Northern Hemisphere stands out among them. *Pinus* is present in several areas in Brazil, including in Protected areas. The present dissertation studied the invasion of *Pinus* spp. in Parque Estadual Rio Canoas, which registers the Pine invasion since its implantation. Through aerial photographs and satellite images, the landscape transformation was analyzed in two periods (1978 and 2018), resulting in an increase of areas with native vegetation and the emergence of *Pinus* sp. in the time interval. The current images also contributed to characterize the silviculture located in the buffer zone, which contributes to the invasion, and which had a total of 523.2 hectares, calculated by QGIS 2.18.28 software. There was also the characterization of the current situation of the invasion within the PAERC, which occurred through forest inventory, analysis of soil seed bank and seed rain in three distinct environments within the protected area called "Environment with *Pinus* spp.", "Native Vegetation", and "Initial Vegetation". Sampling was 13,200 m² distributed in 33 plots of 20x20m. The forest inventory resulted in the presence of *Pinus* spp. in 2 of the 3 environments evaluated (Environment with *Pinus* spp. and initial vegetation), it was concluded that there was an increase in the area of occurrence of the species originally registered in the PAERC. The seed rain was collected by means of 33 1x1m collectors in the 3 environments, for a period of 1 year. There were 1 collection every 60 days, totaling 6 collections. The result showed variation in seed dispersion, both in the evaluated environments and in the dispersal season. The largest period of seed distribution was in the April and June collections confirming the information in the literature. The soil seed bank was analyzed by means of 2 collections, in the months of February and June. The samples of the soil seed bank were conditioned in greenhouse for the period of 120 days each. The February collection did not present emergence of *Pinus* spp. Seedlings, while the June collection presented an emergency, although it was not expressive. The results showed that the soil seed bank evaluated is ephemeral. According to the results presented in this work, alternatives for the control of invasion reported in PAERC are presented and discussed. It is considered that the best strategy to initiate control activities is the dialogue with the social actors involved, ranging from the advisory council (which will

define the best alternative), to the residents of the small properties of the buffer zone, who can contribute somehow with the chosen alternative.

Keywords: Protected areas 1. Biological invasion 2. Alien species 3. *Pinus* spp. 4.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. (a) Estróbilos masculinos de <i>Pinus</i> sp. (b) Estróbilos femininos maduro (seta) e imaturo de <i>Pinus</i> sp.	34
Figura 2. Localização do Parque Estadual Rio Canoas.....	53
Figura 3. Uso e Cobertura da terra na área do Parque Estadual Rio Canoas e na zona de amortecimento no ano de 1978.....	57
Figura 4. Mapa de Uso e cobertura da terra na área do Parque estadual Rio Canoas e na sua zona de amortecimento no ano de 2018.....	59
Figura 5. Mapa de áreas com silvicultura na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Rio Canoas, com buffer de 100 metros de distância do limite do PAERC.....	61
Figura 6. Mapa de áreas com silvicultura na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Rio Canoas, com buffer de 200 metros de distância do limite do PAERC.....	62
Figura 7. Localização do Parque Estadual Rio Canoas.....	71
Figura 8. Mapa temático do PAERC – Parque Estadual Rio Canoas, com os locais onde foram instaladas as parcelas utilizadas na pesquisa.	72
Figura 9. Esquema de descrição dos transectos lineares utilizados na metodologia do trabalho.....	73
Figura 10. Croqui das parcelas utilizadas no trabalho.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Categorias de Unidades de proteção integral, uso sustentável, e seus objetivos.	29
Tabela 2. Tipos de Unidades de Conservação brasileiras, quantidade das esferas Federal, Estadual e Municipal, e suas áreas correspondentes. ..	31
Tabela 3. Características das imagens avaliadas no processo de análise visual.	41
Tabela 4. Chave de interpretação desenvolvida para identificação da composição multitemporal de imagens provenientes de fotos aéreas de Santa Catarina, e imagens de satélite Planet Labs.	54
Tabela 5. Áreas de cada classe de uso e cobertura da terra (%) e variação, em dois períodos no Parque Estadual Rio Canoas e respectiva Zona de Amortecimento.	60
Tabela 6. Áreas calculadas de plantios de <i>Pinus</i> spp. dentro dos buffers de 100 e 200 metros no entorno do PAERC	63
Tabela 7. Resultados do inventário florestal no Parque Estadual Rio Canoas, levando em consideração todos os indivíduos com DAP superior à 10 cm.	76
Tabela 8. Resultados do inventário florestal no Parque Estadual Rio Canoas, levando em consideração todos os indivíduos com DAP inferiores à 10 cm.	77
Tabela 9. Número estimado de plântulas emergidas por hectare de <i>Pinus</i> spp. e de outras espécies em diferentes áreas do Parque Estadual Rio Canoas	79
Tabela 10. Número estimado de sementes de <i>Pinus</i> spp. e de outras espécies, coletadas no PAERC pelo período de um ano	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDB	Convenção sobre diversidade biológica
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
DAP	Diâmetro à altura do peito
EEI	Espécies exóticas invasoras
ENERCAN	Campos Novos Energia SA
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FED	Floresta Estacional Decidual
FOM	Floresta Ombrófila Mista
GISP	The Global Invasive Species Programme
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
IUCN	União Internacional para Conservação da Natureza
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PAERC	Parque Estadual Rio Canoas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UC	Unidade de Conservação
ZA	Zona de Amortecimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	OBJETIVOS	24
1.1.1	Objetivo geral	24
1.1.2	Objetivos específicos	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1	ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS E CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA	25
2.2	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E INVASÃO BIOLÓGICA	28
2.3	O GÊNERO PINUS	33
2.4	BANCO DE SEMENTES, CHUVA DE SEMENTES E INVASÃO BIOLÓGICA	36
2.5	SENSORIAMENTO REMOTO E A GESTÃO DA PAISAGEM	39
	REFERÊNCIAS	43
	CAPÍTULO 1	51
	CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM DA ZONA DE AMORTECIMENTO E DO PARQUE ESTADUAL RIO CANOAS	51
1	INTRODUÇÃO	51
2	MATERIAIS E MÉTODOS	53
2.1	ÁREA DE ESTUDO	53
2.2	DADOS E MÉTODOS UTILIZADOS	54
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	65
	CAPÍTULO 2	69
	AVALIAÇÃO DE ASPECTOS DA INVASÃO BIOLÓGICA POR <i>Pinus</i> spp. NO PARQUE ESTADUAL RIO CANOAS	69
1	INTRODUÇÃO	69
2	MATERIAL E MÉTODOS	70

2.1	BANCO DE SEMENTES	74
2.2	CHUVA DE SEMENTES	75
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
3.1	INVENTÁRIO FLORESTAL	75
4	CONCLUSÃO.....	83
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
	REFERÊNCIAS.....	85

1 INTRODUÇÃO

A invasão biológica é a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo (CDB, 1992), sendo um tema que necessita de atenção por parte de pesquisadores, gestores de meio ambiente, e sociedade, pois é um problema que traz consequências ao ecossistema global e consequentemente à vida.

Inúmeras espécies exóticas invasoras são as responsáveis por invasões biológicas, e o gênero *Pinus* spp., originário do hemisfério Norte, se destaca entre elas (ZILLER, 2011). Este gênero possui um importante valor econômico para o Brasil, apresentando altas demandas na região Sul e em todo o país, com plantios ocupando grandes áreas em determinadas regiões do Estado de Santa Catarina (ACR, 2016).

Contudo, o que era para ser uma promessa para o desenvolvimento do Estado no início da produção madeireira derivada da silvicultura de exóticas (GOULARTI FILHO, 2007), trouxe também um problema para os ecossistemas nas regiões de plantios: a invasão biológica, principalmente em áreas adjacentes aos plantios, que apresentaram características apropriadas para o seu desenvolvimento e disseminação, e acarretaram no aumento das populações (SAMPAIO & SCHIMIDT, 2013). Estas invasões decorrentes da silvicultura, que, segundo o MMA (2009) deveriam ser de responsabilidade do empreendedor, não ganharam devida atenção, e hoje não só o Brasil como outros países despendem de um oneroso orçamento na tentativa de controlar a situação.

Chama-se atenção para o fato de que este não é um problema incomum nas Unidades de Conservação localizadas no estado, visto que a maioria relata a invasão biológica do gênero (IMA, 2019). Por este motivo a busca de proposições é necessária, e a pesquisa é imprescindível para a resolução deste percalço nos remanescentes de Mata Atlântica que ainda restam.

Visto a dimensão do problema, e sabendo que a tentativa da resolução do mesmo pode e deve ser efetuada em pequena escala (pois os pequenos problemas fazem parte do todo), o presente trabalho compreende a realização de uma pesquisa em uma Unidade de Conservação, em que há invasão biológica de *Pinus* spp.

O Parque Estadual Rio Canoas (PAERC) é uma Unidade de Conservação de proteção integral que foi criada a partir do repasse ao governo do Estado de Santa Catarina uma área de 1.133 hectares como parte da compensação ambiental referente ao licenciamento do aproveitamento hidrelétrico da Empresa Campos Novos Energia S/A -

ENERCAN no Rio Canoas, ocorrido no ano de 2004. Localizada na cidade de Campos Novos-SC a área abriga importantes espécies de flora e fauna da Floresta Ombrófila Mista (FATMA, 2007). Desde a implantação do parque, o registro de invasão de *Pinus* spp. foi identificado, quando foram realizadas as primeiras ações de controle. Posteriormente, com a falta de manutenção, os focos de invasão se desenvolveram (FATMA, 2007).

Neste contexto, a presente dissertação objetiva estudar o tema da invasão do *Pinus* spp. em uma Unidade de Conservação, na qual a presença de espécies exóticas não é legislativamente permitida. Este estudo objetiva caracterizar a situação atual da Unidade e apresentar soluções alternativas na tentativa do controle da invasão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a dinâmica da contaminação biológica de *Pinus* spp. no Parque Estadual Rio Canoas -SC, e propor estratégias de controle que considerem o contexto local.

1.1.2 Objetivos específicos

- Classificar os diferentes usos e cobertura da terra presentes na zona de amortecimento do Parque Estadual Rio Canoas e analisar os potenciais impactos das atividades de silvicultura de *Pinus* spp. sobre a Unidade de Conservação.
- Avaliar o cenário da invasão do *Pinus* spp. na área da Unidade de Conservação por meio de inventário florestal, análise de chuva e banco de sementes.
- Propor estratégias de prevenção da invasão biológica a partir dos resultados obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS E CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA

A invasão biológica é um processo no qual uma espécie exótica se instala em um ecossistema e passa a ocupá-lo e a expandir-se neste meio, afetando o funcionamento do mesmo e também competindo e retirando o espaço de desenvolvimento das plantas nativas (ZILLER, 2001). Por possuir esse potencial, as plantas invasoras são hoje a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade, perdendo apenas para a destruição de habitats pela exploração humana direta (ZILLER, 2001).

Espécies Exóticas são definidas como “espécies, subespécies ou táxons de menor hierarquia levados para fora de sua área de distribuição natural anterior ou atual. Inclui qualquer parte, gametas, sementes, ovos ou propágulos dessas espécies capazes de sobreviver e conseqüentemente reproduzir-se” (CDB, 1992). Espécies Exóticas Invasoras (EEIs) são as espécies que ameaçam ecossistemas, habitats ou espécies (MMA, 2009), e diversidade biológica (CDB, 1992). Um organismo é considerado invasor quando é introduzido em um ecossistema e se torna um agente modificador negativo, no qual ameaça a biodiversidade, o ecossistema ou os processos e serviços ecossistêmicos do local (MMA, 2009; VITULE & PRODOCIMO, 2012). Para que a espécie seja considerada invasora, ela deve passar obrigatoriamente por 4 estágios, que são: transporte, introdução, estabelecimento e dispersão. Se em algum destes 4 estágios houver alguma medida ou fator que impeça sua ocorrência, o processo de invasão é interrompido (VITULE & PRODOCIMO, 2012). A Resolução N° 8 do CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente – de 14 de setembro de 2012 considera que “espécies exóticas invasoras produzem alterações nas propriedades ecológicas do solo, na ciclagem de nutrientes, nas cadeias tróficas, na estrutura, dominância, distribuição e funções dos ecossistemas”. Estas espécies apresentam enorme prejuízo global. Uma estimativa indica que as perdas globais anuais decorrentes do impacto destas espécies ultrapassam US\$ 1,4 trilhões, aproximadamente 5% do PIB mundial. Considerando-se esses valores, estima-se que no Brasil esse custo pode ultrapassar os US\$ 100 bilhões anuais (MMA, 2009).

As espécies invasoras foram mencionadas em inúmeros escritos no século XIX por vários naturalistas pioneiros, que inicialmente as consideravam apenas curiosidades da época. O ponto de partida para a atenção científica focada em invasões biológicas foi o livro de Charles S. Elton – *The ecology of Invasions by animals and plants* – de 1958.

(RICHARDSON; PYSEK, 2007). As primeiras transferências de espécies vegetais de uma região do planeta para outra se deram pela finalidade de suprir necessidades agrícolas, florestais e de uso direto (ZILLER, 2001). Há registros de translocação de espécies por humanos há pelo menos 10 mil anos (VITULE & PRODOCIMO, 2012).

O GISP – Global Invasive Species Programme, considera as espécies invasoras uma das maiores ameaças ao bem-estar ecológico e econômico do planeta (GISP, 2001). Estas espécies causam um enorme dano à biodiversidade e aos sistemas agrícolas dos quais nós dependemos. A globalização e seus efeitos (aumento do comércio, viagens, transporte de mercadorias através das fronteiras) trazem tremendos benefícios para muitas pessoas, mas em contrapartida também facilitam a invasão de espécies resultando em impactos negativos. O problema é de escala global e requer uma cooperação internacional que suplemente as ações governamentais e setores da economia em níveis locais e nacionais (GISP, 2001).

A maior parte dos problemas ambientais e seus impactos são amenizados com o tempo, diferente do que acontece nos problemas de invasão, no qual agravam-se à medida que plantas exóticas ocupam o espaço das nativas (ZILLER, 2001). Qualquer introdução de EEI pode se tornar uma invasão biológica, dependendo de escala temporal, espacial e biológicas a serem analisadas, dependendo também da espécie a ser introduzida, do ambiente e do grau da diversidade da comunidade nativa do local. (VITULE & PRODOCIMO, 2012). Quando há uma resposta imediata ao problema – prevenção e cuidado no início de invasão - maior será a probabilidade de sucesso, e esta é a primeira alternativa para a resolução da questão, pois sabe-se que a erradicação destas espécies é difícil e cara (CDB, 1992). O GISP (2001), coloca como segunda alternativa as práticas de contenção, a supressão, e o controle das EEIs. As medidas de controle devem levar em consideração as características ecológicas e as espécies que afetam, e devem ser desenvolvidas e aplicadas com base na melhor compreensão científica atual.

Alguns ambientes são mais suscetíveis à invasão que outros (ZILLER, 2001). As hipóteses que explicam tal afirmação são de que quanto menor a riqueza e a diversidade de um ecossistema, mais suscetível ele seria à invasão. Outra hipótese é de que as espécies invasoras estão livres de competidores, predadores e parasitas de sua região de origem, e por este motivo possuem vantagens em relação às nativas da região (ZILLER, 2001). Ainda pode-se considerar que, quanto maior o grau de perturbação do ecossistema, mais fácil é a dispersão e estabelecimento de exóticas (FATMA, 2016). Além das hipóteses citadas

anteriormente, algumas espécies possuem características vantajosas para o seu estabelecimento em outros locais, como por exemplo: produção de pequenas sementes e em grandes quantidades, dispersão eficiente, alta longevidade no solo, crescimento rápido, maturação precoce, eficiência reprodutiva e alelopatia (ZILLER, 2001; ZENNI & SIMBERLOFF, 2013).

O controle do problema trazido pelas EEIs no Brasil ainda traz inúmeras lacunas, visto que as políticas públicas não são estruturadas. Há uma desarticulação institucional entre as entidades que possuem atribuições para lidar com o tema, pois a temática afeta simultaneamente diferentes setores da sociedade, principalmente agricultura, saúde pública e meio ambiente. É fundamental que estes setores trabalhem de forma integrada (MACHADO E OLIVEIRA, 2009). O Brasil promoveu uma discussão sobre o tema em 2001, em um evento promovido pelo Ministério do Meio Ambiente e a Embrapa, chamado de “Reunião de Trabalho sobre Espécies Exóticas Invasoras”, que contou com a participação de países da América do Sul e contou com o apoio do GISP-Programa Global para Espécies Exóticas Invasoras (MMA, 2006). Em dezembro de 2005, foi realizado o primeiro simpósio nacional sobre espécies exóticas invasoras em Brasília, organizado pelo Ministério do Meio Ambiente, e ainda no mesmo ano foi lançada a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras, como temática de Rede Inter-Americana de Informação sobre Biodiversidade (IABIN) (FATMA, 2016).

