

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Tese de Doutorado

Javali em áreas protegidas no sul do Brasil: manejo, floresta com  
araucária e relação com fatores ambientais.

Matheus Fragoso Etges

Porto Alegre, dezembro de 2022

Javali em áreas protegidas no sul do Brasil: manejo, floresta com  
araucária e relação com fatores ambientais.

Matheus Fragoso Etges

Tese de Doutorado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Ecologia, do Instituto de Biociências da  
Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Doutor em  
Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Andreas Kindel

Coorientador: Prof. Dr. Demétrio Guadagnin

Comissão Examinadora

Dra. Maria João Ramos Pereira

Dr. Fernando Gertum Becker

Dra. Clarissa Alves da Rosa

Porto Alegre, dezembro de 2022

### CIP - Catalogação na Publicação

Etges, Matheus

Javali em áreas protegidas no sul do Brasil: manejo, floresta com araucária e relação com fatores ambientais. / Matheus Etges. -- 2023.

182 f.

Orientador: Andreas Kindel.

Coorientador: Demétrio Guadagnin.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. conservação da natureza. 2. espécies invasoras. 3. manejo de populações. 4. *Sus scrofa*. 5. ecologia. I. Kindel, Andreas, orient. II. Guadagnin, Demétrio, coorient. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

---

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e ao Instituto de Biociências pela formação e à CAPES pela bolsa de doutorado.

Agradeço ao meu orientador, Andreas Kindel e ao meu coorientador Demétrio Guadagnin, pelos momentos de orientação, trocas de informação, e conversas aleatórias.

À minha família por todo apoio e atenção em todos os momentos da minha vida.

À minha namorada Maitê, por ser a revisora oculta dos meus trabalhos acadêmicos e me aturar com muito amor por todo esses anos.

Aos meus amigos de longa data Carol e Fabio por me ajudarem em campo e em todos os momentos de crise.

## RESUMO

---

O javali, como espécie invasora, é conhecido por causar impactos ambientais nos ecossistemas onde foi introduzido, além de impactos econômicos e sociais. No Brasil, esta espécie está presente desde 1960, quando foi criada para o abate. Desde a proibição das criações, contudo, a espécie se encontra em vida livre com populações selvagens que trazem efeitos ecossistêmicos, principalmente à mata atlântica e ao pampa. Apesar de medidas de manejo estarem sendo realizadas, estas ainda são pouco efetivas por falta de medidas e diretrizes claras, incertezas sobre a distribuição atual da espécie, e sobre a relação da mesma com o ambiente das Unidades de Conservação (UCs). Com este cenário em mente, esta tese foi elaborada com a finalidade de entender melhor a situação do manejo na zona sul do Brasil, atualizar a atual distribuição da espécie nas diferentes UCs da região, auxiliar nas ações de controle ao explorar as relações desta espécie com a floresta com araucárias, e entender quais fatores ambientais estão relacionados com a presença ou ausência da espécie nas UCs. Para isso, esta tese apresenta quatro capítulos, sendo o primeiro um artigo com o objetivo de diagnosticar a presença da espécie nas UCs, além de levantar as técnicas e protocolos de manejo utilizados e os motivos para a não realização do manejo. Para tanto, foi enviado um questionário online por e-mail para 244 áreas protegidas no sul do Brasil, sendo que 136 responderam ao questionário. Como resultado, 39 relataram ocorrência da espécie, e que o manejo é realizado em 14, onde a caça com cães e armadilhas são as técnicas mais utilizadas. Por outro lado, aquelas que não realizam ações de controle relatam como principais motivos a falta de infraestrutura, de pessoal treinado e de orientações claras, além de impactos pouco significativos na UC. O segundo capítulo consiste em um livro curto que tem como objetivo auxiliar na criação dos planos de manejo adaptativos do javali em UCs. O terceiro capítulo é um artigo que tem como finalidade auxiliar no primeiro passo (fase de diagnóstico) da criação de um plano de manejo adaptativo. Para isso, foi elaborado um protocolo de criação e validação de modelos conceituais utilizando revisões sistemáticas para espécies invasoras, tendo como foco o javali dentro de UCs na ecorregião da floresta com araucária. Como resultado, o modelo conceitual apresenta 26 links entre o javali, suas ações, alvos de conservação e fatores confundidores. O quarto capítulo da tese é um artigo que relaciona a presença e ausência do javali nas UCs com fatores ambientais. Para isso, foram gerados modelos utilizando análises discriminantes, onde foram testadas variáveis relacionadas à distribuição de água, comida, e abrigo, à heterogeneidade ambiental, à presença de criação de suínos, ao estado de conservação ambiental e à presença do javali nos municípios do entorno da UC. A partir destes resultados é possível destacar que há maior chance de ocorrência do javali dentro das UCs caso ele já esteja no ambiente de entorno, além da grande influência da disponibilidade de recursos alimentares e abrigo. Em contrapartida, as fragmentações oriundas da heterogeneidade ambiental apresentam uma influência negativa na espécie. Com todos os materiais gerados desta tese, esperamos auxiliar

aos gestores ambientais na temática do manejo da população de javali, e que possam extrapolar estas diretrizes para outras espécies invasoras.

Palavras-chave: Sus scrofa, conservação da natureza, espécies invasoras, manejo de populações

## ABSTRACT

---

As an invasive species, the wild boar are known to cause environmental impacts in the ecosystems where it was introduced, in addition to economic and social effects. This species has been present in Brazil since 1960 when it was created for slaughter. Since the creation ban, however, the species has been in the wild with wild populations that bring ecosystemic effects, mainly to the Atlantic Forest and the pampa. Although management measures are being carried out, these are still ineffective due to the lack of precise measures and guidelines, uncertainties about the species' current distribution, and its relationship with the environment of the Protected Areas (PAs). With this scenario in mind, this thesis was prepared with the aim of better understanding the management situation in southern Brazil, updating the current distribution of the species in the different UCs in the region, helping in control actions by exploring the relationships of this species with the araucaria forest, and understand which environmental factors are related to the presence or absence of the species in the PAs. For this, this thesis presents four chapters, the first being an article to diagnose the presence of the species in the PAs and raise the management techniques and protocols used and the reasons for not carrying out the management. To this end, an online questionnaire was sent by email to 244 protected areas in southern Brazil, with 136 responding. As a result, 39 reported the occurrence of the species, and that management is carried out in 14, where hunting with dogs and traps are the most used techniques. On the other hand, those that do not carry out control actions report the lack of infrastructure, trained personnel and clear guidelines as the main reasons, in addition to minor impacts on the PA. The second chapter consists of a short book that aims to assist in the creation of adaptive wild boar management plans in PAs. The third chapter is an article that aims to assist in the first step (diagnosis phase) of creating an adaptive management plan. For this, a protocol for creating and validating conceptual models was elaborated using systematic reviews for invasive species, focusing on wild boar within PAs in the Araucaria Forest ecoregion. As a result, the conceptual model presents 26 links between the wild boar, its actions, conservation targets and confounding factors. The fourth chapter of the thesis is an article that relates the presence and absence of wild boar in the PAs with environmental factors. For this, models were generated using discriminant analyses, where variables related to the distribution of water, food, and shelter, environmental heterogeneity, the presence of pig farming, the state of environmental conservation and the presence of wild boar in the surrounding municipalities were tested from the PA. Based on these results, it is possible to highlight that there is a greater chance of wild boar occurrence within the PAs if it is already in the surrounding environment, in addition to the significant influence of the availability of food and shelter resources. On the other hand, fragmentations arising from environmental heterogeneity negatively influence the species. With all the materials generated from this thesis, we hope to help environmental

managers with the issue of wild boar population management so that they can extrapolate these guidelines to other invasive species.

Keywords: Sus scrofa, nature conservation, invasive species, population management



# SUMÁRIO

---

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract .....	iv
Introdução Geral.....	4
Ecologia aplicada à conservação .....	4
Invasões biológicas.....	5
Invasões biológicas em Unidades de Conservação .....	7
Manejo de espécies invasoras.....	8
Javali como ameaça à conservação no sul do Brasil .....	9
Objetivos e histórico da tese.....	10
Referencias .....	12
CAPÍTULO 1 - Diagnosis of wild boar management in protected areas in southern Brazil.....	26
Introduction .....	26
Methods.....	28
Results .....	30
Discussion .....	31
Supplementary material.....	52
CAPÍTULO 2 – Protocolo para o manejo de javalis em Unidades de Conservação.....	58
Sobre este guia.....	62
Introdução.....	63
Aspectos-chave da Biologia .....	65
Reprodução e cuidado parental .....	65
Alimentação.....	65
Estrutura Social .....	65
Habitat .....	66
Comportamentos .....	66
Densidade e Dinâmica Populacional e sua Relação com o Controle .....	67
Efeitos do Javali no Ambiente e Biodiversidade.....	69
Planejamento .....	71
Definir a questão e os objetivos do manejo.....	71
Diagnosticar o problema e elaborar o modelo conceitual .....	72
Definir a estratégia e as metas do manejo .....	75
Erradicação.....	76
Controle da abundância de javalis.....	77
Controle dos Danos .....	77
Definir Metas.....	78