Três instrumentos nacionais merecem destaque, ainda que não tratem exclusivamente as questões das espécies exóticas invasoras, pois tais instrumentos oferecem mecanismos que subsidiam indiretamente algumas intervenções e embasam a elaboração de instrumentos específicos: Lei 6.938, de 31 de Agosto de 1981 (Política Nacional de Meio Ambiente), Lei 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), Lei 5.179, de 3 de Janeiro de 1967 (Lei de Proteção da Fauna) (MACHADO E OLIVEIRA, 2009). Uma ferramenta que trata exclusivamente sobre a questão é a Resolução CONABIO N° 05, de 21 de outubro (2009), que dispõe sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, a qual apresenta diretrizes gerais, métodos de prevenção e introdução de espécies e estratégias de mitigação de impactos (MMA, 2009).

Hoje, o problema é tratado quase que exclusivamente de acordo com o país receptor, que arca com os custos e as consequências das introduções destas espécies (MACHADO E OLIVEIRA, 2009). Vale ressaltar os esforços da CDB- Convenção sobre Diversidade Biológica,

que nasceu da ECO 92, a qual estabelece em seu Artigo 8 que cada parte deve, na medida do possível, e conforme o caso, impedir a introdução, controlar ou erradicar as espécies exóticas que ameaçam ecossistemas, habitats e espécies. Também é importante citar as conclusões da Reunião de Trabalho sobre Espécies Exóticas Invasoras, onde se expressa a necessidade de promover maiores informações sobre o tema, diagnósticos nacionais, pesquisa, capacitação técnica, fortalecimento institucional, sensibilização pública, harmonização de legislações bem como uma cooperação global para o controle destas espécies, sob a liderança da FAO, CDB, e GISP (MMA, 2006). O GISP é um programa de parcerias que vem fazendo um trabalho significativo na área, sendo composto por diversas organizações internacionais, nacionais e regionais associadas, e tendo como principal objetivo facilitar e fornecer assistência na prevenção, controle e manejo de espécies invasoras em todo o mundo (GISP, 2005).

2.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E INVASÃO BIOLÓGICA

Unidade de Conservação (UC) é um “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2000). As UCs, criadas conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC dividem-se em dois grupos: Unidades de proteção Integral – (Tabela 1) nas quais as regras e normas são mais restritivas, sendo apenas permitido o uso indireto dos recursos naturais deste ambiente – e Unidades de uso Sustentável – (Tabela 1), áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. (BRASIL, 2000). O conceito “Unidade de Conservação” é uma criação brasileira; internacionalmente, o termo empregado à estes locais são “Áreas protegidas – APs” (CREADO E FERREIRA, 2011).

O SNUC foi criado em 2000, após décadas de discussões de propostas da bancada ruralista, representantes do ambientalismo, preservacionistas, conservacionistas e socioambientalistas, por meio da Lei nº 9.985/2000. Esta política pública visa beneficiar a sociedade, contudo, vários conflitos de gestão e manejo destas áreas, e determinados interesses de grupos hegemônicos, permanecem presentes (PECCATIELLO, 2011). Relata-se que a criação das categorias de Unidades de Conservação do SNUC foi inspirada nas categorias de áreas

protegidas da IUCN – International union for conservation of nature que apresenta um sistema de categorias similares, desenvolvido para gerar bases de dados mundiais sobre as áreas protegidas de todo o mundo (CREADO E FERREIRA, 2011).

Tabela 1. Categorias de Unidades de proteção integral, uso sustentável, e seus objetivos.

Unidades de proteção integral	
Categoria	Objetivo
Estação ecológica	Preservação da natureza e realização de pesquisas científicas
Reserva biológica	Preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação.
Parque nacional	Preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.
Monumento natural	Preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica.
Refúgio da vida silvestre	Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.
Unidades de uso sustentável	
Categoria	Objetivo
Área de proteção ambiental	Proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
Área de relevante interesse ecológico	Manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.
Floresta nacional	Uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para a exploração sustentável de florestas nativas.

Reserva extrativista	Proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.
Reserva de fauna	Área natural com populações animais de espécies nativas, terrestre ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
Reserva de desenvolvimento sustentável	Preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por essas populações.
Reserva Particular do patrimônio natural	Área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

Fonte: Lei 9.985, de 18 de julho de 2000 – que institui o sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000).

Na tabela 2 são apresentados os dados atualizados relativos às UCs brasileiras. De acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), o Brasil conta hoje com um total de 2.201 UCs, nas esferas Federais, Estaduais e Municipais. As UCs da categoria de uso sustentável mostram-se mais expressivas que as de proteção integral, tanto em número quanto em área (CNUC, 2018).

Tabela 2. Tipos de Unidades de Conservação brasileiras, quantidade das esferas Federal, Estadual e Municipal, e suas áreas correspondentes.

Categoria	Federal		Estadual		Municipal	
	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)
Proteção integral						
Estação ecológica	31	74.302	62	47.507	5	40
Monumento natural	5	115.405	29	906	16	151
Parque	74	268.212	209	94.229	142	651
Refúgio de vida silvestre	9	2.984	45	2.947	8	175
Reserva biológica	31	42.668	24	13.488	8	51
Total proteção integral	150	503.571	369	159.077	179	1.068
Categoria	Federal		Estadual		Municipal	
	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)	Nº	Área (Km²)
Uso sustentável						
Floresta	67	178.187	39	135.857	0	0
Reserva extrativista	66	134.833	28	19.845	0	0
Reserva de desenvolvimento sustentável	2	1.026	32	111.251	5	171
Reserva de fauna	0	0	0	0	0	0
Área de proteção ambiental	37	897.088	190	339.418	99	56.93
Área de relevante interesse ecológico	13	341	26	455	11	140
RPPN	663	4.873	224	787	1	0
Total uso sustentável	848	1.216.348	539	607.613	116	57.24

Fonte: CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, 2018.

As Unidades de Conservação são consideradas hoje como a principal política de conservação da biodiversidade, principalmente porque é uma forma de conservação *in situ* desta biodiversidade, tanto no Brasil como no mundo. Porém, é um desafio gerir UCs de modo que se possa garantir sua sustentabilidade em um longo prazo (GANEM, 2015) (CREADO E FERREIRA, (2011). No Brasil, quem desempenha o papel de proposição, implantação, gestão, proteção, fiscalização e monitoramento das UCs instituídas no âmbito da federação é o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (MMA, 2007). Em Santa Catarina, o responsável pela gestão das Unidades de Conservação Estaduais é o IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (antigamente FATMA), e no caso das UCs municipais, o órgão responsável é municipal. Cada órgão responsável pelas suas respectivas esferas de atuação (BRASIL, 2000).

As áreas localizadas no entorno das unidades de conservação são chamadas de Zona de Amortecimento. São áreas que tem como objetivo, funcionar como uma área tampão, na qual há uma minimização dos impactos negativos sobre a UC (BRASIL, 2000). São áreas nas quais as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, sendo que a única UC que não é obrigatória a existência da zona de amortecimento, é a Reserva Particular do Patrimônio Natural. Uma vez definida como zona de amortecimento a área não pode ser transferida em zona urbana (BRASIL, 2000).

Um problema ocorrido nas unidades de conservação no mundo é a invasão biológica e suas consequências. Sampaio e Schimidt (2013) relatam em sua pesquisa que na América do Norte, Europa, e Austrália já existem dados que permitem saber a amplitude do impacto deste problema, podendo haver um acompanhamento dos processos de invasão e dispersão. Porém nas demais áreas há uma insuficiência de dados. No Brasil a atenção dada às espécies exóticas invasoras é recente, muito trabalho ainda precisa se desenvolvido. Em um estudo realizado no ano de 2013, no qual foi realizado um levantamento de Espécies exóticas invasoras em UCs Federais do Brasil, foram listadas 144 EEIs, sendo estas espécies de plantas vasculares, peixes, mamíferos, moluscos, répteis, insetos, cnidários, anfíbios, crustáceos e isópodos (SAMPAIO & SCHIMIDT, 2013).

Em Santa Catarina, o IMA tem como instrumento o Programa Estadual de Espécies Exóticas Invasoras – PEEEI, que tem por objetivo promover orientações técnicas, normas, procedimentos, para os setores da sociedade que utilizam de espécies exóticas invasoras para produção

econômica, pesquisa científica, ou setores que são atingidos pelos impactos gerados por estas espécies (FATMA, 2016). A lei 14.675 de abril de 2009 determina a implantação deste programa, que apresenta componentes ligados a:

- Prevenção, detecção precoce e ação rápida
- Erradicação, controle e monitoramento
- Capacitação técnica
- Informação pública
- Normas infralegais e políticas públicas.

Ainda que a prevenção tenha o melhor custo-benefício, o controle de espécies já existentes é primordial para minimizar impactos a ambientes naturais, economia e saúde. A viabilidade de Unidades de Conservação e de outros ambientes que promovem a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos depende do controle de EEIs em muitas situações, também o estabelecimento de rotinas de repasse nestas áreas, monitoramento até a erradicação ou monitoramento permanente quando necessário. (FATMA, 2016).

As principais estratégias citadas no PEEEI para o manejo de espécies exóticas invasoras são: erradicação, contenção, controle e mitigação. Cada situação requer definição de prioridades com base em avaliações em cada localidade. As metas não estão focadas apenas na remoção das espécies exóticas invasoras, precisam também estar focadas na restauração do ambiente, de sua funcionalidade e resiliência (FATMA, 2016).

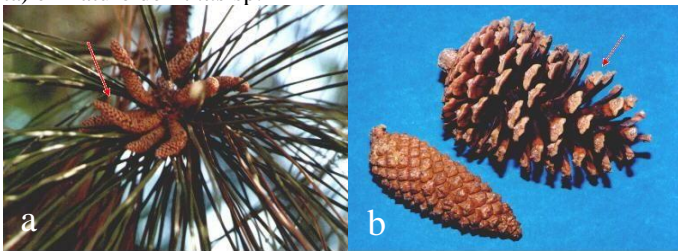
2.3 O GÊNERO PINUS

O gênero *Pinus* constitui um grupo de cerca de 90 espécies de árvores da família Pinaceae, originárias do hemisfério norte, nativas na Europa, Ásia, e Américas do Norte e Central (MARCHIORI, 1996). Sua madeira é caracterizada por possuir baixa densidade, e as diferentes espécies são muito utilizadas para diversos fins: madeira serrada, celulose de fibra longa, painéis reconstituídos (aglomerado, chapa dura, MDF e OSB), resinas, entre outros (EMBRAPA, 2008).

São árvores altas, possuindo folhas de dois tipos, as escamiformes e as aciculiformes (SUASSUNA, 1977). Seu sistema de reprodução é bissexual monóico, no qual as estruturas reprodutivas masculinas e femininas são produzidas na mesma planta, mas em estróbilos distintos. Na parte superior da copa geralmente se encontram

os estróbilos femininos e na parte inferior, os estróbilos masculinos. Essa característica é parte do mecanismo da planta para evitar a autofecundação (EMBRAPA, 2008). Os estróbilos (cones) masculinos são alongados e pequenos (Figura 1 - a), e os femininos (Figura 1 - b) são cilíndricos e maiores (SUASSUNA, 1977). As árvores crescem rapidamente e começam a produzir sementes a partir de 4 ou 5 anos de idade, dependendo da espécie e ambiente em que está inserida (FATMA, 2016).

Figura 1. (a) Estróbilos masculinos de *Pinus* sp. (b) Estróbilos femininos maduro (seta) e imaturo de *Pinus* sp.



Fonte: Q. I. Educação, 2010.

A maioria das espécies de *Pinus* que se desenvolvem bem no Brasil são originárias de regiões com solos ligeiramente ácidos. O gênero pode ser considerado como pouco exigente quanto à fertilidade do solo, principalmente nas primeiras rotações (EMBRAPA, 2008). A profundidade efetiva no horizonte A, o grau de desenvolvimento do perfil do solo, e a capacidade de retenção de água, têm grande influência no crescimento do mesmo (DOLDAN, 1990). O sucesso inicial do *Pinus* no Brasil, em grande parte, ocorreu pela ausência de inimigos naturais, porém a partir dos anos 80 começaram a surgir algumas pragas e doenças como a vespa-da-madeira, formigas cortadeiras, pulgões, doenças fúngicas e bacterianas, e por conseguinte foi necessário adotar medidas de controle adequadas nos plantios das espécies do gênero (EMBRAPA, 2008).

O gênero *Pinus* está presente no Brasil desde o século XIX, mas sua presença em grande escala começou a partir de 1936, quando o governo iniciou experiências silviculturais com o mesmo (ZENNI, 2011). Atualmente doze espécies são cultivadas em plantações comerciais e várias outras podem ser encontradas em estações experimentais (ZENNI & SIMBERLOFF, 2013). A maior parte destas áreas são geridas

continuamente em ciclos de 10 a 25 anos. Outras delas nunca foram geridas desde que as primeiras plantações foram estabelecidas, contribuindo assim para o sucesso da invasão das espécies (ZENNI & SIMBERLOFF, 2013).

Em Santa Catarina, os reflorestamentos com *Pinus* spp aparecem em meados dos anos 1950, quando as reservas de floresta nativa começaram a se esgotar (GOULARTI FILHO, 2007) e a atividade madeireira foi a atividade econômica principal do Estado. O Planalto Norte e região Serrana iniciaram a atividade de reflorestamento, e hoje merecem destaque os municípios de Santa Cecília, Lages e Otacílio Costa, bem como Caçador, Rio Negrinho e Mafra, pela grande concentração de plantios florestais (ACR, 2016).

Atualmente, as áreas de plantio de *Pinus* no Brasil correspondem à 1,59 milhão de hectares, e a região Sul apresenta participação de 88% (1,4 milhão ha), onde Santa Catarina é responsável por 541,2 ha (ACR, 2016). Por este motivo o *Pinus* é considerado um desafio, por ser uma exótica invasora que é importante para a economia brasileira e também para outros países do hemisfério Sul. O manejo da silvicultura do gênero requer estratégias que minimizem o risco de invasão para áreas adjacentes (GISP, 2007).

O gênero *Pinus* possui atributos que implicam em certa facilidade para sua invasão: Produção de sementes aladas, de pouca massa, grande quantidade de produção e dispersão, e período juvenil curto (HIGGINS; RICHARDSON, 1998). A invasão prevalece em ambientes onde não exista competição com espécies arbóreas. Por isso é mais suscetível em ecossistemas de dunas, seguidos por campos naturais e vegetação arbustiva (HIGGINS; RICHARDSON, 1998).

O *Pinus* possui maior chance de sucesso de invasão em áreas perturbadas, em regiões onde o clima é semelhante ao de seu local de origem, e em ecossistemas naturalmente sem árvores (ZENNI & SIMBERLOFF, 2013), Segundo Schultz (1997), na ausência de distúrbios ambientais em florestas tropicais, o *Pinus* tende a desaparecer da paisagem, pois é dominada pelas espécies folhosas nativas que já se encontram desenvolvidas em estágio clímax da vegetação. É notável na América do Sul a mudança da estrutura da vegetação em razão da invasão do *Pinus* principalmente em áreas naturalmente compostas por gramíneas (CUEVAS; ZALBA, 2013). Este já é um problema em várias partes na América do Sul, que precisa ser mitigado com a introdução de políticas deliberadas para o manejo de espécies invasivas respaldadas por legislação e também o desenvolvimento e implementação de controle

mecânico, manejo de paisagens e práticas silviculturais adequadas (RICHARDSON; VAN WILGEN; NUÑEZ, 2008).

O gênero *Pinus* integra a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina (CONSEMA, 2012), além disso é proibida a introdução de espécies não autóctenes em Unidades de Conservação (BRASIL, 2000). Contudo, inúmeros estudos relatam a invasão de *Pinus* spp. em UCs brasileiras. Em Santa Catarina observa-se diversas UCs com relato da presença do gênero, por exemplo: Parque Ecológico do Córrego Grande, o Parque Estadual do Rio Vermelho, Parque Estadual Acaraí, Parque Estadual da Serra Furada, Parque Estadual Rio Canoas, Parque Estadual Fritz Plaumann, Reserva Biológica Estadual do Sassafrás, e Reserva Biológica Estadual do Aguai (FATMA, 2017).