Elaborar o plano de ação .....	78
Parâmetros relacionados com a oferta de recursos .....	82
Parâmetros relacionados com as condições ambientais .....	82
Parâmetros relacionados a fatores confundidores .....	82
Parâmetros vitais e populacionais dos javalis .....	82
Parâmetros populacionais de espécies competidoras, predadoras e parasitas .....	83
Parâmetros de estrutura e funcionamento dos ecossistemas .....	83
Parâmetros relacionados aos desfechos nos alvos de conservação .....	83
Parâmetros relacionados às intervenções .....	83
Implementar o plano de ação e o plano monitoramento.....	84
Avaliar o plano de ação e decidir sobre ajustes.....	84
Técnicas de Controle – Um Resumo .....	85
Métodos de Controle de Dano.....	85
Métodos indiretos - técnicas de aversão.....	85
Cercamento.....	85
Dispositivos de aversão.....	85
Cães de guarda.....	86
Métodos diretos .....	86
Armadilhamento.....	86
Abate .....	87
Envenenamento .....	88
Esterilização .....	88
Aspectos Complementares .....	89
Presença de porcos-do-mato.....	89
Boas práticas.....	89
Destinação das carcaças .....	89
Colaboração com pesquisa .....	90
Legislação e Procedimentos legais.....	90
Bibliografia Complementar .....	91
Referências Bibliográficas .....	94
Capítulo 3 - Conceptual Model Development and Validation for Wild boar in Araucaria Ecoregion .....	103
Introduction .....	103
Methods.....	105
Results .....	109
Discussion .....	114
Supplementary material.....	130

Capítulo 4 - Environmental factors related to the presence or absence of wild boar in protected areas.....	132
Introduction .....	133
Methods.....	134
Results .....	140
Discussion .....	142
References .....	146
Considerações finais.....	152

## INTRODUÇÃO GERAL

---

### *Ecologia aplicada à conservação*

Ciência aplicada tem sido o foco do meu interesse desde o final da minha graduação, mais especificamente o campo da ecologia aplicada. A ecologia aplicada é definida pela Encyclopedia of Ecology (GEORGES; HONE; NORRIS, 2008) como a ciência da aplicação da ecologia em problemas contemporâneos na gestão dos nossos recursos biológicos, e se divide em duas grandes temáticas: a utilitária, que diz respeito aos serviços materiais que o ambiente natural fornece; e a moral, que diz respeito aos valores não consumistas da biota (para recreação, turismo, bem-estar psicológico ou simplesmente porque os seres humanos têm uma responsabilidade ética como guardiões do ambiente natural e das espécies que ele contém).

A ecologia aplicada vai ao encontro de demandas atuais da conservação, na qual pesquisas são realizadas para auxiliar no preenchimento de lacunas de informação que possam facilitar a tomada de decisão por agendes ambientais. Apesar do aumento da conservação baseada em evidência, ainda há muitas práticas antiquadas onde, por exemplo, a maioria das decisões não se baseia em evidências, mas em fontes anedóticas (SUTHERLAND et al., 2004). Além disso, poucas evidências são coletadas sobre as consequências das práticas atuais, de modo que decisões futuras não podem ser baseadas na experiência do que deu resultados no passado ou não (PULLIN; KNIGHT, 2005; SUTHERLAND et al., 2004). Muita experiência acumulada está apenas na memória de praticantes individuais, e a coleta de informações de uma forma que possa ser usada por outros é muito limitada (ROBERTS; STEWART; PULLIN, 2006; SUTHERLAND et al., 2004). Além disso, tomadores de decisão relatam que pode ser difícil e demorado revisar as informações disponíveis (FAZEY et al., 2004; ZAVALETA et al., 2008) e que os resultados da pesquisa podem ser difíceis de interpretar (PULLIN; KNIGHT, 2005). Assim, cada vez mais se faz necessária a realização de pesquisas que não só atendam às demandas dos agentes de conservação, mas que sejam de fácil entendimento para pessoas não especializadas. A busca por uma conservação baseada em evidência também tem reforçado a importância de se avaliar a eficácia das ações de gestão para que os tomadores de decisão não desperdicem tempo e dinheiro em intervenções ineficazes ou potencialmente prejudiciais (FERRARO; PATTANAYAK, 2006; PULLIN; KNIGHT, 2001).

Um modelo de pesquisa sugerido para beneficiar a tomada de decisões em conservação é a produção de revisões sistemáticas de evidências sobre a eficácia das intervenções em alcançar os objetivos declarados (COOK; POSSINGHAM; FULLER, 2013; PULLIN; KNIGHT, 2001). Desenvolvido na medicina para ajudar os profissionais a administrar o rápido aumento nas evidências disponíveis (CHALMERS, 1993), o método de revisão sistemática foi desenvolvido como uma

ferramenta para agrupar (pesquisar sistematicamente a literatura disponível), filtrar (identificar fontes confiáveis de evidências), sintetizar (analisar o corpo de evidências para determinar o efeito geral de uma intervenção) e disseminar as evidências da eficácia de potenciais opções de tratamento atualmente em uso (HIGGINS et al., 2019). O rigoroso protocolo metodológico associado às revisões sistemáticas minimiza o viés e melhora sua transparência e repetibilidade (NEWTON et al., 2007; PULLIN; STEWART, 2006). Esses fatores tornam as revisões sistemáticas mais abrangentes e menos abertas a possíveis vieses quando comparadas a outros formatos de revisão que resumem a literatura de maneira não estruturada, como revisões narrativas (ROBERTS; PULLIN, 2006). Um ponto distinto da conservação em relação à medicina é a incorporação, não só de artigos revisados por pares, mas também da literatura cinzenta, visto que muitos trabalhos nesta área acabam por não virar artigos formais. Aplicada às produções científicas voltadas para a ecologia, as revisões sistemáticas facilitam a prática de conservação baseada em evidências, fornecendo aos gestores uma visão geral de evidências empíricas relevantes e confiáveis pertinentes a uma decisão (PULLIN; STEWART, 2006).

### *Invasões biológicas*

Ao buscar trabalhar com ecologia aplicada, a temática das invasões biológicas e seus processos chamou a minha atenção e se fez disponível no meu mestrado e doutorado.

O processo de invasão biológica não é um fenômeno novo nem exclusivamente influenciado por humanos (LOCKWOOD; HOOPES; MARCHETTI, 2013a), mas a frequência, a escala geográfica e o número de espécies envolvidas aumentou devido à influência humana (DI CASTRI, 1989). A definição para o termo espécies invasoras ainda é debatida no meio acadêmico: segundo (WILLIAMSON, 1996), espécies invasoras são aquelas que se movimentam para além de seu limite original de distribuição, geralmente como consequência de ação humana voluntária ou acidental; para (CRONK; FULLER, 1995), seriam aquelas espécies que se propagam naturalmente (sem assistência humana direta) em habitats naturais ou seminaturais e que produzem uma alteração significativa na composição, estrutura ou processos dos ecossistemas. (COLAUTTI; MACISAAC, 2004) compilaram uma lista de 32 possíveis denominações para espécies invasoras utilizadas na literatura e mostram que diferentes termos são utilizados dependendo do estágio em que se encontra o processo de invasão. Já a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) define espécies exóticas invasoras como “Animais, plantas ou outros organismos introduzidos por humanos em lugares fora de sua área de distribuição natural, onde eles se estabelecem e se dispersam gerando um impacto negativo sobre o ecossistema e espécies locais.”

A inclusão do termo “impacto” na definição também é altamente debatida, pois o mesmo depende da percepção humana. Ricciardi et al. (2013) descreve impacto no contexto de invasões biológicas como uma mudança mensurável nas propriedades do ecossistema devido ao estabelecimento

de uma espécie não nativa. Assim, qualquer espécie não nativa poderia ter algum grau de impacto negativo ou positivo. O consenso é que, para uma espécie ser considerada invasora, ela deve superar uma série de etapas ou estágios normalmente classificados como transporte, estabelecimento e dispersão, podendo ser adicionado um estágio a mais referente ao impacto, assim incluindo a percepção humana (BLACKBURN et al., 2011).

Saindo da esfera conceitual, invasões biológicas ameaçam a biodiversidade em ecossistemas terrestres, de água doce e marinhos, desafiando os esforços de conservação (SIMBERLOFF et al., 2013). Espécies exóticas invasoras podem modificar a composição da comunidade, podem causar extinções locais e a perda de genótipos nativos, modificar habitats e afetar as propriedades da cadeia alimentar, assim como os processos e funcionamento do ecossistema (BELLARD; CASSEY; BLACKBURN, 2016; KATSANEVAKIS et al., 2014; VILÀ et al., 2010). Espécies exóticas invasoras também podem ter impactos socioeconômicos prejudiciais, afetando os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano (VILÀ; HULME, 2017). Em resumo, pode-se definir que as espécies invasoras podem causar impactos em diferentes níveis ecológicos, do nível do indivíduo ao nível do ecossistema.

Como exemplo de impacto a nível de indivíduo, um estudo mostra um forte evitamento, pelo roedor *Peromyscus polionotus*, de áreas ocupadas pela formiga de fogo (*Solenopsis invicta*), uma espécie nativa da Argentina que foi introduzida nos Estados Unidos (ORROCK; DANIELSON, 2004). A nível de população, o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) na América do Sul e o mexilhão-zebra (*Dreissena polymorpha*) nos Estados Unidos (DARRIGRAN; DRAGO, 2000; RICCIARDI, 2003) são duas espécies que são responsáveis pelo declínio da densidade das populações nativas da família Unionidae pois, ao se fixarem, crescem por cima dos indivíduos nativos (HEBERT et al., 1991; MONTALTO; DE DRAGO, 2003).

A nível de comunidade existem exemplos de mamíferos herbívoros invasores como a cabra (*Capra hircus*), o javali (*Sus scrofa*), e o cavalo (*Equus caballus*), que causam efeitos na base da cadeia trófica cujos efeitos se propagam na comunidade (COURCHAMP; CHAPUIS; PASCAL, 2003). Finalmente, a nível de ecossistema, as mudanças nos tamanhos populacionais, no comportamento dos indivíduos ou na estrutura da comunidade podem alterar o fluxo de matéria e o regime dos distúrbios típicos. Em geral, os invasores que utilizam uma grande variedade de recursos irão alterar os processos ecossistêmicos (SCHINDLER; KNAPP; LEAVITT, 2001) como, por exemplo, o aumento de até quatro vezes da concentração de nitrogênio e o aumento de até seis vezes na produção primária em rios nos quais a truta marrom estava presente em rios da Nova Zelândia (HURYN, 1998; SIMON; TOWNSEND, 2003).

### *Invasões biológicas em Unidades de Conservação*

Devido às altas chances de gerarem impactos, as espécies invasoras são uma ameaça considerável para as Unidades de Conservação (UCs) que, em um cenário de rápida mudança global e degradação ambiental, são cruciais para preservar a biodiversidade e as funções dos ecossistemas (BAARD et al., 2017; CONROY et al., 2011; FOXCROFT et al., 2017b). Isso faz com que o monitoramento e a compreensão das ameaças à conservação se tornem ainda mais importantes para possibilitar a implementação de medidas políticas e legislativas eficazes que orientem as estratégias de manejo (MAČIĆ et al., 2018). Para este fim, individualmente os países começaram a desenvolver planos de prevenção, monitoramento e controle para as espécies invasoras e em 2007, o Grupo de Especialistas em Espécies Invasoras, apoiado pelo International Union for Conservation of Nature, (IUCN), como parte do Programa Global de Espécies Invasoras, produziu um relatório retratando o panorama do conhecimento sobre o impacto da invasão biológica em UCs em todas as regiões do globo (De Poorter 2007). No relatório foram identificadas a presença de 326 espécies invasoras em 487 UCs de 106 países, incluindo o Brasil.

O primeiro passo para se entender a magnitude do problema é identificar quais espécies estão invadindo e causando impacto em quais regiões. No Brasil, o esforço de listar essas espécies iniciou-se com o Informe Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras em 2005, quando foi publicada a primeira lista nacional incluindo 109 espécies (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013). Após este esforço inicial, listas oficiais foram produzidas nas diferentes esferas do governo, e em 2008 o município de Curitiba foi o primeiro a divulgar a sua lista própria. Nos anos seguintes, seguiram o município de Baurú em 2009, o estado de Santa Catarina em 2010, o município de São Paulo 2010, o município do Rio de Janeiro 2011, o nordeste em 2011, e em 2013 o estado do Rio Grande do Sul (LEÃO et al., 2011; SAMPAIO; SCHMIDT, 2013; ZENNI; DE SÁ DECHOUM; ZILLER, 2016). Após estas primeiras versões, outras listas foram geradas incluindo atualizações para as mesmas. Atualmente está em elaboração uma lista nacional de espécies exóticas invasoras do Brasil, bem como de espécies prioritárias à detecção precoce, dentro do Projeto Estratégia Nacional para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção (GEF/Pró-espécies).

Para o cenário de UCs brasileiras, um estudo de 2013 registrou 125 de 313 UCs com espécies invasoras, sendo a maior parte delas no bioma Mata Atlântica (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013). A maior parte das espécies invasoras registradas em UCs é de plantas (106 espécies), mas para animais foram registradas 11 espécies de peixes, 11 de mamíferos, 5 de moluscos, 3 de répteis, 3 de insetos, 2 de cnidários, 1 de anfíbio, 1 de crustáceo e 1 de isópoda (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013). As espécies mais comumente encontradas foram: *Canis familiaris* – cão doméstico (53 UCs); *Felis catus* – gato (34 UCs);

*Apis mellifera* – abelha africana (33 UCs); *Mangifera indica* – mangueira (31 UCs); *Urochloa maxima* – capim colonião (28 UCs); *Melinis minutiflora* – capim-gordura (26 UCs).

### *Manejo de espécies invasoras*

No contexto das invasões biológicas e da conservação, o foco da ecologia aplicada entra no manejo destas espécies e suas dificuldades. O manejo populacional é necessário caso se deseje diminuir os impactos gerados pelas espécies invasoras e a criação de um plano de manejo é fundamental para se ter sucesso no controle destas espécies, sendo que o manejo adaptativo tem estado em destaque pela sua efetividade.

O manejo adaptativo é um processo sistemático para melhorar continuamente as políticas e práticas de manejo, possibilitando o aprendizado recorrente com os resultados dos programas operacionais. É mais eficaz porque emprega programas de gerenciamento projetados para comparar experimentalmente políticas ou práticas selecionadas, avaliando hipóteses alternativas sobre o sistema que está sendo gerenciado (BCMFR, 2022). Os principais atributos podem ser definidos como: (i) tomadores de decisão, cientistas e outras partes interessadas trabalham juntos e buscam aprimorar a compreensão do sistema que gerenciam; (ii) identificação de indicadores, ações e processos; (iii) construção de previsões de resultados em um conjunto de indicadores, usando modelos de simulação ou outras ferramentas de projeção; (iv) identificação das principais incertezas e lacunas de conhecimento; (v) envolve experimentações implementadas em escala operacional, destinadas a testar hipóteses ou relações qualitativas entre ações de gestão e evolução de indicadores; (vi) monitoramento de indicadores; e (vii) avaliação das mudanças observadas e previstas, diagnóstico das razões das diferenças, e avaliação se o conhecimento recém-adquirido justifica a modificação dos planos de manejo (OWENS, 2009). O processo pode ser ilustrado como:

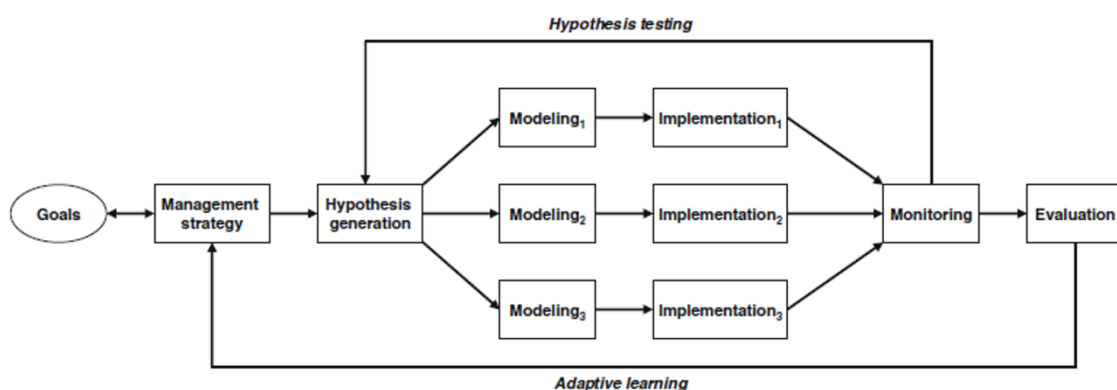


Figura 1. Fluxograma de uma estratégia de manejo adaptativo. A partir dos objetivos e das estratégias de manejo são geradas hipóteses, sendo essas embasadas no conhecimento científico e adaptadas para a situação local resultando em previsões de resultados e sendo testadas em escala local. Os resultados avaliados levam ao refinamento das estratégias de manejo. Imagem de Linkov et al. (2006)



Tendo o processo em mente, um dos primeiros passos envolve a criação de um diagnóstico da situação atual dos processos biológicos que envolvem a espécie invasora e a relação destes processos com os alvos de conservação. Nesta fase é que a ecologia aplicada está mais presente, auxiliando a preencher as lacunas de informação que possam existir.