Fischer (2010) e Falleiros (2009) comprovam as mudanças na composição florística da vegetação nativa em Unidades de Conservação no Sul do Brasil por consequência do estabelecimento da exótica invasora nestas áreas. Geralmente, o estabelecimento de *Pinus* em UCs são resultantes de plantios homogêneos vizinhos, por possuírem a capacidade de colonizar áreas abertas próximas (MOTTA *et al.* 2003). Assim, é fundamental a definição e gestão das zonas de amortecimento (ZAs), que são áreas-tampão no entorno das UCs, para minimizar ou evitar impactos das atividades humanas sobre os processos ecológicos no interior da unidade (GANEM, 2015).

Inúmeras iniciativas estão sendo efetivadas no Brasil e no mundo para erradicar espécies do gênero e evitar futuras invasões. No Estado temos como por exemplo a criação da Lei Municipal N° 9097 de 18 de outubro de 2012, que institui a política municipal de remoção e substituição de *Pinus*, *Eucalyptus* e *Casuarina* spp por espécies nativas no município de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2012).

2.4 BANCO DE SEMENTES, CHUVA DE SEMENTES E INVASÃO BIOLÓGICA

Banco de sementes do solo são todas as sementes viáveis no solo, e/ou aquelas associadas à serapilheira que se encontram em uma área determinada em um período específico de tempo (CALDATO *et al.* 1996). O banco de sementes de uma área é um sistema muito dinâmico, caracterizado pela entrada de sementes dispersas pelo vento e ou por animais, podendo ser um banco transitório, no qual as sementes presentes germinam em até um ano após o início da dispersão, ou pode ser

persistente, quando as sementes permanecem no solo por um período maior que um ano, podendo até mesmo sobreviver por muitas décadas (SAVADOGO *et al.* 2016; MILBERG, 1990).

A longevidade das sementes no solo pode variar conforme as condições locais, os tratos culturais, o nível de água no solo, substratos, tipos de floresta, e diversos fatores relacionados ao manejo do local (PAKEMAN, *et al.* 2012), e a composição de sementes varia conforme as diferentes estações do ano, a profundidade do solo, e também conforme a amostragem, que pode ser feita em diferentes profundidades. Neste caso, os resultados obtidos com a amostragem podem apresentar significativas oscilações (WARR, *et al.* 1993). As sementes que se encontram em uma maior profundidade podem voltar à superfície, com movimentos de raízes ou organismos presentes no solo ou por perturbações antropogênicas (VASQUEZ-YANES & OROZCO-SEGOVIA, 1993). As sementes que suportam um longo prazo no banco podem contribuir para restaurar populações de plantas que se encontram extintas da vegetação em pé (CSONTOS & TAMAS, 2003), e a perturbação contínua de uma área pode levar a um esgotamento contínuo e progressivo de um banco de sementes (KAGEYAMA *et al.* 1989).

Diante do contexto apresentado, o banco de sementes é considerado crucial para a regeneração de uma floresta, e é empregado com frequência na ecologia da restauração de áreas degradadas (DALLING & BROWN, 2009). Para a efetiva regeneração de espécies tropicais os meios se dão através do banco de sementes do solo, da chuva de sementes, e do banco de plântulas estabelecidas no chão da floresta (GARWOOD, 1989).

Os bancos de sementes fornecem um efeito de armazenamento, permitindo a coexistência de espécies, especialmente aquelas das fases iniciais da sucessão, em uma comunidade na qual há mudanças nas condições ambientais. Contudo, esta característica beneficia também as espécies invasoras, pois pode melhorar sua capacidade de responder às novas condições encontradas em sua área de invasão (CHESSON, 1984; GIORIA, *et al.* 2012). Conhecer a dimensão de espaço/tempo de um banco é muito importante, visto que com essas informações é possível prever quanto tempo espécies invasoras podem persistir no solo (GIORIA & PYSEK, 2016). A perpetuidade da invasão de plantas em determinada área irá depender da persistência da espécie invasora, da capacidade da comunidade local se proteger do deslocamento da vegetação invasora, e também das condições bióticas e abióticas associadas à invasão (ABELLA, *et al.* 2013).

Qualquer estudo que vise compreender as invasões de espécies exóticas invasoras à longo prazo, deve incluir exames de banco de sementes, pois uma espécie pode desaparecer da vegetação acima do solo, por diversos motivos, mas ainda pode estar presente no banco de sementes abaixo do solo (GIORIA, et al. 2014). Caracterizar o banco de sementes destas áreas permite compreender o tipo, a velocidade e a magnitude da invasão, bem como fazer uma previsão da dinâmica futura da invasão (GIORIA & PYSEC, 2016). Quando as sementes de uma espécie exótica invasora dominam um banco de sementes, medidas de controle efetivas devem ser tomadas, e essas medidas incluem a remoção do banco de sementes (SIMBERLOFF, 2003).

A chuva de sementes se refere à quantidade de sementes que é depositada em um definido espaço (superfície do solo) em um determinado tempo (ARAÚJO, et al. 2004). As sementes são dispersas predominantemente por animais ou pelo vento, e o estudo da chuva de sementes é usualmente realizado com auxílio de coletores, que são instalados nestes ambientes por um tempo estipulado pelo pesquisador (ARAÚJO, et al. 2004). Dentro da floresta, a chuva de sementes determina parte de uma potencial população do ecossistema local, porque neste meio se encontram os propágulos provenientes da vegetação da área ou vegetação externa. Isso mostra que a sucessão de um meio irá depender do potencial de dispersão das sementes provenientes das plantas mãe (HARPER, 1977). Neste contexto, a análise da chuva de sementes se mostra uma importante ferramenta nos estudos da organização e estruturação da dinâmica de florestas tropicais (JANZEN, 1971).

O processo de regeneração natural da vegetação é diretamente afetado pela composição da chuva de sementes (OOSTERHOORN & KAPPELLE, 2000). O período de dispersão das sementes depende da fenologia das espécies, apresentando uma variação anual. A distância da dispersão das sementes da planta mãe, apresenta basicamente uma variação em função das oscilações dos ventos (que são imprevisíveis), do comportamento da fauna dispersora e da massa das sementes. (PENHALBER & MANTOVANI, 1997). Estudos mostram que as pináceas, por exemplo, comumente apresentam uma alta porcentagem de sementes dispersas a distâncias de 100m da fonte, enquanto que uma baixa porcentagem de sementes foi registrada a até 25 km de distância da fonte (RICHARDSON, et al. 2008). A dispersão de longa distância é beneficiada por fontes localizadas em topos de morros ou locais expostos a fortes ventos (RICHARDSON, et al. 2008).

2.5 SENSORIAMENTO REMOTO E A GESTÃO DA PAISAGEM

O termo “sensoriamento remoto” vem sido discutido por inúmeros cientistas desde a década de 60, quando a coleta de dados por meio de fotografias estava sendo realizada a partir de câmeras montadas em aeronaves (JENSEN, 2009). Várias definições do termo são adotadas, algumas mais generalistas “Sensoriamento remoto é a aquisição de dados sobre um objeto sem tocá-lo” (JENSEN, 2005), e outras mais específicas “utilização de sensores que medem alterações sofridas pelo campo eletromagnético, ou seja: a aquisição de informações sobre objetos a partir da detecção e mensuração de mudanças que estes impõem ao campo eletromagnético” (NOVO, 2010).

A história do sensoriamento remoto é dividida em dois períodos principais: o período de 1860 a 1960, quando era baseado na utilização de fotografias aéreas – avanços no campo da aerofotogrametria e fotointerpretação - e o período de 1960 até os atuais, nos quais há múltiplos sistemas sensoriais – pesquisa espacial e avanços tecnológicos, resultando em novos sensores que obtém informações terrestres a partir de satélites (NOVO, 2010; STEFFEN, 1996).

O sensoriamento remoto funciona em harmonia com outras ciências da informação geográfica, incluindo cartografia, levantamento, e sistemas de informações geográficas (JENSEN, 2009), e fornecem dados repetitivos e consistentes da superfície da Terra, os quais são de grande utilidade para diversas aplicações, por exemplo a gestão da paisagem. Dentre os quais destacam-se as imagens urbanas, agrícolas, geológicas, ecológicas, florestais, cartográficas, oceanográficas, hidrológicas, limnológicas, militares, e muitas outras; e, por conseguinte estas ferramentas são muito utilizadas na gestão da paisagem (NOVO, 2010).

Como citado anteriormente, inúmeros estudos fazem uso do sensoriamento remoto na gestão da paisagem: Coutinho *et al.* (2013), Pirovani, Silva, Santos (2015), Fujaco, Leite, Messias (2010), Cruz (2008), Bucala (2014), Thevenin & Piroli (2018), utilizaram dos métodos de interpretação visual ou classificação supervisionada da cobertura e uso da terra para obter informações da paisagem de Unidades de Conservação ou seu entorno, com o objetivo de uma melhor gestão, relatando as mudanças ocorridas em algumas regiões em um determinado intervalo de tempo.

As imagens provenientes do sensoriamento remoto na gestão da paisagem podem ser apresentadas de duas formas: a analógica e a digital. No primeiro caso, o resultado se assemelha a uma fotografia

convencional, sendo esta analisada de forma visual por um intérprete. No segundo caso, na forma digital, os sinais são gravados no formato raster, o qual apresenta compatibilidade com a maioria dos softwares que extraem informações da superfície terrestre (RICHARDS, 1994).

A interpretação visual de imagens é um método pioneiro em projetos de mapeamento de grandes áreas, inicialmente sendo utilizado por meio de fotografias aéreas até meados dos anos 80. Após este período, as interpretações visuais começaram a ser utilizadas também em imagens de satélite. Basicamente, a interpretação visual é baseada na capacidade do intérprete humano, que faz uma inspeção visual da imagem e interpreta os padrões, formas, cores, etc desta imagem. Desta forma a visão humana permite a extração de informação por meio de uma análise de pixels em conjunto, e não separadamente (PONZONI, SHIMABUKURO, KUPLICH; 2012)

A interpretação visual depende de determinados fatores para apresentar sucesso, sendo eles: a época de obtenção das imagens, tipo de produto, bandas espectrais, escala de imagens e também a habilidade do fotointérprete, caracterizado por três níveis – fotointérprete com conhecimento de campo, sem conhecimento de campo, e sem conhecimento de campo, mas possuindo dados auxiliares de campo (LILLESAND, KIEFER, CHIPMAN; 2014). O processo de extração de informações se baseia em características de imagem (conforme o exemplo da Tabela 3), e o estabelecimento de uma chave de interpretação visa tornar o processo mais objetivo (CURRAN, 1986). Os elementos utilizados para construir as chaves de interpretação dependem da resolução espacial, espectral e temporal das imagens a serem trabalhadas (NOVO, 2010).

Tabela 3. Características das imagens avaliadas no processo de análise visual.

Características da imagem	Definição
Tonalidade/cor	<p>Representa o registro da radiação que foi refletida ou emitida pelos objetos da superfície. Tonalidades claras estão associadas a área de elevada radiância, emitância ou retroespalhamento em imagens de sensores ópticos e termais e ativos de micro-ondas, respectivamente.</p> <p>Tonalidades escuras indicam áreas de baixa radiância ou emitância em imagens ópticas e termais, e áreas de sombra ou de reflexão especular em sensores ativos de micro-ondas. As cores mais claras e mais escuras e suas combinações são derivadas da combinação de tonalidade das bandas individuais.</p>
Textura	<p>A textura de imagem representa a frequência de mudanças tonais por unidade de área dentro de uma dada região. A textura de imagem depende da resolução espacial do sistema, do processo de imageamento e da escala da imagem utilizada. O significado da textura também varia com o tipo de imagem utilizada.</p>
Padrão	<p>O padrão define o arranjo espacial dos objetos na cena. O significado do padrão também depende do tipo de imagens analisadas, de sua escala e sua resolução espacial.</p>
Localização	<p>A localização representa a posição relativa do objeto ou feição dentro da cena. Muitas vezes, em imagens TM- Landsat, não se pode identificar diretamente o rio, mas pela localização da mata galeria, e levando em conta o conhecimento de que esta acompanha o curso do rio, este pode ser mapeado, indiretamente.</p>
Forma	<p>Representa a configuração espacial do objeto. Esta forma pode ser observada em duas dimensões em</p>

	imagens que não possuem o atributo de estereoscopia, ou em três dimensões em imagens estereoscópicas.
Sombra	A sombra dos objetos pode ser utilizada como fonte de informação sobre limites de unidades geológicas, dimensões relativas de escarpas, árvores. O significado das sombras também é afetado pelo tipo de sensor utilizado, pela resolução espacial do sensor e pela escala da imagem.
Tamanho	O tamanho dos objetos é função da resolução do sistema e da escala das imagens. O tamanho do objeto pode ajudar em sua identificação.

Fonte: Adaptado de Curran, 1986.

REFERÊNCIAS

ABELLA, S. R.; CHIQUOINE, L. P.; BACKER, D. M., Soil, vegetation, and seed bank os a Sonoran Desert ecosystem along an exotic plant (*Pennisetum ciliare*) treatment gradient. **Environmental Management**, 52: 946-957, 2013.

ACR, Associação Catarinense de Empresas Florestais. **Anuário Estatístico de base florestal para o Estado de Santa Catarina 2016** (Ano base 2015). Lages, 2016. Disponível em: www.acr.org.br/download/biblioteca/ACR_2016.pdf. Acesso em: 09/07/2018.

ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J.; BARROS, P. L. C.; BRENA, D. A.; Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, n 66, p. 128-141, dez. 2004.

BRASIL. Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de julho de 2000.

BUCALA, A. The impact of human activities on land use and land cover changes and environmental processes in the Gorce Mountains (Western Polish Carpathians) in the past 50 years. **Journal of Environmental Management** 138. 4-14. 2014.

CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; DA CROCE, D. M.; LONGHI, S. J.; Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.27-38

CDB, Convenção sobre Diversidade Biológica. **Decreto legislativo N. 2**, de 5 de junho de 1992, Brasília – DF.

CHESSON, P. L.; The storage effect in stochastic population models. **Lecture Notes in Biomathematics** 54: 76-89, 1984.

CONSEMA, Conselho estadual do meio ambiente. Resolução N° 08, de 14 de setembro de 2012. Reconhece a lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial da União**, nº 19429, no dia 02 de outubro de 2012, páginas 3 a 6.

COUTINHO, L. M.; ZANETTI, S. S.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; XAVIER, A. C.; Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. **Floresta e Ambiente**, 2013. 20(4):425-434

CREADO, E. S. J.; FERREIRA, L. C.; O caleidoscópio conservacionista: o SNUC como um acordo temporário do ambientalismo. **Anais do I Seminário Nacional do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais – PGCS-UFES**, 31 de Maio a 03 de Junho de 2011 - - Campus Goiabeiras - Vitória – ES.

CRUZ, Z. Q. **Mapeamento digital regional do uso e cobertura da terra em unidade de conservação a partir de imagens CBERS para apoio à gestão ambiental. Estudo de caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)**. TCC (curso de Engenharia Cartográfica) Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

CSONTOS, P.; TAMAS, J. Comparisons of soil seed bank classification systems. **Seed Sci. Res.** 13, 101-111. 2003.

CUEVAS, Y. A.; ZALBA, S. M. Efecto del tipo de corte y tratamientos em el mantillo para la restauración de pastizales naturales invadidos por *Pinus Halepensis*. **Bol. Soc. Argent. Bot.** 48 (2): 315-329. 2013

DECHOUM, M. *et al*; Envolvimento comunitário e universitário na restauração da diversidade biológica. R. Eletr. de Extensão, ISSN 1807-0221 Florianópolis, v. 12, n. 19, p.51-60, 2015.

CURRAN, P. J; **Principles of Remote Sensing**. Hong Kong: Longman, 1986. 282 p.

DALLING, J. W.; BROWN T. A. Long-term persistence of pioneer species in tropical rain forest soil seed banks. *Am. Naturalist* 173, 531-535, 2009.

DOLDAN, M. E. Q.; Desenvolvimento da altura dominante de *Pinus taeda* L. como resposta aos estímulos dos fatores do meio, na região de Ponta Grossa. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 20, n. 1-2, p. 54-55, 1990.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pínus na Silvicultura Brasileira**. Colombo: Embrapa florestas, 2008. 223 p. ISBN 978-85-89281-26-3.