De forma geral, os planos para o combate às espécies invasoras englobam diferentes etapas que estão diretamente envolvidas com o estágio da invasão. Primeiramente se tomam medidas de prevenção, onde se elaboram listas de potenciais espécies invasoras (as quais podem ser baseadas no que se tem de conhecimento ecológico das espécies) (HOLWAY; SUAREZ, 1999; LENNOX et al., 2015; LEUNG et al., 2002). Com as potenciais espécies invasoras detectadas, é possível criar planos de ação que envolvam a criação de legislações e a implementação de técnicas de prevenção para impedir a entrada destas espécies (BÜYÜKTAHTAKIN; HAIGHT, 2018; ROUT; MOORE; MCCARTHY, 2014). Exemplos destas ações preventivas são tratamentos fitossanitários, quarentenas e inspeções de fronteira (BÜYÜKTAHTAKIN; HAIGHT, 2018). Os planos de prevenção estão diretamente relacionados a impedir que as espécies invasoras superem o estágio de Introdução, onde precisam transpor as barreiras de transporte e as barreiras relacionadas a sobrevivência no local introduzido (BÜYÜKTAHTAKIN; HAIGHT, 2018). Caso a espécie consiga superar as ações de prevenção, ações de monitoramento para detectar os primeiros indivíduos junto com ações de controle rápidas são essenciais para erradicar estes poucos indivíduos (ROUT; MOORE; MCCARTHY, 2014). Quanto antes no estágio de invasão forem realizadas as ações de controle, menos custosas elas serão (MARBUAH; GREN; MCKIE, 2014; PYŠEK; RICHARDSON, 2010; REASER et al., 2020). Numa situação em que já há populações estabelecidas, as ações de controle devem focar em análises de custo benefício onde devem ser quantificados os danos ambientais, econômicos e sociais e os custos para controlar ou erradicar as populações invasoras (BÜYÜKTAHTAKIN; HAIGHT, 2018; MARBUAH; GREN; MCKIE, 2014; ZILLER et al., 2020).

### *Javali como ameaça à conservação no sul do Brasil*

Dentro do cenário de manejo de espécies invasoras, a espécie-alvo da minha tese é o javali (*Sus scrofa*) e sua relação com as UCs do sul do Brasil. Como espécie invasora no Brasil, o javali está presente desde 1960 devido a sucessivas introduções intencionais para fins comerciais (HEGEL et al., 2022). Contudo, com o fim da produção para fins comerciais, por erros no confinamento dos indivíduos ou por falta de diretrizes claras sobre como lidar com os animais após a proibição da criação, indivíduos acabaram escapando para a natureza e formando populações invasoras por todo o país (HEGEL et al., 2022). Como espécie invasora, o javali apresenta uma série de impactos ambientais em várias escalas ecológicas sendo alguns deles: predação animal e de sementes; alteração da comunidade vegetal; zoocoria; danificação no solo e de corpos d'água (BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012; RISCH; RINGMA; PRICE, 2021). Do ponto de vista econômico o javali traz impactos nas lavouras e é um risco

de transmissão e reservatório de zoonoses (BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012; MACIEL et al., 2018).

Assim, desde 1995 existem normas para o controle de javalis em vida livre no Brasil, apesar de terem resultado em poucas ações de controle e restritas ao estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 2017). Em escala nacional, a maior medida tomada foi o desenvolvimento do PLANO NACIONAL DE PREVENÇÃO, CONTROLE E MONITORAMENTO DO JAVALI (*Sus scrofa*) NO BRASIL, elaborado em 2017 (BRASIL, 2017). O documento traz um breve diagnóstico do histórico de invasão, bem como legislação e técnicas de monitoramento e controle, e tem como objetivo geral conter a expansão territorial e demográfica do javali no Brasil e reduzir os seus impactos, especialmente em áreas prioritárias de interesse ambiental, social e econômico. Com isto, essa tese vem suprir demandas relacionadas aos objetivos específicos do plano nacional os quais são: 1) Revisar, criar e fortalecer instrumentos normativos visando ao estabelecimento de procedimentos integrados e adequados para o controle efetivo do javali; 2) Prevenir a expansão geográfica do javali no Brasil e a sua reinvasão em áreas onde existe o controle da espécie; 3) Monitorar a abundância, a distribuição e as condições sanitárias das populações de javalis, seus impactos socioeconômicos e ambientais, bem como a efetividade das atividades de prevenção e controle; 4) Mitigar os impactos negativos socioeconômicos e ambientais decorrentes da invasão do javali; 5) Aprimorar a gestão do processo e a eficácia do controle do javali; 6) Gerar conhecimentos técnico-científicos e capacitar públicos específicos sobre o javali; 7) Manter a sociedade informada e sensibilizada sobre os riscos representados pelos javalis e as ações necessárias para a prevenção, o controle e o monitoramento dessa espécie.

#### *Objetivos e histórico da tese*

Esta tese surgiu da minha vontade de trabalhar com ecologia aplicada e continuar na temática das invasões biológicas, a qual foi o tema do meu mestrado intitulado “*Axis axis* em foco: efeitos da introdução e modelagem da invasão”. O histórico por trás da elaboração da tese envolve a demanda de gestores de unidades de conservação por estratégias de manejo do javali na ecorregião da floresta com araucárias, pois se esperava que o javali impactasse negativamente a regeneração da araucária e espécies associadas ao consumo do pinhão. Complementarmente, estava prevista uma parceria com o estado do Rio Grande do Sul que forneceria verba para custear os trabalhos de campo e equipamentos necessários para teste de hipóteses e coletas de dados. Neste cenário, a tese foi elaborada tendo capítulos experimentais, onde seria elaborado e executado um plano de manejo adaptativo do javali para a Estação Ecológica Estadual Aratinga, junto com um guia para a elaboração de planos de manejo adaptativos. Foram feitos campos pilotos para validação da viabilidade do projeto, porém dois anos se passaram e a parceria não foi efetivada e a tese teve que ser reestruturada. A fim de manter o foco geral (o manejo do

javali em UCs da ecorregião da floresta com araucária), a tese passou a ter capítulos que trabalham dados existentes complementados via coleta de informações com questionários online.

O primeiro capítulo intitulado “Diagnosis of wild boar management in protected areas in southern Brazil” tem como finalidade atualizar a situação do manejo do javali nas UCs do sul do Brasil. Para isto, um questionário foi elaborado focando não somente na ocorrência da espécie e se o manejo era realizado, mas também envolvendo as técnicas utilizadas, a descrição das campanhas de manejo, e as motivações para a não realização de manejo. O objetivo foi enviar o questionário para todas as UCs federais, estaduais e municipais, sendo elas privadas ou públicas no sul do Brasil.

Os resultados deste trabalho deram suporte para a elaboração do segundo capítulo intitulado “Protocolo para manejo de javalis em Unidades de Conservação”, que é um guia técnico pensado para auxiliar na elaboração de planos de manejo adaptativos por gestores de UCs, utilizando um linguajar menos acadêmico e focando mais no manejo e suas dificuldades e menos no histórico de invasão e efeitos da espécie na natureza. Os capítulos do guia, mesmo aqueles relacionados com a biologia, focam em informações que podem ser úteis para o gestor, incluindo também um capítulo com informações suplementares onde foram compilados sites, guias, folders, livros entre outros documentos com informações específicas que complementam o conteúdo principal.

Com o intuito de auxiliar ainda mais na elaboração dos planos de manejo adaptativos, o terceiro capítulo intitulado “Conceptual Model Development and Validation for Wild boar in Araucaria Ecoregion” tem como objetivo facilitar uma das primeiras fases de elaboração: o diagnóstico. Este capítulo foi pensado para servir de exemplo a ser replicado também para outras espécies invasoras e outras regiões, e traz um passo a passo de como criar um modelo conceitual para uma espécie invasora e a proposta de um método de validação do modelo utilizando revisões sistemáticas.

Depois do diagnóstico realizado no primeiro capítulo, a pergunta “o que faz o javali estar presente ou não em uma UC?” surgiu. Tendo ela como guia, o quarto capítulo intitulado “Environmental factors related to the presence or absence of wild boar in protected areas” tem como objetivo entender quais fatores ambientais estão relacionados à invasão do javali nas UCs. Com os resultados deste capítulo, pretendemos não somente entender um pouco mais o comportamento das populações de javali, mas também criar um modelo estatístico que possa projetar as chances de uma UC ser invadida no futuro, de forma que os gestores atuais possam se preparar adequadamente e investir em ações preventivas quando possível.

## REFERÊNCIAS

---

- ALLENDORF, F. W.; LUNDQUIST, L. L. Introduction: Population Biology, Evolution, and Control of Invasive Species. **Conservation Biology**, v. 17, n. 1, p. 24–30, 2003.
- AMENDOLIA, S. et al. Seasonal spatial ecology of the wild boar in a peri-urban area. **Mammal Research**, v. 64, n. 3, p. 387–396, 1 jul. 2019.
- ANDREU, J.; VILÀ, M.; HULME, P. E. An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. **Environmental Management**, v. 43, n. 6, p. 1244–1255, 1 jun. 2009.
- APLET, G. H.; ANDERSON, S. J.; STONE, C. P. Association between feral pig disturbance and the composition of some alien plant assemblages in Hawaii Volcanoes National Park. **Vegetatio**, v. 95, n. 1, p. 55–62, 1 ago. 1991.
- ARCHIBALD, J. L. et al. The relevance of social imaginaries to understand and manage biological invasions in southern Patagonia. **Biological Invasions**, v. 22, n. 11, p. 3307–3323, 1 nov. 2020.
- BAARD, J. A. et al. Biological invasions in South African National Parks. **Bothalia - African Biodiversity & Conservation**, v. 47, n. 2, p. 1–12, 22 maio 2017.
- BALLARI, S. A. et al. Diet of wild boar (*Sus scrofa*) in a protected area of Argentina: the importance of baiting. **Mammal Research**, v. 60, n. 1, p. 81–87, 1 jan. 2015.
- BALLARI, S. A.; BARRIOS-GARCÍA, M. N. A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. **Mammal Review**, v. 44, n. 2, p. 124–134, 2014.
- BARETTA, D.; BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. SPE, p. 2683–2691, dez. 2008.
- BARRIOS-GARCIA, M. N.; BALLARI, S. A. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. **Biological Invasions**, v. 14, n. 11, p. 2283–2300, 1 nov. 2012.
- BCMFR. **Adaptive Management - Province of British Columbia**. Disponível em: <<https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/natural-resource-stewardship/land-based-investment/forests-for-tomorrow/adaptive-management>>. Acesso em: 7 dez. 2022.
- BEEVER, E. A. et al. Social–ecological mismatches create conservation challenges in introduced species management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 17, n. 2, p. 117–125, 2019.
- BELLARD, C.; CASSEY, P.; BLACKBURN, T. M. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biology Letters**, v. 12, n. 2, p. 20150623, 29 fev. 2016.
- BENNETT, N. J. Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management. **Conservation Biology**, v. 30, n. 3, p. 582–592, 2016.
- BERTO, D.; CAROLINA, A. Padrão de atividade temporal de pequenos mamíferos não voadores em floresta ombrófila mista nonordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. 2012.

BIEBER, C.; RUF, T. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 6, p. 1203–1213, 2005.

BLACKBURN, T. M. et al. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 26, n. 7, p. 333–339, 1 jul. 2011.

BOELTER, C. R.; ZARTMAN, C. E.; FONSECA, C. R. Exotic tree monocultures play a limited role in the conservation of Atlantic Forest epiphytes. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 6, p. 1255–1272, 1 jun. 2011.

BONESSO, A.; SCHMIDT, I. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. 17 set. 2013.

BRADSHAW, C. J. A. et al. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. **Nature Communications**, v. 7, n. 1, p. 12986, 4 out. 2016.

BRASIL, P. J. **Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil**. , 2017.

BROCARD, C. R.; PEDROSA, F.; GALETTI, M. Forest fragmentation and selective logging affect the seed survival and recruitment of a relictual conifer. **Forest Ecology and Management**, v. 408, p. 87–93, 15 jan. 2018.

BROCARD, C. R. [UNESP. Defaunação e fragmentação florestal na Mata Atlântica Subtropical e suas consequências para a regeneração de *Araucaria angustifolia*. 13 jun. 2017.

BURGMAN, M. A. Flaws in Subjective Assessments of Ecological Risks and Means for Correcting Them. **Australian Journal of Environmental Management**, v. 8, n. 4, p. 219–226, 1 jan. 2001.

BURNS, K. C. A Theory of Island Biogeography for Exotic Species. **The American Naturalist**, v. 186, n. 4, p. 441–451, out. 2015.

BUTCHART, S. H. M. et al. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. **Science**, v. 328, n. 5982, p. 1164–1168, 28 maio 2010.

BÜYÜKTAHTAKIN, İ. E.; HAIGHT, R. G. A review of operations research models in invasive species management: state of the art, challenges, and future directions. **Annals of Operations Research**, v. 271, n. 2, p. 357–403, 1 dez. 2018.

CARUSO, N. et al. Summer habitat use and activity patterns of wild boar *Sus scrofa* in rangelands of central Argentina. **PLOS ONE**, v. 13, n. 10, p. e0206513, 24 out. 2018.

CASSANA, F. F. et al. Effects of soil water availability on foliar water uptake of *Araucaria angustifolia*. **Plant and Soil**, v. 399, n. 1, p. 147–157, 1 fev. 2016.

CASTILHO, L. C. et al. Attitudes and Behaviors of Rural Residents Toward Different Motivations for Hunting and Deforestation in Protected Areas of the Northeastern Atlantic Forest, Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 11, p. 1940082917753507, 1 jan. 2018.

CERVO, I. B.; GUADAGNIN, D. L. Wild boar diet and its implications on agriculture and biodiversity in Brazilian forest–grassland ecoregions. **Animal Biodiversity and Conservation**, p. 123–136, jun. 2020.

CHALMERS, I. The Cochrane Collaboration: Preparing, Maintaining, and Disseminating Systematic Reviews of the Effects of Health Care. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 703, n. 1, p. 156–165, 1993.

CHOQUENOT, D.; KILGOUR, R. J.; LUKINS, B. S. An evaluation of feral pig trapping. **Wildlife Research**, v. 20, n. 1, p. 15–21, 1993.

CHUONG, J. et al. Cattle as Dispersal Vectors of Invasive and Introduced Plants in a California Annual Grassland. **Rangeland Ecology & Management**, v. 69, n. 1, p. 52–58, 1 jan. 2016.

COBLENTZ, B. E.; BABER, D. W. Biology and Control of Feral Pigs on Isla Santiago, Galapagos, Ecuador. **Journal of Applied Ecology**, v. 24, n. 2, p. 403–418, 1987.

COELHO, R. et al. **Controle de porcos ferais – Javalis, Construção de jaula curral modelo Pampa, Guia para o Produtor Rural**. [s.l.] Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente., 2018.

COLAUTTI, R. I.; MACISAAC, H. I. A neutral terminology to define “invasive” species. **Diversity and Distributions**, v. 10, n. 2, p. 135–141, 2004.

COLE, R. J.; LITTON, C. M. Vegetation response to removal of non-native feral pigs from Hawaiian tropical montane wet forest. **Biological Invasions**, v. 16, n. 1, p. 125–140, 1 jan. 2014.

CONROY, M. J. et al. Conservation in the face of climate change: The roles of alternative models, monitoring, and adaptation in confronting and reducing uncertainty. **Biological Conservation**, Adaptive management for biodiversity conservation in an uncertain world. v. 144, n. 4, p. 1204–1213, 1 abr. 2011.

COOK, C. N.; POSSINGHAM, H. P.; FULLER, R. A. Contribution of Systematic Reviews to Management Decisions. **Conservation Biology**, v. 27, n. 5, p. 902–915, 2013.

COURCHAMP, F.; CHAPUIS, J.-L.; PASCAL, M. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. **Biological Reviews**, v. 78, n. 3, p. 347–383, 2003.

CRONK, Q. C. B.; FULLER, J. L. **Plant Invaders**. London: Chapman & Hall, 1995.

CRUZ, F. et al. Conservation action in the Galàpagos: feral pig (*Sus scrofa*) eradication from Santiago Island. **Biological Conservation**, v. 121, n. 3, p. 473–478, 1 fev. 2005.

CUEVAS, M. F. et al. Effects of wild boar disturbance on vegetation and soil properties in the Monte Desert, Argentina. **Mammalian Biology**, v. 77, n. 4, p. 299–306, 1 jul. 2012.

CUSHMAN, J. H.; TIERNEY, T. A.; HINDS, J. M. Variable Effects of Feral Pig Disturbances on Native and Exotic Plants in a California Grassland. **Ecological Applications**, v. 14, n. 6, p. 1746–1756, 2004.

CUTINI, A. et al. Mast seeding in deciduous forests of the northern Apennines (Italy) and its influence on wild boar population dynamics. **Annals of Forest Science**, v. 70, n. 5, p. 493–502, 1 jul. 2013.

DARRIGRAN, G.; DRAGO, I. E. **Distribuição de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), em la Cuenca Del Plata. Region Neotropical. Medio Ambiente Ambientes Aquaticos**, 2000.

DE POORTER, M. **Invasive alien species and protected areas: a scoping report. Part 1. Scoping the scale and nature of invasive alien species threats to protected areas, impediments to invasive alien species management and means to address those impediments.** Global Invasive Species Programme, , 2007.

DE SOUZA, J. B.; ALVES, R. R. N. Hunting and Wildlife use in an Atlantic Forest Remnant of Northeastern Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 1, p. 145–160, 1 mar. 2014.

DEBERDT, A. J.; SCHERER, S. B. The wild boar: occurrence and management of the species in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 101–114, 2007.

DÉNES, F. V. et al. Combined impacts of multiple non-native mammals on two life stages of a critically endangered Neotropical tree. **Biological Invasions**, v. 20, n. 11, p. 3055–3068, 1 nov. 2018.

DI CASTRI, F. History of biological invasions with special emphasis on the Old World. Em: **Biological invasions: a global perspective**. [s.l.: s.n.]. p. 1–30.

DIGENNARO, B. et al. Using Conceptual Models and Decision-Support Tools to Guide Ecosystem Restoration Planning and Adaptive Management: An Example from the Sacramento–San Joaquin Delta, California. **San Francisco Estuary and Watershed Science**, v. 10, n. 3, 22 out. 2012.

DOS REIS, M. S.; LADIO, A.; PERONI, N. Landscapes with Araucaria in South America: evidence for a cultural dimension. **Ecology and Society**, v. 19, n. 2, 2014.

DOVRAT, G.; PEREVOLOTSKY, A.; NE'EMAN, G. Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. **Journal of Arid Environments**, v. 78, p. 49–54, 1 mar. 2012.