FALLEIROS, R. M.; **Avaliação do manejo mecânico de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) em campos de altitude da Serra do Mar, Paraná**. Curitiba 2009. 21 f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas). Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FATMA – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Lista comentada de espécies exóticas invasoras no estado de Santa Catarina: espécies que ameaçam a diversidade biológica**. CDU 574.91 (816.4) 88 p. 2º edição. Florianópolis, 2016.

FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Plano de Manejo Parque Estadual Rio Canoas**. Encarte 1, Contextualização da Unidade de Conservação, Outubro de 2007. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/parque-estadualrio-canoas> Acesso em: 05/04/2018.

FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Programa Estadual de Espécies Exóticas Invasoras – PEEEI do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2016. Disponível em: www.fatma.sc.gov.br/upload/Fauna/Programa_EEI_2016_publicado.pdf Acesso em: 25/06/2018.

FISCHER, F. M.; **Invasão de *Pinus taeda* L. e seus efeitos na comunidade vegetal em campos psamófilos no litoral sul do Brasil**. Porto Alegre, 2010. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FLORIANÓPOLIS. Lei N° 9.097 de 18 de outubro de 2012. Institui a política municipal de remoção e substituição de *Pinus*, *Eucalyptus* e *Casuarina* spp por espécies nativas no município de Florianópolis. **Diário Oficial da União**, 2012.

FUJACO, M. A. G.; LEITE, M. G. P.; MESSIAS, M. C. T. B. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Escola de Minas**, vol. 63, núm. 4, outubro-diciembre, 2010, pp. 695-701.

GARWOOD, N. C; Tropical soil seed banks: a review. New York: **Academic Press**. P. 49-210, 1989.

GIORIA, M., PYSEC, P., The legacy of plant invasions: Changes in the Soil Seed Bank of Invaded Plant Communities. **BioScience** 66: 40-53, 2016.

GIORIA, M.; PYSEK, P.; MORAVCOVÁ, L. Soil seed banks in plant invasions: Promoting species invasiveness and long-term impact on plant community dynamics. **Preslia** 84: 327-350, 2012.

GIORIA, M.; JAROSIK, V.; PYSEK, P. Impact of invasive alien plants in the soil seed bank: Emerging patterns. **Perspectives in plant Ecology, Evolution and Systematics** 16: 132-142, 2014.

GISP, Global Invasive Species Programme. **Invasive alien species and protected areas a scoping report**. Março de 2007. Disponível em:

http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/IAS_ProtectedAreas_Scoping_I.pdf Acesso em 13/07/2018.

GISP, Global Invasive Species Programme. **América do Sul Invasida: A crescente ameaça das espécies exóticas invasoras**. Brasil, 2005. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/gispSAmericapo.pdf> Acesso em 24/07/2018.

GISP, Global Invasive Species Programme. **Global Strategy on Invasive Alien Species**. IUCN, 2001. Gland,Switzerland,and Cambridge,UK.x + 50 pp.

GANEM, R. S. **Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação**. Consultoria Legislativa, março de 2015. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/acamara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2015-515zonas-de-amortecimento-de-unidades-de-conservacao-roseli-ganem> Acesso em: 01/07/2018.

GOULARTI FILHO, A; **Formação econômica de Santa Catarina**. 2 ed. rev. Editora da UFSC. Florianópolis, 2007.

HARPER, J. L.; **Population biology of Plants**. Academic Press, University of California, 1977.

HIGGINS, S. I & RICHARDSON, D. M; Pine invasions in the southern hemisphere: modelling interactions between organism, environment and disturbance. **Plant Ecology** (1998) 135: 79. doi:10. 1023/A: 1009760512895.

JANZEN, D. H; Sees predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 2:165-492, 1971.

JENSEN, J. R.; **Sensoriamento remoto do ambiente: Uma perspectiva em Recursos Terrestres**. Trad. da 2 ed. Editora Parêntese, São José dos Campos-SP. 2009.

LILLESAND, T. KIEFER, R. W; CHIPMAN, J; **Remote Sensing and Image Interpretation**. 7 Edition, John Wiley & Sons, 2014, 704 p.

MACHADO, C. J. S.; OLIVEIRA, A. E. S.; Quem é quem diante da presença de espécies exóticas no Brasil? Uma leitura do arcabouço institucional-legal voltada para a formulação de uma política pública nacional. **Ambiente & sociedade**. v. XII, n. 2. Campinas, p. 373387 jul-dez 2009.

MARCHIORI, J. C. N; **Dendrologia das gimnospermas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 158 p.

MILBERG, P; What is the maximum longevity of seeds? **Sven. Bot. Tidskr.** 84: 232-352, 1990.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras**. Resolução N° 05 CONABIO. Brasília, 2009. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/174/_arquivos/anexo_resoluconabio05_estrategia_nacional_especies_invasoras_anexo_resoluconabio05_174.pdf
Acesso em 13/07/2018.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Informe nacional sobre áreas protegidas do Brasil** / Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Departamento de Áreas Protegidas. Brasília: MMA, 2007. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dap/_.../149_publicacao16122010110837.pdf Acesso em: 03/07/2018.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Espécies exóticas invasoras**. Brasília 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticasinvasoras>. Acesso em: 03/07/2018.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Espécies Exóticas Invasoras: Situação Brasileira**. Informe nacional, CDU 2. ed. Brasília, 2006. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/174/_publicacao/174_publicacao17092009113400.pdf Acesso em: 24/07/2017.

MOTTA, M. S; **Invasão de *Pinus Elliottii* em uma área de floresta atlântica montana em estágio inicial de regeneração no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais**. Poços de Caldas, 2003. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/174/_arquivos/174_05122008113638.pdf . Acesso em: 4/07/2017.

NOVO, E. M. L. M; **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

OOSTERHOORN, M.; KAPPELLE, M; Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. **For Ecol Manage** 126: 291-307, 2000.

PAKEMAN, R.J.; TORVELL, S.; TORVELL, L. Edaphic factors influence the longevity of seeds in the soil. **Plant Ecology** 213:57-65. 2012.

PECCATIELLO, A. F. O. Políticas públicas ambientais no Brasil: da administração dos recursos naturais (1930) à criação do Sistema Nacional de

Unidades de Conservação (2000). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 24, p. 71-82, jul./dez. 2011. Editora UFPR

PENHALBER, E. F., MANTOVANI, W. M; Floração e chuva de sementes em mata secundária em São Paulo, **SP. Revta brasil. Bot.**, São Paulo, V.20, n.2, p.205-220, dez. 1997

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R; Análise da paisagem e mudanças no uso da terra no entorno da RPPN Cafundó, ES. **Cerne** | v. 21 n. 1 | p. 27-35 | 2015.

PONZONI, F. J; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M; **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. atualizada e ampliada – São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

RICHARDS, J. A. **Remote Sensing digital image analysis**. New York: springer-verlag. 1994.

RICHARDSON, D. M.; VAN WILGEN, B. W.; NUÑEZ, M. A; Alien conifer invasions in South America: short fuse burning? **Biological Invasions**. Volume 10, Issue 4, pp 573-577. Abril 2008.

RICHARDSON, D. M.; PYSEK P; The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen. **Progress in Physical Geography** 31(6) (2007) pp. 659–666.

SAVADOGO, P.; SANOL, L.; DJIBRIL, D. S.; BOGNOUNOU, F.; THIOMBIANO, A; Relationships between soil seed banks and above-ground vegetation along a disturbance gradient in the W national park trans-boundary biosphere reserve, West Africa. **J. Plant Ecol.** 10, 349-363. 2016.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, 3(2): 32-49, 2013.

SCHULTZ, R. P. **Loblolly pine**: the ecology and culture of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Washington, DC: USDA, Forest Service, 1997. (USDA. For. Serv. Agricultural Handbook, 713).

SIMBERLOFF, D. How much information on population biology is needed to managed introduced species? **Conservation Biology** 17:83-92. 2003.

STEFFEN, C.A. Técnicas radiométricas com o spectron SE-590. In: **Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto**, 1., Salvador, 1996. Anais. INPE, 1996. p. 9-14.

SUASSUNA, J. A. cultura do Pinus: uma perspectiva e uma preocupação. **Brasil Florestal** n° 29 - Janeiro/Março de 1977 - Ano VIII.

THEVENIN, J. M. R.; PIROLI, E. L., Uso e cobertura da terra no território Ayahuasqueiro em Rondônia: Uma análise de arranjos institucionais por classificação orientada a objeto. **Temático de Geotecnologias**, V. 43 p. 140 -158 , Curitiba, Fev/2018.

VASQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annu. Rev. Ecol. System.* 24, 69-87. 1993

VITULE, J. R. S.; PRODOCIMO, V; Introdução de Espécies não nativas e invasões biológicas. **Estud. Biol., Ambiente Divers.** 2012 jul./dez., 34(83), 225-237.

WARR, S. J.; THOMPSON, K.; KENT, M; Seed banks as a neglected area of biogeographic research: A review of literature and sampling techniques. **Progress in Physical Geography** 17:329-347, 1993.

ZENNI, R. D.; SIMBERLOFF, D. Nuber of source populations as a potential driver of pine invasions in Brazil. **Biol Invasions** (2013) 15:1623–1639.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, vol 30. N 178. 77-79. dez de 2001.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM DA ZONA DE AMORTECIMENTO E DO PARQUE ESTADUAL RIO CANOAS¹

1 INTRODUÇÃO

Unidades de Conservação (UCs) são áreas definidas como “espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (SNUC; BRASIL, 2000). No Brasil, o regulamento para tais Unidades está estabelecido pela Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000, a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão destas áreas. (BRASIL, 2000).

As UCs possuem em suas áreas adjacentes as Zonas de Amortecimento (ZAs), que são definidas como “um cinturão a proteger a unidade de conservação do efeito de borda”, e o “entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade”, e que também estão definidas no SNUC visando favorecer esses objetivos (BRASIL, 2000; MMA, 2008).

As zonas de amortecimento não fazem parte da unidade de conservação, não impedem o desenvolvimento de atividades econômicas dos mais diversos tipos em suas áreas e não requerem desapropriação de terras em suas áreas. Contudo, mostram-se essenciais para o manejo adequado da UC à qual pertencem, pois permitem que a equipe gestora da UC possa estabelecer medidas de controle e negociação com as comunidades locais sobre o uso adequado destas áreas (GANEM, 2015). Além destas importantes questões levantadas, é importante salientar o monitoramento das zonas de amortecimento, de modo que se possa evitar avanços sobre os limites das UCs (RIBEIRO *et al.* 2010; VITTALI *et al.* 2009).

Ao longo do desenvolvimento das atividades humanas, sobretudo da urbanização e do desenvolvimento da agricultura em grandes

¹ Parte deste capítulo foi apresentado no XIII Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, em setembro de 2018 – Nova Prata, RS - e será publicado em breve nos Anais do congresso.

extensões territoriais, principalmente em áreas com vegetação nativa, ocorreram muitas transformações significativas na paisagem, apresentando como principal resultado a fragmentação dos ambientes naturais (SCARAMBONE, 1998; FAHRIG, 2003; ALBERTI, 2005). Por este motivo, a utilização de ferramentas como Sistemas de Informações Geográficas, Geoprocessamento, e Sensoriamento Remoto são determinantes para a descrição e obtenção de informações de espaços terrestres, os quais são modificados constantemente com transformações no uso da terra (VALE E BORDALO, 2017).

As áreas onde hoje se localizam o Parque Estadual Rio Canoas (PAERC) e sua zona de amortecimento sofreram inúmeras transformações com o tempo, principalmente pela chegada da Indústria Iguazu Celulose e Papel S.A. na vila Ibicuí, que opera na região desde a década de 70 e trouxe novas demandas para o local (IGUAÇU, 2018). Por consequência da demanda da referida indústria, bem como as demais demandas do mercado, iniciou-se a silvicultura de *Pinus* nesta região, que opera até os dias atuais (FATMA, 2007).

A continuidade das atividades da Silvicultura do gênero *Pinus* spp. na região após a criação do Parque Estadual Rio Canoas podem ter consequências sobre a UC, já que o gênero em questão apresenta potencial invasor, alterando as características do ecossistema local e dificultando o desenvolvimento das espécies nativas (ZENNI & SIMBERLOFF, 2013). Hoje, a UC enfrenta um problema com a invasão biológica de *Pinus* spp. sendo de suma importância avaliar as corretas ações de manejo para efetuar o controle nas áreas afetadas (FATMA, 2007; CRUZ, 2014).

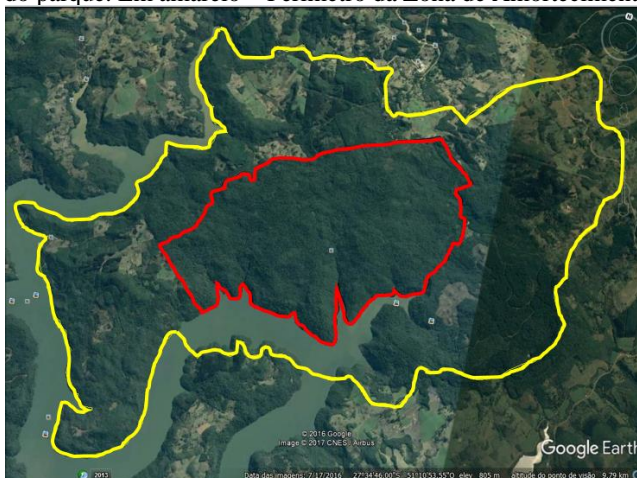
Neste contexto, o presente trabalho apresenta como objetivo a classificação e comparação do uso e cobertura da terra na região do PAERC, anterior ao estabelecimento do Parque (1978) e atual, com o auxílio de dados provenientes de sensoriamento remoto, para possibilitar uma análise e discussão das mudanças ocorridas, levando em consideração o histórico do local. Tais informações podem fundamentar tomadas de decisão dos gestores do parque e subsidiar ações efetivas no sentido do favorecimento da conservação de espécies autóctones.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado tendo como referência a área do Parque Estadual Rio Canoas e sua zona de amortecimento (Figura 2). A UC apresenta áreas com remanescentes de Floresta Ombrófila Mista (FOM), em transição vegetacional com a Floresta Estacional Decidual (FED), ecossistemas florestais que pertencem ao domínio da Mata Atlântica (FATMA, 2007). A Unidade de conservação foi criada como parte da compensação ambiental referente ao licenciamento do aproveitamento hidrelétrico de Campos Novos no rio Canoas pela Empresa Campos Novos Energia S/A – ENERCAN, tendo como unidade gestora a Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA), atualmente Instituto do Meio Ambiente (IMA). A Zona de Amortecimento e a UC estão localizadas às margens do Rio Canoas, na divisa dos municípios catarinenses de Campos Novos e Abdon Batista, junto à localidade da vila Ibicuí. A UC Possui uma superfície de 1.133,25 ha, localizada nas Coordenadas Geográficas (UTM): $x=479430.568$ / $y=6948650.996$, sua Zona de Amortecimento possui superfície de 3.105,24 ha e se encontra no entorno da área total da unidade, FATMA (2007).

Figura 2. Parque Estadual Rio Canoas, Localizado em Campos Novos/SC. Coordenadas geográficas (UTM) $x = 479430.568$ / $y = 6948650.996$. Em vermelho – Perímetro do parque. Em amarelo – Perímetro da Zona de Amortecimento.



Fonte: Google Earth, adaptado pelo autor, 2018.

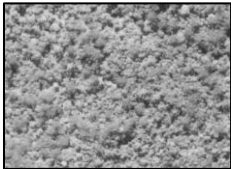
2.2 DADOS E MÉTODOS UTILIZADOS

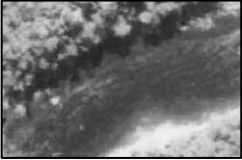
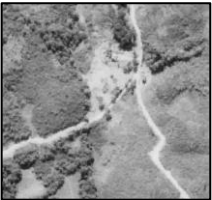

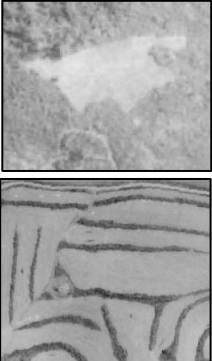
Foram elaborados mapas com base em imagens de sensoriamento remoto analógicas – fotos aéreas digitalizadas e georreferenciadas - e digitais – imagens obtidas via satélite. As fotos aéreas foram obtidas por meio da Secretaria de Estado do Planejamento de Santa Catarina, provenientes do acervo fotográfico do estado do ano de 1978, totalizando 21 fotos da área do Parque Estadual Rio Canoas e sua Zona de Amortecimento. As imagens de satélite foram disponibilizadas pela empresa Planet Labs, sendo estas do dia 03 de maio de 2018.