DUARTE, L. DA S.; DILLENBURG, L. R. Ecophysiological responses of Araucaria angustifoliaseedlings to different irradiance levels. **Australian Journal of Botany**, v. 48, n. 4, p. 531–537, 2000.

DUDLEY, N.; STOLTON, S. **Arguments for Protected Areas: Multiple Benefits for Conservation and Use**. [s.l.] Routledge, 2010.

EGGER, M.; HIGGINS, J. P. T.; SMITH, G. D. **Systematic Reviews in Health Research: Meta-Analysis in Context**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2022.

FARIA, L. et al. Invasive species policy in Brazil: a review and critical analysis. **Environmental Conservation**, p. 1–6, 16 nov. 2022.

FAZEY, I. et al. Can methods applied in medicine be used to summarize and disseminate conservation research? **Environmental Conservation**, v. 31, n. 3, p. 190–198, set. 2004.

FERRARO, P. J.; PATTANAYAK, S. K. Money for Nothing? A Call for Empirical Evaluation of Biodiversity Conservation Investments. **PLOS Biology**, v. 4, n. 4, p. e105, 11 abr. 2006.

FONSECA, C. R. **Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. [s.l.] Holos Editora, 2009.

FOXCROFT, L. C. An Adaptive Management Framework for Linking Science and Management of Invasive Alien Plants. **Weed Technology**, v. 18, p. 1275–1277, 2004.

- FOXCROFT, L. C. et al. Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. **Biological Invasions**, v. 19, n. 5, p. 1353–1378, 1 maio 2017a.
- FOXCROFT, L. C. et al. Erratum to: Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. **Biological Invasions**, v. 19, n. 8, p. 2503–2505, 1 ago. 2017b.
- FOXCROFT, L. C.; MCGEOCH, M. Implementing invasive species management in an adaptive management framework. **Koedoe : African Protected Area Conservation and Science**, v. 53, n. 2, p. 1–11, jan. 2011.
- FRYXELL, J. M.; SINCLAIR, A. R. E.; CAUGHLEY, G. **Wildlife Ecology, Conservation, and Management**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2014.
- GALETTI, M. et al. Diet Overlap and Foraging Activity between Feral Pigs and Native Peccaries in the Pantanal. **PLOS ONE**, v. 10, n. 11, p. e0141459, 4 nov. 2015.
- GALIANO, D. Dinâmica populacional e efeitos de variáveis ambientais sobre a fauna de pequenos mamíferos em um fragmento de floresta com araucária no sul do Brasil. 2010.
- GALLARDO, B. et al. Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. **Global Change Biology**, v. 23, n. 12, p. 5331–5343, 2017.
- GAMELON, M. et al. Reproductive allocation in pulsed-resource environments: a comparative study in two populations of wild boar. **Oecologia**, v. 183, n. 4, p. 1065–1076, 1 abr. 2017.
- GATES, S. Review of methodology of quantitative reviews using meta-analysis in ecology. **Journal of Animal Ecology**, v. 71, n. 4, p. 547–557, 2002.
- GEISSER, H.; REYER, H.-U. Efficacy of Hunting, Feeding, and Fencing to Reduce Crop Damage by Wild Boars. **The Journal of Wildlife Management**, v. 68, n. 4, p. 939–946, 2004.
- GENOVESI, P.; MONACO, A. Guidelines for Addressing Invasive Species in Protected Areas. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 487–506.
- GENTILE, J. H. et al. Ecological conceptual models: a framework and case study on ecosystem management for South Florida sustainability. **Science of The Total Environment**, Toxicology and Risk Assessment Approaches. v. 274, n. 1, p. 231–253, 2 jul. 2001.
- GEORGES, A.; HONE, L. J.; NORRIS, R. H. Applied Ecology. Em: JØRGENSEN, S. E.; FATH, B. D. (Eds.). **Encyclopedia of Ecology**. Oxford: Academic Press, 2008. p. 227–232.
- GÜRTLER, R. E. et al. Differential long-term impacts of a management control program of axis deer and wild boar in a protected area of north-eastern Argentina. **Biological Invasions**, v. 20, n. 6, p. 1431–1447, 1 jun. 2018.
- HANSON, L. B. et al. Effect of experimental manipulation on survival and recruitment of feral pigs. **Wildlife Research**, v. 36, n. 3, p. 185–191, 15 abr. 2009.
- HEBERT, P. D. N. et al. Demography and ecological impacts of the invading mollusc *Dreissena polymorpha*. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, n. FEBRUARY, p. 405–409, 1991.



- HEGEL, C. G. Z. et al. Wild pig (*Sus scrofa* L.) occupancy patterns in the Brazilian Atlantic forest. **Biota Neotropica**, v. 19, 15 ago. 2019a.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Is the wild pig the real “big bad wolf”? Negative effects of wild pig on Atlantic Forest mammals. **Biological Invasions**, v. 21, n. 12, p. 3561–3574, 1 dez. 2019b.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Invasion and spatial distribution of wild pigs (*Sus scrofa* L.) in Brazil. **Biological Invasions**, 21 jul. 2022.
- HEGEL, C. G. Z.; MARINI, M. Â. Impact of the wild boar, *Sus scrofa*, on a fragment of Brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 8, n. 1, p. 17–24, 4 fev. 2013.
- HEINKEN, T. et al. Dispersal of vascular plants by four species of wild mammals in a deciduous forest in NE Germany. **Phytocoenologia**, p. 627–643, 9 dez. 2002.
- HESS, A. F. F. et al. FOREST MANAGEMENT FOR THE CONSERVATION OF *Araucaria angustifolia* IN SOUTHERN BRAZIL. **FLORESTA**, v. 48, n. 3, p. 373–382, 14 jun. 2018.
- HESTER, A. et al. Impacts of large herbivores on plant community structure and dynamics, pages 97-141. **Large Herbivore Ecology and Ecosystem Dynamics**, 25 maio 2006.
- HIGGINS, J. P. T. et al. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2019.
- HILLEBRAND, H.; GUREVITCH, J. Meta-Analysis and Systematic Reviews in Ecology. Em: **eLS**. [s.l.] John Wiley & Sons, Ltd, 2016. p. 1–11.
- HOLWAY, D. A.; SUAREZ, A. V. Animal behavior: an essential component of invasion biology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 8, p. 328–330, 1 ago. 1999.
- HORČIČKOVÁ, E.; BRŮNA, J.; VOJTA, J. Wild boar (*Sus scrofa*) increases species diversity of semidry grassland: Field experiment with simulated soil disturbances. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 5, p. 2765–2774, 2019.
- HURYN, A. D. Ecosystem-level evidence for top-down and bottom-up control of production in a grassland stream system. **Oecologia**, v. 115, n. 1–2, p. 173–183, 1998.
- HYGNSTROM, S. E. et al. Prevention and Control of Wildlife Damage, 5th Edition. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 26, n. 26, 2014.
- IBAMA. **Manual de boas práticas para o controle de javali**. Brasília, DF: Grazielle Oliveira Batista, 2020.
- ICKES, K.; DEWALT, S. J.; APPANAH, S. Effects of Native Pigs (*Sus scrofa*) on Woody Understorey Vegetation in a Malaysian Lowland Rain Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 2, p. 191–206, 2001.
- IOB, G.; VIEIRA, E. M. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and ‘large’ mammals. **Plant Ecology**, v. 198, n. 2, p. 185–196, 1 out. 2008.

IUCN. **Araucaria angustifolia**: Thomas, P.: **The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T32975A2829141**. International Union for Conservation of Nature, , 16 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/32975/0>>. Acesso em: 23 nov. 2022

JAUREGUIBERRY, P. et al. The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. **Science Advances**, v. 8, n. 45, p. eabm9982, 9 nov. 2022.

JOHNSON, P. T. J. et al. Interactions among invaders: community and ecosystem effects of multiple invasive species in an experimental aquatic system. **Oecologia**, v. 159, n. 1, p. 161–170, 1 fev. 2009.

JONES, B. A. Invasive Species Impacts on Human Well-being Using the Life Satisfaction Index. **Ecological Economics**, v. 134, p. 250–257, 1 abr. 2017.

JORI, F. et al. 8. Management of wild boar populations in the European Union before and during the ASF crisis. Em: **Understanding and combatting African Swine Fever**. [s.l.] Wageningen Academic Publishers, 2021. p. 197–228.

KÄFFER, M. I.; GANADE, G.; MARCELLI, M. P. Lichen diversity and composition in Araucaria forests and tree monocultures in southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 13, p. 3543, 4 jun. 2009.

KATSANEVAKIS, S. et al. Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: A pan-European review. **Aquatic Invasions**, v. 9, n. 4, p. 391–423, 2014.

KEITER, D. A.; BEASLEY, J. C. Hog Heaven? Challenges of Managing Introduced Wild Pigs in Natural Areas. **Natural Areas Journal**, v. 37, n. 1, p. 6–16, jan. 2017.

KETTERL, J. et al. Spectrum of Ants Associated with Araucaria angustifolia Trees and Their Relations to Hemipteran Trophobionts. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 38, n. 3, p. 199–206, 1 dez. 2003.

KEULING, O.; STIER, N.; ROTH, M. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 729–737, 1 out. 2008.

KEULING, O.; STRAUSS, E.; SIEBERT, U. Regulating wild boar populations is “somebody else’s problem”! - Human dimension in wild boar management. **Science of The Total Environment**, v. 554–555, p. 311–319, 1 jun. 2016.

KEULING, O.; STRAUSS, E.; SIEBERT, U. How Do Hunters Hunt Wild Boar? Survey on Wild Boar Hunting Methods in the Federal State of Lower Saxony. **Animals**, v. 11, n. 9, p. 2658, set. 2021.

KIRINGE, J. W.; OKELLO, M. M.; EKAJUL, S. W. Managers’ perceptions of threats to the protected areas of Kenya: prioritization for effective management. **Oryx**, v. 41, n. 3, p. 314–321, jul. 2007.

KLINGER, T.; PADILLA, D. K.; BRITTON-SIMMONS, K. Two invaders achieve higher densities in reserves. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 16, n. 3, p. 301, 2006.

KMETIUK, L. B. et al. Ticks and serosurvey of anti-Rickettsia spp. antibodies in wild boars (*Sus scrofa*), hunting dogs and hunters of Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 5, p. e0007405, 30 maio 2019.

KUMSCHICK, S. et al. Ecological Impacts of Alien Species: Quantification, Scope, Caveats, and Recommendations. **BioScience**, v. 65, n. 1, p. 55–63, 1 jan. 2015.

- LARSON, D. L. et al. A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 1, p. 14–22, 1 jan. 2011.
- LAURANCE, W. F. et al. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. **Nature**, v. 489, n. 7415, p. 290–294, set. 2012.
- LEAL, M. S. et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 1, p. 146–155, fev. 2017.
- LEÃO, T. C. et al. Espécies exóticas invasoras no Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. **Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE**, v. 99, 2011.
- LEITE, P.; KLEIN, R. Vegetação. Em: **Geografia do Brasil -- Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 2p. 113–150.
- LENNOX, R. et al. Improving science-based invasive species management with physiological knowledge, concepts, and tools. **Biological Invasions**, v. 17, n. 8, p. 2213–2227, 1 ago. 2015.
- LEUNG, B. et al. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 269, n. 1508, p. 2407–2413, 7 dez. 2002.
- LINKOV, I. et al. From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: Recent developments and applications. **Environment International**, Environmental Risk Management - the State of the Art. v. 32, n. 8, p. 1072–1093, 1 dez. 2006.
- LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion ecology**. 2. ed. [s.l.] Wiley-Blackwell, 2013a.
- LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion Ecology**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013b.
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. Brasil: Universidade Federal do Paraná, 1980.
- MAČIĆ, V. et al. Biological Invasions in Conservation Planning: A Global Systematic Review. **Frontiers in Marine Science**, v. 5, 2018.
- MACIEL, A. L. G. et al. Tuberculosis in Southern Brazilian wild boars (*Sus scrofa*): First epidemiological findings. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 65, n. 2, p. 518–526, 2018.
- MARBUAH, G.; GREN, I.-M.; MCKIE, B. Economics of Harmful Invasive Species: A Review. **Diversity**, v. 6, n. 3, p. 500–523, set. 2014.
- MARCHIORO, C. A.; SANTOS, K. L.; SIMINSKI, A. Present and future of the critically endangered *Araucaria angustifolia* due to climate change and habitat loss. **Forestry: An International Journal of Forest Research**, v. 93, n. 3, p. 401–410, 14 maio 2020.
- MARGOLUIS, R. et al. Using conceptual models as a planning and evaluation tool in conservation. **Evaluation and Program Planning**, v. 32, n. 2, p. 138–147, 1 maio 2009.

- MASSEI, G.; ROY, S.; BUNTING, R. Too many hogs?: A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. **Human-Wildlife Interactions**, v. 5, n. 1, p. 79–99, 2011.
- MCCANN, B. E.; GARCELON, D. K. Eradication of Feral Pigs From Pinnacles National Monument. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 6, p. 1287–1295, 2008.
- MCILROY, J. C.; SAILLARD, R. J. The Effect of Hunting With Dogs on the Numbers and Movements of Feral Pigs, *Sus-Scrofa*, and the Subsequent Success of Poisoning Exercises in Namadgi-National-Park, Act. **Wildlife Research**, v. 16, n. 3, p. 353–363, 1989.
- MECKE, R.; GALILEO, M. H. M. A review of the weevil fauna (Coleoptera, Curculionoidea) of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae) in South Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 505–513, set. 2004.
- MEDINA, M. et al. Native tree regeneration in native tree plantations: understanding the contribution of *Araucaria angustifolia* to biodiversity conservation in the threatened Atlantic Forest in Argentina. **Austral Ecology**, v. 45, n. 2, p. 229–239, 2020.
- MILLS, M. D.; RADER, R. B.; BELK, M. C. Complex interactions between native and invasive fish: the simultaneous effects of multiple negative interactions. **Oecologia**, v. 141, n. 4, p. 713–721, 1 dez. 2004.
- MIRANDA, R. J. et al. Brazil policy invites marine invasive species. **Science**, v. 368, n. 6490, p. 481–481, maio 2020.
- MONTALTO, L.; DE DRAGO, I. E. Tolerance to desiccation of an invasive mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae), under experimental conditions. **Hydrobiologia**, v. 498, p. 161–167, 2003.
- MOONEY, H. A. et al. **Invasive Alien Species: A New Synthesis**. [s.l.] Island Press, 2005.
- MORAIS, T. A. et al. Factors affecting space use by wild boars (*Sus scrofa*) in high-elevation tropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, v. 97, n. 11, p. 971–978, nov. 2019.
- MÓSENA, M.; DILLENBURG, L. R. Early growth of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*[Bertol.] Kuntze) in response to soil compaction and drought. **Plant and Soil**, v. 258, n. 1, p. 293–306, 1 jan. 2004.
- MULROW, C. D. Systematic Reviews: Rationale for systematic reviews. **BMJ**, v. 309, n. 6954, p. 597–599, 3 set. 1994.
- NEWTON, A. C. et al. Bayesian Belief Networks as a tool for evidence-based conservation management. **Journal for Nature Conservation**, v. 15, n. 2, p. 144–160, 13 jul. 2007.
- NUÑEZ, M. A. et al. Exotic Mammals Disperse Exotic Fungi That Promote Invasion by Exotic Trees. **PLOS ONE**, v. 8, n. 6, p. e66832, 24 jun. 2013.
- OGDEN, N. H. et al. Emerging infectious diseases and biological invasions: a call for a One Health collaboration in science and management. **Royal Society Open Science**, v. 6, n. 3, p. 181577, 13 mar. 2019.

- OLIVEIRA, Ê. S. DE et al. Who's afraid of the big bad boar? Assessing the effect of wild boar presence on the occurrence and activity patterns of other mammals. **PLOS ONE**, v. 15, n. 7, p. e0235312, 14 jul. 2020.
- ORCHAN, Y. et al. The complex interaction network among multiple invasive bird species in a cavity-nesting community. **Biological Invasions**, v. 15, n. 2, p. 429–445, 1 fev. 2013.
- ORROCK, J. L.; DANIELSON, B. J. Rodents balancing a variety of risks: Invasive fire ants and indirect and direct indicators of predation risk. **Oecologia**, v. 140, n. 4, p. 662–667, 2004.
- OWENS, P. N. Adaptive management frameworks for natural resource management at the landscape scale: implications and applications for sediment resources. **Journal of Soils and Sediments**, v. 9, n. 6, p. 578–593, 1 dez. 2009.
- PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. DOS. Regeneração de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Revista Árvore**, v. 35, p. 1107–1119, out. 2011.
- PARKES, J. P. et al. Rapid eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) from Santa Cruz Island, California. **Biological Conservation**, v. 143, n. 3, p. 634–641, 1 mar. 2010.
- PEDROSA, F. et al. Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 1, p. 84–87, 1 jan. 2015.
- PEREIRA, J. DE M. et al. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-06832013000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-06832013000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=en). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 572–586, jun. 2013.
- PÉREZ CARUSI, L. C. et al. Relaciones espaciales y numéricas entre venados de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*) y chanchos cimarrones (*Sus scrofa*) en el Refugio de Vida Silvestre Bahía Samborombón, Argentina. **Ecología austral**, v. 19, n. 1, p. 63–71, abr. 2009.
- PESCADOR, M. et al. Expansion of the introduced Wild Boar (*Sus scrofa*) in the Andean region, Argentinean Patagonia. **Galemys**, v. 21, p. 121–132, 1 jan. 2009.
- PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological Economics**, Integrating Ecology and Economics in Control Bioinvasions. v. 52, n. 3, p. 273–288, 15 fev. 2005.
- PRESTES, N.; MARTINEZ, J.; KILPP, J. Consumo das sementes de *Araucaria angustifolia* por *Amazona pretrei* e *Amazona vinacea* em programa de conservação ex situ. **Ornithologia**, v. 6, p. 121–127, 1 set. 2014.
- PULLIN, A. S. et al. Do conservation managers use scientific evidence to support their decision-making? **Biological Conservation**, v. 119, n. 2, p. 245–252, 1 set. 2004.
- PULLIN, A. S.; KNIGHT, T. M. Effectiveness in Conservation Practice: Pointers from Medicine and Public Health. **Conservation Biology**, v. 15, n. 1, p. 50–54, 2001.
- PULLIN, A. S.; KNIGHT, T. M. Assessing Conservation Management's Evidence Base: a Survey of Management-Plan Compilers in the United Kingdom and Australia. **Conservation Biology**, v. 19, n. 6, p. 1989–1996, 2005.