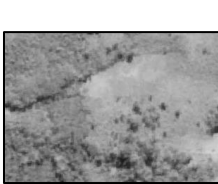
A escolha do ano de 1978 está atrelada ao fato de que esse foi o um período do passado no qual foi realizado um sobrevoo no estado de Santa Catarina para a obtenção de imagens aéreas de todo o estado.

Na junção e sobreposição das fotos aéreas, foi utilizado o software Image Composite Editor 2.0. Para gerar os mapas, foi utilizado o software QGIS 2.18.20. Os mapas foram gerados por meio de fotointerpretação, usando vetorização manual, aliada ao conhecimento de campo. A identificação dos usos da paisagem teve como base uma chave de interpretação (tabela 4), que foi desenvolvida de acordo com as recomendações de Novo (2010), Curran (1985) e Loch (2008), levando em consideração tonalidade, cor, forma, tamanho, padrão, textura, associação, sombra e tamanho das imagens disponíveis.

Tabela 4. Chave de interpretação desenvolvida para identificação da composição multitemporal de imagens provenientes de fotos aéreas de Santa Catarina, e imagens de satélite Planet Labs.

Classe	Amostra	Descrição
Vegetação Nativa		Textura rugosa, heterogênea, coloração com diferentes tons de cinza, tamanhos e formas irregulares, possui variação de sombra dando ideia de altura.
Recursos hídricos		Textura lisa, cor uniforme, tamanhos variados, formas lineares, sem sombra.

		
Estradas		Ausência de vegetação, cor próxima ao branco, sem sombras, formas lineares finas, geralmente presentes nas extremidades dos fragmentos.
Silvicultura		Textura densa, forma regular, vegetação equiânea, apresenta sombra, cor uniforme (verde escuro).
Agricultura		Textura homogênea, áreas com solo exposto apresentam ausência de vegetação, formas regulares e coloração próxima ao branco. Áreas plantadas apresentam vegetação organizada linearmente com cor cinza escuro.

		
Pastagem e/ou vegetação inicial		Pouca variação de sombra, textura fina, pequenos arbustos isolados, vegetação em fase inicial de crescimento.

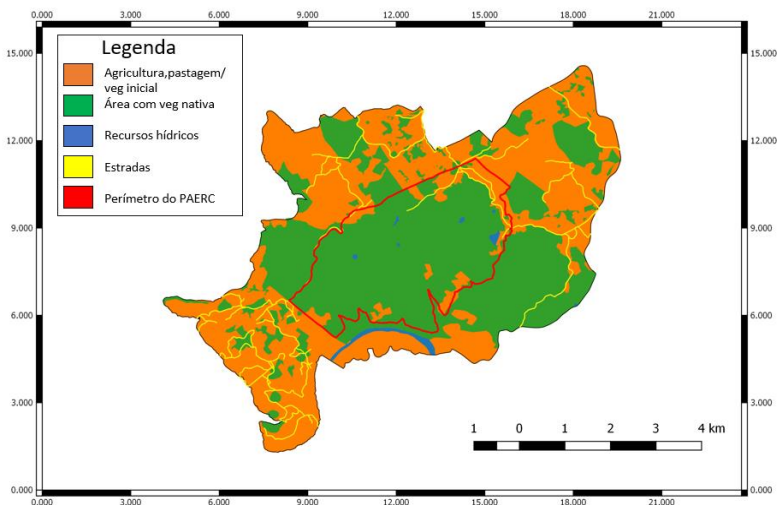
Fonte: Elaborada pelos autores, 2018.

De acordo com a fotointerpretação, aliada à avaliação de campo que ocorreu ao longo de 2018, foram encontradas diversas classes de uso e cobertura da terra, sendo estas classificadas de acordo com as necessidades do trabalho: agricultura, pastagem e vegetação inicial (1), vegetação nativa (2), recursos hídricos (3), estradas (4) e silvicultura (5).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa elaborado de Uso e Cobertura da terra em 1978, conforme a figura 3, mostra que a atividade de agricultura e pastagem neste período era muito significativa na região, representando 44% da área total. As áreas com vegetação nativa representavam 54%, as estradas representavam 1% da área, as quais davam acesso às pequenas propriedades rurais, e os recursos hídricos representavam aproximadamente 1% do total.

Figura 3. Uso e Cobertura da terra na área do Parque Estadual Rio Canoas e na zona de amortecimento no ano de 1978. A área em vermelho representa o perímetro do PAERC, em laranja a área considerada agricultura e pastagem, em verde as áreas com vegetação nativa em estágio avançado de regeneração, em amarelo as estradas e em azul os recursos hídricos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Devido às atividades e características atuais da Zona de Amortecimento, esperava-se que fosse identificada a atividade de silvicultura no local, o que não ocorreu. O histórico do local, por meio de relatos de moradores e pesquisa realizada pela Empresa ENERCAN, mostra que em um período passado a área do parque pertencia a uma fazenda conhecida como Fita Amarela, nome da madeireira proprietária (FATMA, 2007).

Nas áreas identificadas como “agricultura, pastagem e vegetação inicial”, uma parcela que foi definida como “pastagem” pode apresentar características de vegetação nativa da fitogeografia local. A vegetação nativa da região, segundo relata Klein (1978), é predominantemente representada pela formação florestal Floresta Ombrófila Mista, mas apresenta em menor proporção a Floresta Estacional Decidual, que além de apresentarem uma expressiva densidade e uniformidade de espécies arbóreas de grande porte, também trazem uma fitofisionomia que varia de

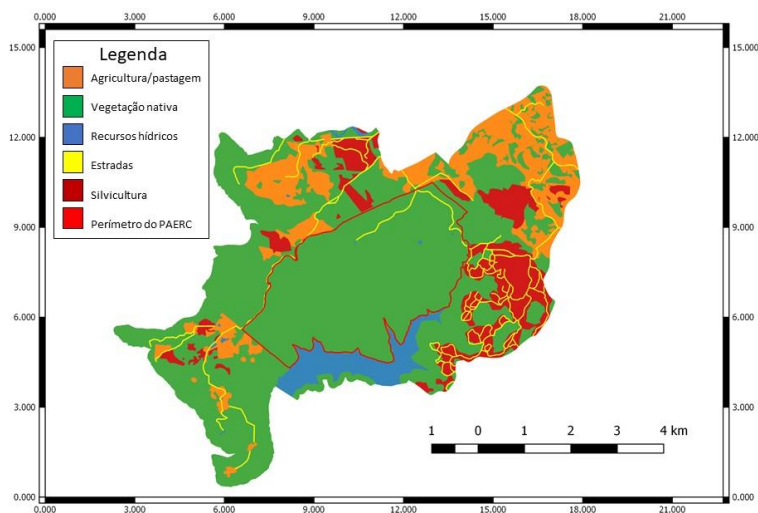
herbácea/subarbusativa até arbustiva com elementos arbóreos isolados, recebendo as denominações de “campo limpo” e “campo sujo”.

Na figura 4 é apresentado o mapa elaborado do Uso e Cobertura da terra na região para maio de 2018. Nele se percebe uma variação das características encontradas anteriormente, nas quais agricultura, pastagem e vegetação inicial correspondem a 13,4% da área, áreas de mata nativa se mostram presentes em 68,4% do total, recursos hídricos aumentam para 4,9%, estradas correspondem a 1% e silvicultura 12,1% do total. Neste mapa foi identificada a presença de silvicultura no local, possivelmente decorrente da demanda na vila Ibicuí, onde está localizada a Indústria Iguaçu Celulose, Papel S.A. que opera na região desde a década de 70 (IGUAÇU, 2018).

A silvicultura aparece como um dos setores de grande importância na região e com perspectivas de crescimento, apresentando 7.100 hectares de área plantada em Campos Novos, com destaque para o *Pinus* spp. que possui 5.200 ha de área plantada (IBGE, 2016). Vale ressaltar que o plano de manejo do PAERC traz a atividade silvicultural em áreas extensas com monocultivo como possivelmente problemática, devendo ser avaliada com cautela - afirmação corroborada por Tambosi (2008). No entanto, se implementada em pequena escala, com espécies benéficas ao ecossistema local, e em propriedades familiares presentes no entorno do parque pode significar uma atividade produtiva e positiva (FATMA, 2007).

Nota-se uma alteração das características dos recursos hídricos nos dois períodos. Quando se trata de 1978, estes recursos ocupam aproximadamente 1% da paisagem, enquanto que em 2018, os recursos ocupam aproximadamente 5% da área total. Esta alteração se deu em função do alagamento posterior à construção e funcionamento da hidrelétrica Campos Novos Energia S/A – ENERCAN (FATMA, 2007).

Figura 4. Mapa de Uso e cobertura da terra na área do Parque estadual Rio Canoas e na sua zona de amortecimento no ano de 2018, criado através do software Qgis 2.18.25. Foram encontradas 6 classes de uso e cobertura da terra, tendo como destaque a vegetação nativa e o surgimento da silvicultura em áreas significativas da zona de amortecimento.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A tabela 5 apresenta os dados relativos a cada classe de uso da terra nos dois períodos. A diferença no valor total encontrado (1,9 ha) está associada aos erros de elaboração dos mesmos.

Tabela 5. Áreas de cada classe de uso e cobertura da terra (%) e variação, em dois períodos no Parque Estadual Rio Canoas e respectiva Zona de Amortecimento. Em 1978, quando o parque ainda não era efetivado, e 2018, período após a efetivação.

Ano	Classes encontradas e suas respectivas áreas (ha)					
	Silvicultura	Vegetação nativa	Recursos hídricos	Agricultura/Pasto	Estradas	Total
1978	0	2319,9	31,2	1902,9	40,5	4294,7
(%)	(0)	(54,01)	(0,72)	(44,30)	(0,94)	(100)
2018	523,2	2938,9	211	576,7	42,8	4292,8
(%)	(12,18)	(68,46)	(4,91)	(13,43)	(0,99)	(100)
Diferença	+12,4	+14,41	+4,2	-31,1	+0,05	
(%)						

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

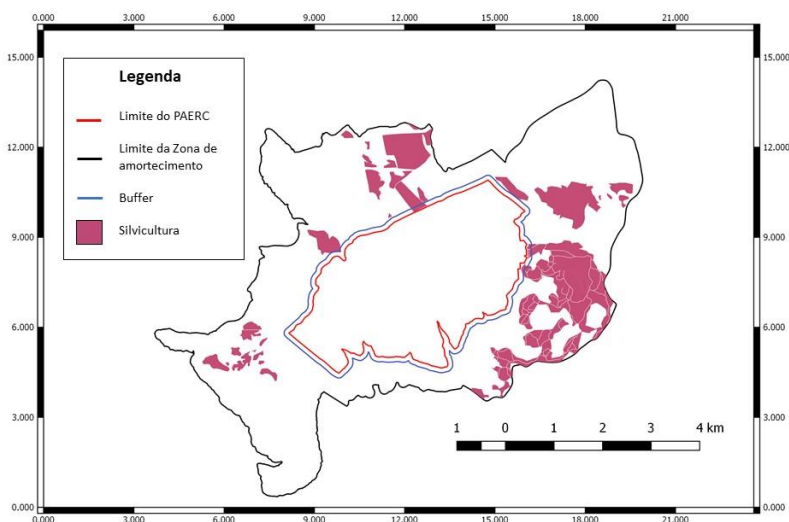
Os dados se mostram interessantes, já que o resultado gerado apresenta uma diminuição nas áreas de agricultura, pastagem e vegetação inicial, e um aumento de área de vegetação nativa, o que vai de encontro com as tendências de desenvolvimento agrário na região do planalto Catarinense (CAZELLA & BÚRIGO 2008), e também com outros trabalhos que relatam a modificação da paisagem em unidades de conservação e zonas de amortecimento em período de tempo semelhante (IRGANG, 2003).

Ainda que se compreenda as alterações entre os dois períodos, é importante ressaltar o aumento de áreas com vegetação nativa, e como a área que hoje pertence ao PAERC se manteve sem alterações significativas (corte raso) no período avaliado. Esta situação se deu a partir da ação dos atores sociais, localizados no entorno do parque. Na audiência pública para a criação do PAERC, notou-se a preocupação destes atores em relação à qualidade ambiental da área (FATMA, 2007), este interesse se mostra favorável à gestão participativa e consequentemente à conservação dos recursos ambientais presentes.

Na figura 6 estão evidenciadas as áreas com silvicultura na zona de amortecimento do PAERC. A silvicultura está presente em toda a área adjacente do parque, nas porções Norte, Sul, Leste e Oeste, e que apresenta proximidade aos limites do mesmo, sendo um fator preocupante em função da facilidade na entrada de propágulos de *Pinus* spp. na área, possibilitando assim a introdução do gênero invasor no local.

Visitas realizadas nas áreas de plantio adjacentes e informações contidas no plano de manejo mostram que são em sua maioria de *Pinus taeda*, destinados à indústria de madeira serrada e laminada, e construção civil (FATMA, 2007).

Figura 5. Mapa de áreas com silvicultura na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Rio Canoas. Em vermelho, área de limite do PAERC. Em azul, buffer de 100 metros de distância do limite do PAERC, sendo considerada área de risco para o parque por estarem muito próximas do mesmo, contribuindo para a dispersão e consequentemente invasão do gênero na área.



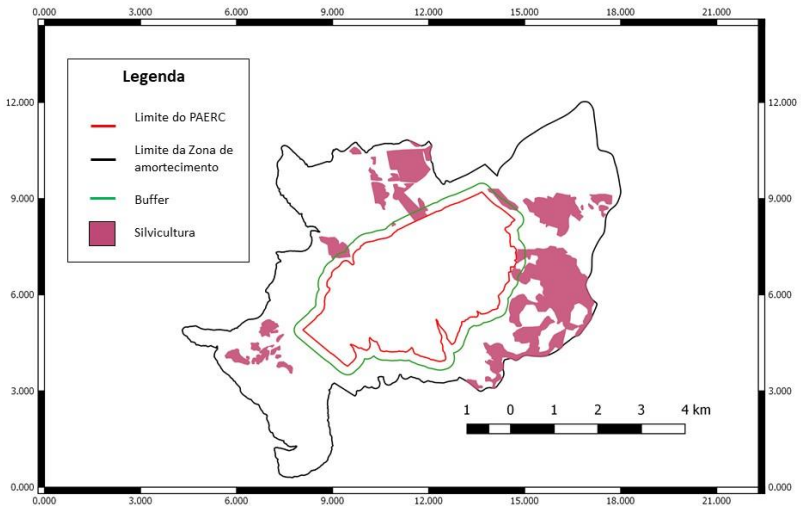
Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Apenas por meio das imagens, não foi possível identificar quais áreas classificadas eram plantios de *Pinus* spp. ou *Eucalyptus* spp. Mas, sabendo sobre o potencial invasor do *Pinus* spp. nos mais variados ambientes (CONSEMA, 2012; ZENNI & SIMBERLOFF, 2013; CUEVAS & ZALBA 2013), é necessário preocupar-se com a distância dos plantios aos limites do parque, principalmente por sua efetiva dispersão de sementes (ZILLER, 2001).

Motta *et al.* (2003), relata que a principal causa de invasão de *Pinus* sp, em UCs, é causada por plantios vizinhos, presentes na zona de amortecimento. Richardson e Higgins (1998) e Ledgard (1988) afirmam que 90% das sementes de pinus dispersam-se a até 75-100 m da planta

mãe, podendo chegar a 5-8 km e em alguns casos até 25 km de distância em função da direção, velocidade do vento, e características da fonte de propágulos. Willians *et al.* (2006) realizou uma avaliação em uma floresta de *Pinus* na Carolina do Norte – EUA, e trouxe como resultado uma distância máxima de dispersão de 33,7 km da fonte. A maior parte das sementes obtiveram uma dispersão que variaram de 0,05 km até 0,14 km da fonte. Com base nessas referências houve a proposição de dois buffers localizados à 100 metros (figura 6), e 200 metros (figura 7), de distância dos limites do parque, sendo dois cenários sugeridos à Unidade de Conservação para análise como uma zona-tampão para retirada de plantios vizinhos. Os cenários propostos são também apresentados na Tabela 6.

Figura 6. Mapa de áreas com silvicultura na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Rio Canoas. Em vermelho, área de limite do PAERC. Em verde, buffer de 200 metros de distância do limite do PAERC, sendo considerada área de risco para plantios de *Pinus* spp. por estarem muito próximos do parque contribuindo para a dispersão e conseqüentemente invasão do gênero na área.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tabela 6. Áreas calculadas de plantios de *Pinus* spp. dentro dos buffers de 100 e 200 metros no entorno do PAERC, nos quais a sugestão é de retirada do plantio nesses fragmentos que fazem limite com o PAERC.

Cenários	Área com <i>Pinus</i> spp. (ha)	Nº de fragmentos
Buffer 100 metros	6,3	6
Buffer 200 metros	23,7	7

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Tendo o conhecimento de que a maior parte das sementes se dispersam em até 200 metros (LEDGARD, 1988), os dois cenários propostos apresentam poucos fragmentos com plantios de *Pinus* spp. e áreas relativamente reduzidas (máximo 23,7 ha no cenário 2) na zona de amortecimento. Esta situação sugere uma possível viabilidade, em termos de custo e esforço, no sentido da retirada do Pinus. Esta ação proposta seria um método de prevenção a futuras invasões de grande significado.

Essas propostas precisam ser avaliadas e discutidas com o Conselho Consultivo do PAERC, pois é de função do conselho auxiliar, acompanhar e opinar sobre as tomadas de decisões nas Unidades de Conservação (MMA, 2010).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho mostrou que no período inicial avaliado (1978) a silvicultura ainda não estava presente na região, possivelmente porque a indústria de celulose ainda não estava em operação na vila Ibicuí. Percebe-se que grande parte da área que hoje constitui o PAERC se encontrava conservada na época, e que essa característica se manteve até o período atual. Essa característica mostra que a unidade de conservação apresenta grande potencial de exercer o papel que se propõe a cumprir.

O método de fotointerpretação apresentou um desempenho satisfatório, porém trouxe dúvidas relativas ao que se considerou pastagens ou vegetação em estágio inicial de regeneração, o qual não poderia ser confirmado a campo, visto que as fotos aéreas utilizadas eram de um período passado.

A partir dos resultados trazidos pela elaboração dos mapas, entende-se que houve um aumento nas áreas com recursos hídricos, advindo do alagamento no Rio Canoas (construção da hidrelétrica). As estradas se mantiveram em quantidade de área utilizada, apenas alteraram sua localização. Houve o surgimento da silvicultura, resultado das

demandas locais, e áreas com vegetação nativa mostraram aumento entre os períodos avaliados. Por fim, as atividades localizadas no entorno da unidade de conservação merecem atenção especial, por estarem em uma zona de amortecimento, sendo necessário garantir que a unidade de conservação atinja seus objetivos.

Os cenários propostos para a retirada do *Pinus* spp. na área adjacente à Unidade (zona de amortecimento) são métodos que deveriam ser discutidos e considerados como alternativa para a prevenção da invasão do gênero. Geralmente, apenas os métodos de controle são escolhidos, após a invasão estar estabelecida. A preocupação com prevenção ainda não é algo disseminado entre as Unidades de Conservação brasileiras, mas que apresenta uma importância significativa.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, M. The effects of urban patterns on ecosystem function. **International regional science review**. 28, 2: 168–192 (April 2005).
- BRASIL. Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 de julho de 2000.
- CAZELLA, A. A.; BÚRIGO, F. L. O desenvolvimento territorial no planalto catarinense: O difícil caminho da intersetorialidade. **Revista Extensão Rural**, DEAER/CPGExR – CCR – UFSM, Ano XV, Jan – Jun de 2008
- CONSEMA, Conselho estadual do meio ambiente. Resolução N° 08, de 14 de setembro de 2012. Reconhece a lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial da União**, nº 19429, no dia 02 de outubro de 2012, páginas 3 a 6.
- CRUZ, R. J. L.; **Regeneração inicial da vegetação secundária após a retirada da silvicultura de *Pinus* spp. no Parque Estadual Rio Canoas – SC**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina), UFSC, 2014.
- CUEVAS, Y. A.; ZALBA, S. M; Efecto del tipo de corte y tratamientos em el mantillo para la restauración de pastizales naturales invadidos por *Pinus Halepensis*. **Bol. Soc. Argent. Bot.** 48 (2): 315-329. 2013
- CURRAN, P. O. **Principles of Remote Sensing**. London, Longman, 1985.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.** 2003. 34:487–515
- FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Plano de Manejo Parque Estadual Rio Canoas. Encarte 1, Contextualização da Unidade de Conservação**, Outubro de 2007. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/parque-estadualrio-canoas>> Acesso em: 30/07/2018.
- FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Plano de Manejo Parque Estadual Rio Canoas. Encarte 3, Análise da Unidade de Conservação**, Outubro de 2007. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/parque-estadualrio-canoas>> Acesso em: 02/08/2018

GANEM, R. S; **Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação**. Consultoria Legislativa, março de 2015. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/acamara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2015515zonas-de-amortecimento-de-unidades-de-conservacao-roseli-ganem>. Acesso em: 18/07/2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades – Campos Novos, Santa Catarina, Brasil, 2016**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=420360&idtema=169&search=santa-catarina|campos-novos|extracao-vegetal-e-silvicultura-2016>. Acesso em: 8/08/2018.

IGUAÇU, Iguazu celULOse, papel S.A. **A Iguazu – História, 2018**. Disponível em: <http://www.iguacucelulose.com.br/historia/>. Acesso em: 10/08/2018.

IRGANG, G. V; **Análise espacial e temporal de estado da conservação ambiental do Parque Estadual de Itapuã – RS e sua Zona de Amortecimento**. Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Ecologia, instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003)

KLEIN, R.M. (1978). Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí, V parte, 24p

LOCH, C. A; **Interpretação de Imagens Aéreas: Noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. 5ª. ed. Florianópolis: Editora da UFSC. 103p,2008.

MMA, Ministério do Meio ambiente. **Unidades de Conservação: conselhos gestores**. 2010. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/conselhos-gestores.html>. Acesso em 8/01/2019.

MMA, Ministério do Meio ambiente. **Licenciamento e unidades de conservação**. Maio de 2008. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008050247.pdf . Acesso em 03/08/2018.

MOTTA, M. S; **Invasão de *Pinus Elliottii* em uma área de floresta atlântica montana em estágio inicial de regeneração no planalto de Poços de Caldas, Minas Gerais**. Poços de Caldas, 2003. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/174/_arquivos/174_05122008113638.pdf . Acesso em: 4/07/2017.

RICHARDSON, D. M.; HIGGINS S. I. Pines as invaders in the Southern hemisphere. In: Richardson DM, ed. Ecology and biogeography of pines: first paper back edition 2000. **Cambridge: Cambridge University Press**; 1998. chap. 22, p. 450-473.

RIBEIRO, M. F.; FREITAS, M. A. V.; COSTA, V. C; **O desafio da gestão ambiental de zonas de amortecimento de unidades de conservação**. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, Universidade de Coimbra, Maio de 2010. Disponível em: http://arquivos.proderj.rj.gov.br/inea_imagens/downloads/pesquisas/Ribeiro_eta1_2010.pdf. Acesso em: 01/08/2018.

SCARAMBONE, A. Z. Fragmentação da mata Atlântica: Aspectos teóricos. **Floresta e ambiente**. Vol. 5(1):160-170, jan./dez.199

TAMBOSI, L. R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: Subsídios para a criação da zona de amortecimento**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L. Análise multitemporal do uso da terra e da cobertura vegetal entre 1985 e 2015 na bacia hidrográfica do rio Apeú, nordeste paraense. **Revista GeoAmazônia**. Belém, v. 5, n.10 p.23-40 2017.

VITALLI, L.; ZAKIA, P. B.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, vol. XII, núm. 1, enero-junio, 2009, pp. 67-82 Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade Campinas, Brasil.

WILLIAMS, C. G.; LADEAU, S. L.; OREN, R.; KATUL, G. G; Modeling seed dispersal distances: Implications for transgenic *Pinus Taeda*. **Ecological applications**, 16(1), 2006, p117-124.

ZENNI, R. D.; SIMBERLOFF, D.; Nuber of source populations as a potential driver of pine invasions in Brazil. **Biol Invasions** (2013) 15:1623–1639.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, vol 30. N 178. 77-79. dez de 2001.

CAPÍTULO 2²

AVALIAÇÃO DE ASPECTOS DA INVASÃO BIOLÓGICA POR *Pinus* spp. NO PARQUE ESTADUAL RIO CANOAS

1 INTRODUÇÃO

A invasão biológica é um processo no qual uma espécie exótica ocupa um ecossistema e passa a ocupá-lo e a expandir-se neste meio, afetando os serviços ecossistêmicos, o ambiente e o desenvolvimento das espécies nativas, por ocupar seu habitat (ZILLER, 2001). Algumas espécies exóticas, por apresentar vantagens competitivas e estarem livres de predadores de sua região de origem, podem ser invasoras muito eficientes e são a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade, gerando assim preocupação global também pelos altos custos econômicos que acarretam. Dentre eles, os principais são os custos de prevenção, controle e erradicação (ZILLER, 2001; SIMBERLOFF, 2011).

Unidades de conservação são espaços territoriais e seus recursos ambientais, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Podem ser criadas pela esfera nacional, estadual ou municipal. Parques estaduais tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica, possibilitando pesquisas científicas e realização de atividades de educação ambiental (BRASIL, 2000). Estes ambientes podem ser suscetíveis ao estabelecimento de espécies exóticas invasoras, principalmente se apresentarem áreas em desequilíbrio ecológico (VITULE & PRODOCIMO, 2012).

Dentre as espécies exóticas invasoras relevantes estão as do gênero *Pinus*, nativas do hemisfério Norte, e introduzidas no hemisfério Sul para diversos fins (SIMBERLOFF *et al.* 2010). No Brasil, foram introduzidas para fins ornamentais e comerciais a partir da década de 30, quando as reservas naturais de madeira nativa começaram a se esgotar (GOULARTI FILHO, 2007). Nesta época, não havia conhecimento sobre o potencial invasor do *Pinus*, e os primeiros estudos publicados a respeito do tema datam dos anos 2000 (HILLIG, 2013). A família das pináceas tem sido amplamente estudada por diversos especialistas na biologia da invasão, em função de suas características, que incluem amplas faixas de

² Parte deste capítulo foi publicado nos Anais da II SEAFLORE – II Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. ISBN 978-85-5722-095-9

tolerância climática e edáfica, sementes pequenas com dispersão anemocórica, entre outras (PAUCHARD *et al.* 2015).

Apesar de o gênero *Pinus* estar incluído na Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina (CONSEMA, 2012), a sua madeira está voltada para produção de múltiplos produtos de mercado no Brasil, correspondendo à 1,59 milhão de hectares de áreas plantadas (ACR, 2016). Por este motivo o *Pinus* spp. é considerado um desafio, por ser uma exótica que é desejável e importante para a economia do Brasil (MACHADO E OLIVEIRA, 2009).

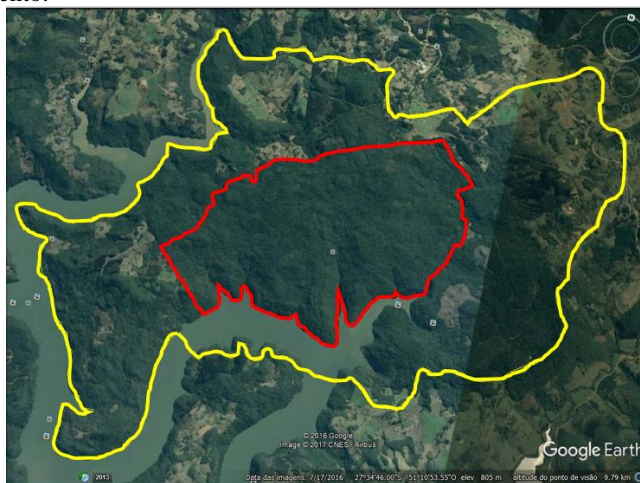
O Parque Estadual Rio Canoas, Unidade de Conservação de proteção integral instituída pelo poder público no ano de 2004, apresenta desde o período de sua implantação, invasão de *Pinus* spp., originárias de plantios dentro da unidade (que existiam antes do decreto) e por influência de plantios existentes em áreas adjacentes (zona de amortecimento) (FATMA, 2007).

Diante do exposto, o presente trabalho se propôs a caracterizar os aspectos da invasão biológica de *Pinus* spp. no Parque Estadual Rio Canoas, localizado na cidade de Campos Novos- SC, por meio de inventário florestal, análise de chuva de semente e análise de banco de sementes em diferentes ambientes. Os resultados poderão servir como base para definição de estratégias de controle do gênero, futuramente realizados pela gestão da unidade de conservação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Parque Estadual Rio Canoas, remanescente de Floresta Ombrófila Mista (FOM), em transição vegetacional com a Floresta Estacional Decidual (FED), ecossistemas florestais que pertencem ao domínio da Mata Atlântica, possuindo uma superfície de 1.133,25 ha, e sua zona de amortecimento uma superfície de 3.105,24 ha (Figura 8) (FATMA, 2007). O clima da região é classificado como subtropical mesotérmico brando superúmido – Cfa, segundo Koppen, com temperatura média anual em torno de 17°C. Os tipos de solo encontrados na região são Latossolo Bruno/Roxo, Cambissolo, Terra Bruna Estruturada e Latossolo Bruno. Todos Álicos com horizonte superficial húmico ou proeminente (EMBRAPA, 2004).

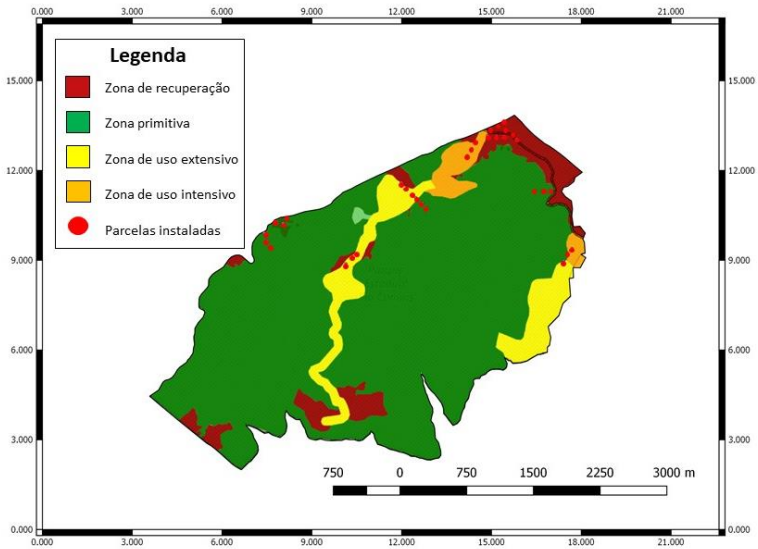
Figura 7. Parque Estadual Rio Canoas, Localizado em Campos Novos/SC. Coordenadas geográficas (UTM) $x = 479430.568$ / $y = 6948650.996$. Em vermelho – Perímetro do parque. Em amarelo – Perímetro da Zona de Amortecimento.



Fonte: Google Earth, adaptado pelo autor, 2018.

A área de estudo avaliada dentro do parque concentra-se em área de existência anterior de silvicultura de *Pinus* sp., especificamente nos extremos norte e sul - local onde foi iniciado o processo de retirada destes cultivos na época da efetiva decretação do PAERC em 2004, bem como pequenas porções intermediárias ao longo da estrada interna principal Nordeste-Sudoeste, totalizando aproximadamente 91,3 ha com presença do gênero *Pinus*, chamada no plano de manejo de “zona de recuperação” (Figura 9) (FATMA, 2007).

Figura 8. Mapa temático do PAERC – Parque Estadual Rio Canoas, com os locais onde foram instaladas as parcelas utilizadas na pesquisa.



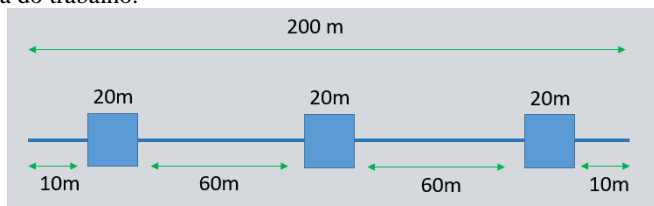
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Três diferentes ambientes foram escolhidos para inclusão na amostragem: 1) ambientes com vegetação nativa, os quais apresentam floresta em estágio avançado de regeneração, sem a presença da espécie invasora em questão; 2) ambiente com *Pinus* sp., proveniente de invasão de áreas adjacentes, e por regeneração de áreas de silvicultura que foram retiradas no momento de decretação do parque; 3) áreas em estágio inicial de regeneração, nas quais entende-se que exista risco de invasão, por apresentar características favoráveis à invasora, e estarem próximas a plantios de *Pinus* sp. localizados na zona de amortecimento. (as definições dos ambientes seguem os preceitos da Resolução nº 04 do CONAMA, 1994).

Com base em vistorias de campo para conferência das informações, foram estabelecidas as unidades amostrais de forma sistemática. Foram abertos transectos lineares - com extensão de 200 metros - sendo 11 transectos no total, nos quais implantaram-se 3 parcelas de 20 x 20 metros, posicionando o centro da primeira parcela nos 20 metros iniciais, e mantendo uma distância entre elas de 60 metros (figura

10), totalizando uma amostragem de 33 parcelas (13.200m²) nas áreas levantadas. Do total de 11 transectos, três se encontram em área de mata nativa, dois em áreas de estágio inicial de regeneração, e seis em áreas com ocorrência de *Pinus spp.*, totalizando uma área de amostragem de 13.200 m². A intensidade amostral utilizada (f), foi de 1,4% da zona de recuperação, a qual é a razão entre a área amostrada (a), e a área total da população (A) (KERSTEN & GALVÃO, 2011). As áreas de amostragem dos três ambientes foram diferentes, nas quais o ambiente com mata nativa teve 3.600 m², o ambiente com vegetação inicial teve 2.400 m², e o ambiente com ocorrência de *Pinus spp.* teve 7.200m² de área amostrada. A escolha das áreas foi decorrente da situação da invasão biológica no parque e da logística da pesquisa.

Figura 9. Esquema de descrição dos transectos lineares utilizados na metodologia do trabalho.



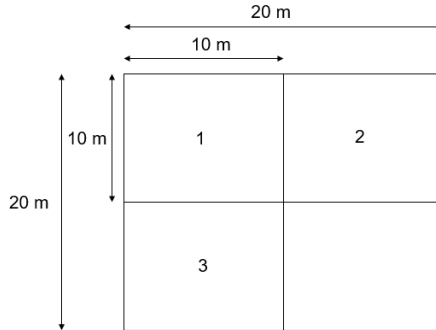
Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Cada parcela foi dividida em quatro sub parcelas de 10 x 10 m cada (Figura 11). Em cada sub parcela foi usada uma metodologia de avaliação do potencial da contaminação biológica, na qual:

- Subparcela 1: foi realizado o inventário de todos os indivíduos com DAP presentes na parcela.
- Subparcela 2: Foram coletadas amostras do banco de sementes do local.
- Subparcela 3: Foram instalados os coletores de sementes para posterior avaliação da chuva de sementes.
- Parcela total: Foi realizado o inventário florestal, considerando os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito) ≥ 10 cm.
- No inventário as espécies foram classificadas entre duas categorias: *Pinus* sp. e outros indivíduos (espécies nativas). Os diâmetros foram obtidos com auxílio da SUTA.

Após a obtenção dos dados, foram estimados o número de indivíduos por hectare, o DAP médio em centímetros, a área basal em metros por hectare, para as duas categorias (*Pinus* sp., e outras espécies), e também a relação em porcentagem da área basal dos indivíduos de *Pinus* sp. sobre as outras espécies.

Figura 10. Croqui das parcelas utilizadas no trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

2.1 BANCO DE SEMENTES

Com o objetivo de avaliar o potencial germinativo do *Pinus* spp. em diferentes situações, amostras de banco de sementes foram coletadas na sub parcela 2 de cada parcela, sendo retirada uma camada de 5 cm de profundidade do solo, e 25 cm x 25 cm de comprimento, com o auxílio de um gabarito de madeira, de acordo com Brown (1992). Também foi coletada a serapilheira de cada amostra. Posteriormente à coleta e armazenamento em sacos plásticos identificados, as amostras foram levadas para a UFSC – Campus Curitibanos, e colocadas em bandejas plásticas perfuradas, as quais receberam uma primeira camada de 2 cm de substrato florestal comercial, contendo casca de pinus, fosfato natural, casca de arroz carbonizada, vermiculita/adubo químico NPK. A camada posterior foi a amostra do banco de sementes, e a serapilheira foi colocada na superfície. Amostras de banco de sementes foram coletadas e acondicionadas em casa de vegetação em dois momentos: e fevereiro de 2018 e em junho de 2018.

A primeira coleta de material, realizada em 8 de fevereiro foi acondicionada em casa de vegetação, recebendo irrigação diária por um

período de 120 dias em uma temperatura média de 24 °C. A cada 30 dias foi realizada uma leitura de crescimento de plântulas, que também foram divididas em duas categorias: plântulas de *Pinus* spp. e outras. Em cada leitura as plântulas foram contadas, classificadas e excluídas.

A segunda coleta foi realizada em 14 de junho e também foi acondicionada em casa vegetação por um período de 4 meses – até o mês de outubro, sendo utilizados os mesmos métodos de avaliação.

2.2 CHUVA DE SEMENTES

Para coleta e avaliação da chuva de sementes nas parcelas, foram confeccionados coletores permanentes de sementes com dimensão de 1 m², com moldura de madeira e tela/sombrite dispostos a 0,8 m de altura do solo, que foram alocados na sub parcela 3 de cada parcela. A coleta de sementes ocorreu com intervalo bimestral pelo período de 1 ano, iniciando em dezembro de 2017 e seguindo nos meses de fevereiro, abril, junho, agosto e outubro de 2018. As sementes foram recolhidas em sacos identificados e posteriormente em laboratório passaram por um processo de triagem. Neste processo o material também foi separado em duas categorias: *Pinus* spp., e outras espécies, sendo excluído folhas e galhos presentes. Foram consideradas na contagem as sementes sadias – as que não apresentavam nenhum tipo de dano avaliados visualmente. As sementes danificadas foram descartadas. Não foram realizados teste de germinação em laboratório para avaliar a sanidade e a viabilidade das sementes.

Após a separação e contagem das sementes, foram quantificadas a densidade de sementes de *Pinus* por parcela e o padrão sazonal de dispersão das sementes. A quantidade de sementes por parcela foi estimada para hectares e, posteriormente foram calculados os intervalos de confiança para cada tipo de ambiente analisado, em cada uma das 6 coletas realizadas. As maiores densidades de chuva de sementes de *Pinus* spp. (em cada coleta), foram comparadas à literatura para confirmar o padrão sazonal de dispersão de sementes do pinus.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INVENTÁRIO FLORESTAL

Na tabela 7 são apresentados os resultados das informações coletadas nas parcelas em cada ambiente, levando em consideração todos

os indivíduos com DAP superior à 10 cm. Os indivíduos foram separados entre duas categorias: “*Pinus sp.*”, e “outras espécies”.

Tabela 7. Resultados do inventário florestal no Parque Estadual Rio Canoas, levando em consideração todos os indivíduos com DAP superior à 10 cm. Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (95%).

Ambientes	Indivíduos/ha		DAP médio (cm)		Área Basal (m ² /ha)		Relação AB Total/Pinus (%)
	Total	<i>Pinus sp.</i>	Total	<i>Pinus sp.</i>	Total	<i>Pinus sp.</i>	
Pinus	473,61 (347,4 – 599,9)	120,83 (11,6 – 230,1)	16,87 (15,8 – 17,9)	10,04 (5,1 – 15,0)	12,32 (8,5 – 16,1)	4,13 (0,7 - 7,6)	27,46 (11,6 - 43,3)
Floresta	597,22 (549,6 – 645,8)	0,00 (0,0)	19,41 (17,6 – 21,2)	0,00 (0,0)	22,19 (17,6 – 26,8)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)
Vegetação Inicial	237,5 (159,8 – 315,2)	58,33 (-7 - 123,7)	20,45 (15,5 – 25,4)	13,55 (0,4 – 26,7)	10,4 (4,1 – 16,7)	5,5 (-1,6 - 12,6)	52,88 (- 6,0 - 63,3)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Os indivíduos de pinus ocorreram em 2 dos 3 ambientes avaliados, com maior densidade no ambiente que previamente era praticada a silvicultura da espécie. Como esperado, o ambiente de floresta se apresentou mais estruturado, com os maiores DAP médios e área basal, e sem a ocorrência do Pinus. Por sua vez, a presença da espécie no ambiente de vegetação inicial reforça o potencial invasor da espécie, ampliando a área de ocorrência da espécie originalmente registrado na Unidade de Conservação. Também foi possível avaliar nos dois ambientes com a presença de *Pinus spp.*, que a maior parte dos indivíduos da espécie são jovens (DAP abaixo da média geral), porém muitos já se encontram em fase reprodutiva, característica observada durante o inventário.

Destaca-se nos resultados a dominância do *Pinus spp.* nos dois ambientes de ocorrência, chegando a aproximadamente 30% do valor da Área Basal da comunidade.

A média da área basal do ambiente de floresta nativa realizada no inventário (22,19 m²/ha) apresenta similaridade com o valor da média de área basal do Inventário Florístico Florestal do Estado de Santa Catarina para a FOM, que é de 26,76m²/ha (VIBRANS *et al.* 2013). O DAP médio do mesmo ambiente (19,41 cm) também se assemelha ao valor obtido no IFFSC, que foi de 20,42 cm (VIBRANS *et al.* 2013).

Na tabela 8 são apresentados os dados apurados referentes às sub parcelas de 10 x 10m em cada ambiente, nas quais a avaliação ocorreu com o intuito de identificar a presença de indivíduos regenerantes de *Pinus* spp. Indivíduos deste gênero, com menos de 10 cm de DAP se fizeram presentes apenas no ambiente denominado “Pinus”, corroborando com as observações realizadas durante o inventário, de indivíduos de *Pinus* spp. em idade reprodutiva neste ambiente. Esse fato, também reforça a menor capacidade das espécies de colonizar ambientes com maior estrutura florestal nativa.

Tabela 8. Resultados do inventário florestal no Parque Estadual Rio Canoas, levando em consideração todos os indivíduos com DAP inferiores à 10 cm, nas sub parcelas de 100 m². Valores entre parênteses representam o intervalo de confiança (nível de confiança de 95%). Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Ambientes	Indivíduos/ha		DAP médio (cm)		Área Basal (m ² /ha)		Relação AB
	Total	<i>Pinus</i> sp.	Total	<i>Pinus</i> sp.	Total	<i>Pinus</i> sp.	Total <i>Pinus</i> (%)
Pinus	4166,67 (3201,9 – 5131,4)	116,67 (-55,6 – 288,9)	3,31 (2,9 – 3,6)	0,61 (-0,2 – 1,4)	5,02 (3,8 – 6,1)	0,35 (-0,2 – 0,9)	6,61 (-2,9 – 16,1)
Floresta	4488,8 (2467,9 – 6509,8)	0,00 (0,0)	3,0 (2,5 – 3,5)	0,00 (0,0)	5,32 (2,79 – 7,85)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)
Vegetação Inicial	7866,6 (6744,5 – 8988,7)	0,00 (0,0)	2,49 (1,9 – 2,9)	0,00 (0,0)	6,16 (4 -8,3)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)

Em relação a ocorrência de *Pinus* spp. nas parcelas os dados se mostraram interessantes. No inventário com indivíduos de DAP superior a 10 cm, as informações foram heterogêneas: no ambiente avaliado com *Pinus* spp. em 50% das parcelas havia *Pinus* sp., dos quais os números de indivíduos por parcela variaram, e em todas as parcelas foram menores que o número de indivíduos de outras espécies. No ambiente com vegetação nativa não houve nenhum indivíduo de *Pinus* spp. nas parcelas, já no ambiente de vegetação em estágio inicial de regeneração 50% das parcelas apresentaram ocorrência de *Pinus* spp., no qual o número de indivíduos foi heterogêneo e menor que o número de indivíduos de outras espécies.

No inventário com indivíduos de DAP inferior a 10 cm a ocorrência de *Pinus* spp. diferiu. No ambiente onde havia *Pinus* spp. em apenas 11% das parcelas foram encontrados indivíduos de *Pinus* spp. no

qual o número de indivíduos foi bem menor que os indivíduos de outras espécies. Nos ambientes com vegetação nativa e com vegetação em estágio inicial de regeneração não houve presença de indivíduos de *Pinus* spp.

3.2 BANCO DE SEMENTES

Os resultados obtidos de emergência de plântulas com os bancos de sementes mantidos em casa de vegetação são apresentados na tabela 9. Foram contabilizadas todas as plântulas que emergiram a cada 30 dias, classificadas em 2 categorias: *Pinus* spp. e outras espécies, sem distinção de forma de vida: herbáceas, arbustivas e arbóreas.

Tabela 9. Número estimado de plântulas emergidas por hectare (com respectivos intervalos de confiança a 95%) de *Pinus* spp. e de outras espécies em diferentes áreas do Parque Estadual Rio Canoas, a partir de coletas realizadas em fevereiro e junho.

Avaliação	Área Nativa		Área com <i>Pinus</i> spp.		Áreas vegetação inicial	
Coleta Fevereiro 2018						
	Plântulas de <i>Pinus</i>	Plântulas de outras espécies (x 10 ⁶)	Plântulas de <i>Pinus</i>	Plântulas de outras espécies (x 10 ⁶)	Plântulas de <i>Pinus</i>	Plântulas de outras espécies (x10 ⁶)
30 dias	0	4,78 2,91-6,64	0	8,18 5,62-10,74	0	8,96 3,92-13,99
60 dias	0	2,41 0,67-4,16	0	6,15 4,6-7,69	0	8,58 4,91-12,26
90 dias	0	4,0 1,78-6,39	0	4,18 2,42-5,94	0	5,49 2,34-8,64
120 dias	0	4,81 3,27-6,36	0	5,79 4,32-7,26	0	7,28 4,63-9,92
Coleta Junho 2018						
	Plântulas de <i>Pinus</i>	Plântulas de outras espécies (x 10 ⁶)	Plântulas de <i>Pinus</i> (x10 ⁶)	Plântulas de outras espécies (x 10 ⁶)	Plântulas de <i>Pinus</i> (x 10 ⁶)	Plântulas de outras espécies (x10 ⁶)
30 dias	0	6,59 3,64-9,54	0,01 -0,006-0,04	9,40 6,79-12,01	0	19,28 6,43-32,12
60 dias	0	2,11 1,38-2,84	0,008 -0,008-0,02	6,16 3,93-8,39	0,02 -0,02-0,07	12,0 -0,03-24,03
90 dias	0	8,35 2,31-1,44	0	5,64 2,76-8,52	0	5,92 0,62-11,21
120 dias	0	1,49 0,88-2,1	0	3,85 2,90-4,81	0	3,78 0,83-6,73

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

A principal diferença observada foi entre os dois períodos avaliados. A primeira coleta (fevereiro) não apresentou emergência de *Pinus* spp. no período avaliado (de 120 dias), apenas plântulas de outras espécies emergiram no intervalo de tempo avaliado. Em relação as outras

espécies, os intervalos de confiança da primeira coleta não evidenciam diferenças entre as três situações. Já na segunda etapa de coleta, os intervalos de confiança evidenciaram diferenças entre as situações com vegetação nativa e as áreas com *Pinus* aos 120 dias.

A explicação para a falta de emergência de *Pinus* spp. associada ao período de coleta do banco de sementes, sendo a primeira coleta (fevereiro) foi caracterizada por um momento onde a dispersão de sementes de *Pinus* spp. é baixa (JAMKOVSKI, 1985), ou seja, havia uma reduzida entrada de sementes via chuva de sementes, para a formação do banco de sementes neste período. Os resultados sugerem que o banco de sementes formado é efêmero, uma vez que as sementes dispersadas no ano anterior não germinaram na coleta de fevereiro. A segunda coleta, (na qual houve germinação de *Pinus* spp.) foi realizada em junho, período em que a dispersão de sementes do gênero é mais alta (JAMKOVSKI, 1985; WILLIAMS *et al.* 2006), portanto no período da segunda coleta havia formação de banco de sementes, influenciado pela chuva de sementes do período. O próximo item deste capítulo – Chuva de sementes – confirma a referência da sazonalidade das sementes de *Pinus* spp. na região.

Os elevados valores dos IC refletem uma grande variação local, sugerindo uma forte heterogeneidade no padrão de comportamento da distribuição das sementes. Aspecto, de certa maneira, esperado a partir do encontrado na literatura. A composição do banco de sementes depende da história da cobertura vegetal e da idade do estoque, sendo um sistema dinâmico no qual o estoque acumulado varia de acordo com entradas e saídas (MARTÍNEZ-RAMOS & CASTRO, 1993). As entradas se dão pela chuva de sementes, provenientes de mecanismos de dispersão. As saídas do banco, se dão pela germinação, predação e contaminação por patógenos (HARPER, 1977). A germinação, metodologia realizada no estudo, pode variar de acordo com respostas fisiológicas ligadas à estímulos ambientais, como luz, temperatura e umidade (SCHERER, 2004), deste modo as variações encontradas estão dentro da normalidade, mas prejudicam a percepção de tendências e visualização de potenciais diferenças entre as situações estudadas. Uma possibilidade para futuros estudos seria a de aumentar o número de amostras em cada situação.

3.3 CHUVA DE SEMENTES

Na tabela 10 estão demonstrados os valores estimados de sementes por hectare, em 3 ambientes distintos, obtidos através da coleta de

sementes realizada no Parque Estadual Rio Canoas pelo período de um ano.

Tabela 10. Número estimado de sementes de *Pinus* spp. e de outras espécies, coletadas no PAERC pelo período de um ano. A primeira linha de cada data de coleta representa o valor estimado de sementes por hectare (sementes de *Pinus* spp., e sementes de outras espécies) em cada um dos 3 ambientes avaliados. A segunda linha de cada data de coleta é o valor do intervalo de confiança calculado com nível de confiança de 95%.

Data de coleta	Área nativa		Área com pinus		Vegetação Inicial	
	Sementes de pinus/ha	Sementes de outras espécies/ha (x10 ³)	Sementes de pinus/ha (x10 ³)	Sementes de outras espécies/ha (x10 ³)	Sementes de pinus/ha (x10 ³)	Sementes de outras espécies/ha (x10 ³)
Dezembro de 2017	0	164,4 -38,4-367,3	0,5 -0,5-1,6	452,7 -18,1-923,6	8,3 -7,9-24,6	96,6 -84,9-278,3
Fevereiro de 2018	0	65,5 -3,2-134,3	0,5 -0,5-1,6	96,1 0,4-191,8	1,6 -1,5-4,9	141,6 -124,3-407,6
Abril de 2018	0	37,7 11-64,4	100,5 -29,3-230,5	144,4 -32,2-321,1	43,3 -30,4-117,1	36,6 -6,4-79,8
Junho de 2018	0	97,7 -0,7-196,3	8,2 -120,3-136,7	98,3 0,7-195,9	261,6 -190,9-714,2	98,3 -21,5-218,2
Agosto de 2018	0	12,2 -4,9-29,4	8,8 0,9-16,7	68,8 -23,4-161,2	46,6 -37,0-130,3	30 -8,5-68,5
Outubro de 2018	0	237,7 5-470,5	7,2 -0,5-14,9	193,3 -88,8-475,4	43,3 -41,5-128,2	230 28,6-431,3

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Os resultados mostram que na área com vegetação nativa não foram identificadas sementes de *Pinus* spp. nos coletores. Já as sementes de outras espécies mostraram uma média com pico no mês da coleta de outubro. Os IC do ambiente “Área Nativa”, assim como nos outros ambientes, mostram uma heterogeneidade nos resultados, sugerindo que o ambiente avaliado se mostra extremamente heterogêneo.

No ambiente onde havia *Pinus* spp. foram identificadas sementes de *Pinus* spp. no decorrer do ano todo, em todas as coletas. Vale destaque para a coleta de abril, período em que foi registrado o valor médio mais elevado de sementes de *Pinus* spp. As coletas realizadas no mês de dezembro e fevereiro foram as que registraram as menores médias no número de sementes de *Pinus* spp. (tabela 10). As médias das sementes de outras espécies mostraram-se mais elevadas na coleta do mês de outubro, e inferiores na coleta do mês de dezembro.

Para o ambiente de vegetação inicial, as médias das sementes de *Pinus* spp. mostraram-se mais abundantes na coleta do mês de junho, e

menos abundantes no mês de fevereiro. As sementes de outras espécies ocorreram com maior intensidade na coleta de outubro, e com menor intensidade no mês de agosto.

Relacionando as informações obtidas neste estudo com a literatura, observa-se equivalência entre eles. Jankovski (1985), avaliou a disseminação de sementes em um povoamento de *Pinus taeda* em Piraquara- PR pelo período de um ano. Neste estudo, a disseminação teve início na última semana de abril e apresentou um pico máximo no período da segunda semana de julho. Bechara (2003) caracterizou a chuva de sementes do Parque Florestal do Rio Vermelho, em Florianópolis-SC, o qual está sob forte efeito de invasão biológica de *Pinus* spp. e trouxe como resultado um pico de dispersão de sementes de *Pinus* spp. no mês de abril, bem como grande expressividade de dispersão em todos os meses do ano. Os resultados trazidos pelos estudos se aproximam com a sazonalidade demonstrada nas avaliações da chuva de sementes do PAERC.

O estudo traz como média anual de dispersão de sementes de *Pinus* spp. por hectare 125 mil sementes no ambiente com invasão de *Pinus*. No ambiente de vegetação inicial, a média encontrada foi de 404 mil sementes/ha/ano. As médias encontradas nesse estudo, são, de uma maneira geral, inferiores àquelas obtidas em outros estudos. Bechara (2003) por exemplo, apresenta como resultado aproximadamente 3 milhões de sementes de *Pinus elliotti* por hectare em 1 ano, e no mês de abril (maior quantidade avaliada) uma média de 482 mil sementes por hectare. A avaliação de Jankovski (1985) resultou em 6,9 milhões de sementes de *Pinus*/ha no interior do povoamento avaliado, já em área livre (a uma distância de 40 metros da borda do talhão) foram contabilizados 1,5 milhão de sementes/ha.

Fockink (2018) avaliou a chuva de sementes em um povoamento de *Pinus taeda* em Curitiba-SC e obteve como resultado uma média de 2 milhões de sementes ha/ano, Miashike (2015) avaliou diferentes áreas com plantio de *Pinus elliotti* e obteve médias de 2 e 2,5 milhões de sementes por ha/ano.

A chuva de sementes de *Pinus* spp. avaliada no PAERC sugere uma menor intensidade comparada ao encontrado na literatura, porém os dados encontrados referem-se ao valor de chuva de sementes em povoamentos de *Pinus* sp., nos quais a densidade é superior àquela encontrada no parque. Esta é uma hipótese levantada que justifica os valores de menor intensidade.

Observou-se durante o estudo que a invasão do gênero no PAERC - originária da silvicultura de *Pinus* anterior à criação do parque - também pode ocorrer por influência de plantios vizinhos, decorrente da

dispersão anemocórica das sementes. Segundo Richardson & Higgins (1998) 90% das sementes de pinus dispersam-se a até 75-100 m, e podem chegar a 5-8 km de distância conforme a direção e velocidade do vento. Outros autores ainda relatam uma maior suscetibilidade em locais sem árvores, com maior incidência solar ou com vegetação em estágios iniciais de regeneração (HIGGINS; RICHARDSON, 1998), (ZENNI & SIMBERLOFF, 2013). Por este motivo, várias áreas do parque merecem atenção, pois podem ser suscetíveis a novos focos de invasão.

4 CONCLUSÃO

- Apesar da retirada do Pinus na efetivação do PAERC em 2008 a espécie ainda se encontra presente em diferentes ambientes da unidade de conservação, chegando em alguns casos a representar um terço dos indivíduos arbóreos.
- Existe um aumento da área de ocorrência de Pinus em relação a área original, especialmente sobre ambientes de vegetação em estágio inicial de regeneração, indicando a existência de processo de invasão biológica em curso.
- Ambientes melhor estruturados são menos suscetíveis à invasão pela espécie, em função da maior dificuldade de sua introdução, estabelecimento e dispersão. Características de espaçamento de espécies arbóreas por exemplo, inviabilizam o processo de introdução, e por vezes os indivíduos invasores são incapazes de estabelecer uma população viável.
- A avaliação da taxa de germinação *Pinus* spp. no banco de sementes não apresentou um alto valor, o que pode indicar que o mesmo é efêmero. A taxa de chuva de sementes anual avaliada é menor do que os índices encontrados na literatura, mas entre os ambientes avaliados, o ambiente de vegetação em estágio inicial de regeneração mostrou um número maior de sementes de *Pinus* spp. que o ambiente com invasão do gênero, indicando sua vulnerabilidade à invasão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados neste trabalho, é necessário analisar alternativas para o controle da invasão relatada no PAERC. Estratégias de gestão nas áreas de silvicultura adjacentes, localizadas na zona de amortecimento (porque estas áreas são fonte de propágulos), e dentro da UC, devem ser consideradas. Um diálogo com os produtores de *Pinus* spp. em áreas que fazem divisa com o parque é de suma importância, para que em conjunto se possa chegar a um acordo que inclui a retirada de indivíduos mais próximos à divisa, visto que os resultados mostraram que o *Pinus* spp. ainda se faz presente na zona de recuperação do parque, e que está avançando em áreas antes não relatadas inicialmente (nos ambientes de vegetação inicial).

Por meio dos resultados apresentados no inventário, é possível perceber uma expressiva área basal do gênero *Pinus* dentro da UC, o que remete a necessidade de uma ação de controle de retirada de indivíduos dentro do parque. Já os resultados das análises do banco de sementes e chuva de sementes sugerem que há um período do ano que merece atenção: abril, maio e junho. Neste período há uma maior disponibilidade de propágulos, que são dispersos até as áreas de risco e conseqüentemente uma formação de banco de sementes no solo, que irá promover a germinação e contribuirá para o aumento da invasão do gênero.

Alternativas para a contenção de re-colonização de *Pinus* spp. são encontrados na literatura, que vão desde arranquio de plântulas com altura menor que 50 cm (DECHOUM *et al.* 2015; FALLEIROS, 2009), corte com serra de poda manual para indivíduos com altura maior que 50 cm (DECHOUM *et al.* 2015; ABREU, 2013), e corte dos indivíduos adultos com motosserra (ABREU, 2013; FALLEIROS, 2009). As características de declividade, acesso, e densidade de espécies nativas dos locais com invasão, devem ser levadas em consideração na remoção dos troncos e restos de árvores (FALLEIROS, 2009; DURIGAN *et al.* 2013). Também é importante promover uma estratégia de manejo adaptativo para as situações, levando em consideração a retirada gradual de indivíduos (DURIGAN *et al.* 2013).

A situação atual de invasão de *Pinus* spp. no Parque Estadual Rio Canoas se mostra desafiadora. A melhor estratégia para iniciar as atividades de controle é o diálogo com os atores sociais envolvidos, que vão desde o conselho consultivo (que definirá a melhor alternativa), até os moradores das propriedades da zona de amortecimento, que podem contribuir de alguma forma com a alternativa escolhida.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. C. R; **Ecologia e controle da invasão de *Pinus elliottii* no campo cerrado**. Tese de Doutorado (Programa de Pós graduação em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, maio de 2013

ACR, Associação Catarinense de Empresas Florestais. **Anuário Estatístico de base florestal para o Estado de Santa Catarina 2016** (Ano base 2015). Lages, 2016. Disponível em: www.acr.org.br/download/biblioteca/ACR_2016.pdf Acesso em: 09/06/2018.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J.; SPAROVEK, G.; Koppen`s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.

BALDI, B.; MOORE, D. S; A prática da Estatística nas Ciências da Vida. 2, ed. **LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda**. Rio de Janeiro, 2014.

BECHARA, F. C.; **Restauração ecológica de restingas contaminadas por *Pinus* no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Dissertação (mestrado em Biologia Vegetal). Departamento de botânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BROWN, D; Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **CAN. J. BOT. VOL.** 70, 1992.

CONAMA, Conselho nacional do meio ambiente. Resolução N° 04, de 4 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica. **Diário Oficial da União**, nº 114, de 17 de julho de 1994, páginas 8877-8878.

CONSEMA, Conselho estadual do meio ambiente. Resolução N° 08, de 14 de setembro de 2012. Reconhece a lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial da União**, nº 19429, no dia 02 de outubro de 2012, páginas 3 a 6.

DECHOUM, M. *et al*; Envolvimento comunitário e universitário na restauração da diversidade biológica. **R. Eletr. de Extensão**, ISSN 1807-0221 Florianópolis, v. 12, n. 19, p.51-60, 2015.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R.; MELO, A. C. G. Manejo adaptativo: primeiras experiências na restauração de ecossistemas: Retirada gradual de árvores exóticas plantadas para facilitar a regeneração da vegetação nativa do Cerrado. **Páginas & Letras Editora**, pp. 27-29, 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos do Estado de Santa Catarina. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. ISSN 1678-0892 Dezembro, 2004.

FALLEIROS, R. M; **Avaliação do manejo mecânico de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) em campos de altitude da Serra do Mar, Paraná**. Curitiba 2009. 21 f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas). Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009

FATMA, Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina. **Plano de Manejo Parque Estadual Rio Canoas**. Encarte 1, Contextualização da Unidade de Conservação, Outubro de 2007. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/parque-estadualrio-canoas> Acesso em: 18/06/2018

FOCKINK, G. D. **Regeneração natural em sub-bosque de povoamento de *Pinus taeda* L.** Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Florestal (Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina), Curitiba, 2018.

GOULARTI FILHO, A; Formação econômica de Santa Catarina. 2 ed. **rev. Editora da UFSC**. Florianópolis, 2007..

HARPER, J. L; Population biology of plants. **Academic press**, London – 1977.

HIGGINS, S. I.; RICHARDSON, D. M.; Pine invasions in the southern hemisphere: modelling interactions between organism, environment and disturbance. **Plant Ecology** (1998) 135: 79. doi:10. 1023/A: 1009760512895.

HILLIG, E. O gênero *Pinus* no Brasil: Invasor, Injuriado ou Imcompreendido? Botucatu, 2013. Disponível em: <http://www.painelflorestal.com.br/noticias/silvicultura/o-genero-pinus-no-brasil-invasor-injuriado-ou-incompreendido> Acesso em: 04/07/18.

JANKOVSKI, T. **Avaliação da produção e disseminação de sementes de um povoamento de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliottii* Engelm.** 1985. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A.; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: **Simpósio sobre mata ciliar** (1989: São Paulo). Anais... Campinas: Fundação Cargill. 1989. p.130-143

KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F; **Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos.** Capítulo 5, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/216755255_Suficiencia_amostral_em_inventarios_floristicos_e_fitossociologicos. Acesso em 26 de novembro de 2018.

MACHADO, C. J. S.; OLIVEIRA, A. E.S; Quem é quem diante da presença de espécies exóticas no Brasil? Uma leitura do arcabouço institucional-legal voltada para a formulação de uma política pública nacional. **Ambiente & sociedade**. v. XII, n. 2. Campinas, p. 373387 jul-dez 2009.

MARTÍNEZ-RAMOS, M.; SOTO-CASTRO, A; Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. **Vegetation** 107/108: 299-318. 1993.

MIASHIKE, R. L; **Invasão por *Pinus* spp. em fisionomias campestres do Cerrado, no estado de São Paulo.** Dissertação de mestrado do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

PAUCHARD, A.; GARCIA, R.; ZALBA, S.; SARASOLA, M.; ZENNI, R.; ZILLER, S.; NUNEZ, M. A. Pine Invasions in South America: Reducing Their Ecological Impacts Through Active Management. (2015).

SCHERER, C; **Banco e chuva de sementes em uma floresta estacional no Sul do Brasil**. Dissertação de mestrado do Programa de pós-graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre, 2004.

SIMBERLOFF, D. How common are invasion-induced ecosystem impacts? **Biol Invasions** 13:1255–1268. doi:10. 1007/s10530-011-9956-3. (2011).

SIMBERLOFF, D.; NUNEZ, M. A.; LEDGARD, N. J.; PAUCHARD, A.; RICHARDSON, D. M.; SARASOLA, M.; VAN WILGEN, B. W.; ZALBA, S. M.; ZENNI, R. D.; BUSTAMENTE, R.; PEÑA, E.; ZILLER, S. R; Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions. **Austral Ecol** 35:489–504. doi:10.1111/j.1442-9993.2009.02058.x .(2010).

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V; **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina – Volume III, Floresta Ombrófila Mista**. Edifurb, 440 p. Blumenau, 2013.

VITULE, J. R. S.; PRODOCIMO, V.; Introdução de Espécies não nativas e invasões biológicas. *Estud. Biol.*, **Ambiente Divers.** 2012 jul./dez., 34(83), 225-237.

ZENNI, R. D.; SIMBERLOFF, D; Nuber of source populations as a potential driver of pine invasions in Brazil. **Biol Invasions** (2013) 15:1623–1639.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, vol 30. N 178. 77-79. dez de 2001.

WILLIAMS, C. G.; LADEAU, S. L.; OREM, R.; KATUL, G. G., Modeling seed dispersal distances: implications for the transgenic *Pinus taeda*. **Ecological Applications**, 16(1), 2006, pp. 117–124