- PULLIN, A. S.; STEWART, G. B. Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p. 1647–1656, 2006.
- PYŠEK, P. et al. Plant Invasions of Protected Areas in Europe: An Old Continent Facing New Problems. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 209–240.
- PYŠEK, P. et al. Scientists' warning on invasive alien species. **Biological Reviews**, v. 95, n. 6, p. 1511–1534, 2020.
- PYŠEK, P.; RICHARDSON, D. M. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 35, n. 1, p. 25–55, 2010.
- REASER, J. K. et al. The early detection of and rapid response (EDRR) to invasive species: a conceptual framework and federal capacities assessment. **Biological Invasions**, v. 22, n. 1, p. 1–19, 1 jan. 2020.
- REN, J. et al. An invasive species erodes the performance of coastal wetland protected areas. **Science Advances**, v. 7, n. 42, p. eabi8943, 13 out. 2021.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Conservation Issues in the Brazilian Atlantic Forest. v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 1 jun. 2009.
- RICCIARDI, A. Predicting the impacts of an introduced species from its invasion history: An empirical approach applied to zebra mussel invasions. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 6, p. 972–981, 2003.
- RICCIARDI, A. et al. Progress toward understanding the ecological impacts of nonnative species. **Ecological Monographs**, v. 83, n. 3, p. 263–282, 2013.
- RICCIARDI, A.; RYAN, R. The exponential growth of invasive species denialism. **Biological Invasions**, v. 20, n. 3, p. 549–553, 1 mar. 2018.
- RISCH, D. R.; RINGMA, J.; PRICE, M. R. The global impact of wild pigs (*Sus scrofa*) on terrestrial biodiversity. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 13256, 24 jun. 2021.
- ROBERTS, P. D.; PULLIN, A. S. The effectiveness of management options used for the control of *Spartina* species. **Systematic Review**, v. 22, 2006.
- ROBERTS, P. D.; STEWART, G. B.; PULLIN, A. S. Are review articles a reliable source of evidence to support conservation and environmental management? A comparison with medicine. **Biological Conservation**, v. 132, n. 4, p. 409–423, 1 out. 2006.
- ROBERTSON, P. A. et al. Towards the European eradication of the North American ruddy duck. **Biological Invasions**, v. 17, n. 1, p. 9–12, 1 jan. 2015.
- ROSA, C. et al. Seed removal of *Araucaria angustifolia* by native and invasive mammals in protected areas of Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 1, 2021.
- ROSA, C. A. D.; WALLAU, M. O.; PEDROSA, F. Hunting as the main technique used to control wild pigs in Brazil. **Wildlife Society Bulletin**, v. 42, n. 1, p. 111–118, 2018.

ROSA, C. A. DA; PINTO, I. A.; JARDIM, N. S. **Controle do javali na Serra da Mantiqueira: um estudo de caso no Parque Nacional do Itatiaia e RPPN Alto-Montana . Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 285–303, 3 jun. 2018.

ROUT, T. M.; MOORE, J. L.; MCCARTHY, M. A. Prevent, search or destroy? A partially observable model for invasive species management. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 3, p. 804–813, 2014.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian Protected Areas. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 612–618, 2005.

S, G. et al. Management priorities for marine invasive species. **The Science of the total environment**, v. 688, 20 out. 2019.

SALAFSKY, N. et al. Improving the Practice of Conservation: a Conceptual Framework and Research Agenda for Conservation Science. **Conservation Biology**, v. 16, n. 6, p. 1469–1479, 2002.

SALVADOR, C. **Ecologia e manejo de javali (Sus scrofa L.) na América do Sul [Ecology and management of Eurasian wild boar (Sus scrofa L.) in South America]**. [s.l.: s.n.].

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 2, p. 32–49, 2013.

SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. DE S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de floresta ombrófila mista. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1035–1046, dez. 2007.

SANGUINETTI, J.; KITZBERGER, T. Factors controlling seed predation by rodents and non-native *Sus scrofa* in *Araucaria araucana* forests: potential effects on seedling establishment. **Biological Invasions**, v. 12, n. 3, p. 689–706, 1 mar. 2010.

SCHINDLER, D. E.; KNAPP, R. A.; LEAVITT, P. R. **Alteration of nutrient cycles and algal production resulting from fish introductions into Mountain Lakes**. **Ecosystems**, 2001.

SCHMIDT, M. et al. Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part I: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). **European Journal of Forest Research**, v. 123, n. 2, p. 167–176, 1 set. 2004.

SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. INFLUÊNCIA DO PISOTEIO DE BOVINOS EM ÁREAS FLORESTAIS. **FLORESTA**, v. 9, n. 1, 1978.

SEGAN, D. B. et al. Using Conservation Evidence to Guide Management. **Conservation Biology**, v. 25, n. 1, p. 200–202, 2011.

SHABECOFF, P. **Earth Rising: American Environmentalism in the 21st Century**. [s.l.] Island Press, 2000.

SIEMANN, E. et al. Experimental test of the impacts of feral hogs on forest dynamics and processes in the southeastern US. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 5, p. 546–553, 20 ago. 2009.

SILVEIRA, C.; RODRIGUES, G.; GUERRA, T. A coleta de pinhão na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS: uso potencial sustentável. **Revista Brasileira de Biociências**, p. 93–95, 2007.

SIMBERLOFF, D. et al. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 1, p. 58–66, 1 jan. 2013.

SIMON, K. S.; TOWNSEND, C. R. Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organisation, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 6, p. 982–994, 2003.

SKEWES, O. et al. The European wild boar (*Sus scrofa*): a biological invader as a recent prey of the American puma (*Puma concolor*) in southern Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 85, n. 2, p. 227–232, 2012.

SOARES, R. V. CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGENERAÇÃO NATURAL DA *Araucaria angustifolia*. **FLORESTA**, v. 10, n. 2, 1979.

SPEAR, D. et al. Human population density explains alien species richness in protected areas. **Biological Conservation**, v. 159, p. 137–147, 1 mar. 2013.

SUTHERLAND, W. J. et al. The need for evidence-based conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 6, p. 305–308, 1 jun. 2004.

SUTHERLAND, W. J.; HILL, D. A. **Managing Habitats for Conservation**. [s.l.] Cambridge University Press, 1995.

TIERNEY, T. A.; CUSHMAN, J. HALL. Temporal Changes in Native and Exotic Vegetation and Soil Characteristics following Disturbances by Feral Pigs in a California Grassland. **Biological Invasions**, v. 8, n. 5, p. 1073–1089, 1 jul. 2006.

TOUZOT, L. et al. How does increasing mast seeding frequency affect population dynamics of seed consumers? Wild boar as a case study. **Ecological Applications**, v. 30, n. 6, p. e02134, 2020.

TU, M.; ROBISON, R. A. Overcoming Barriers to the Prevention and Management of Alien Plant Invasions in Protected Areas: A Practical Approach. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 529–547.

VASCONCELOS, M. F. DE; D'ANGELO NETO, S. First assessment of the avifauna of *Araucaria* forests and other habitats from extreme southern Minas Gerais, Serra da Mantiqueira, Brazil, with notes on biogeography and conservation. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 49, p. 49–71, 2009.

VEITCH, C. R.; CLOUT, M. N. **Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species : Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives**. [s.l.] IUCN, 2002.

VERCAUTEREN, K. C. et al. **Invasive Wild Pigs in North America: Ecology, Impacts, and Management**. [s.l.] CRC Press, 2019.

VIEIRA, E.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*) Dispersal and predation of the Brazilian “pine” (*ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*) seeds. Em: **Floresta de Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto, SP, Brasil: Editora Holos, 2009. p. 85–95.



VILÀ, M. et al. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 8, n. 3, p. 135–144, 2010.

VILÀ, M.; HULME, P. E. **Impact of biological invasions on ecosystem services**. [s.l.] Springer, 2017. v. 12

WELTER, D. Uso do espaço por pequenos mamíferos não voadores em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. 2012.

WEST, B.; COOPER, A.; ARMSTRONG, J. Managing Wild Pigs: A Technical Guide. **Human–Wildlife Interactions Monographs**, 1 jan. 2009.

WILLIAMS, B. K. Passive and active adaptive management: Approaches and an example. **Journal of Environmental Management**, Adaptive management for Natural Resources. v. 92, n. 5, p. 1371–1378, 1 maio 2011.

WILLIAMSON, M. **Biological Invasions**. London: Springer Science & Business Media, 1996.

ZALBA, S.; ZILLER, S. R. Adaptive management of alien invasive species: putting the theory into practice. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 86–92, 2007.

ZAVALETA, E. et al. Enhancing the Engagement of U.S. Private Foundations with Conservation Science. **Conservation Biology**, v. 22, n. 6, p. 1477–1484, 2008.

ZENNI, R. D.; DE SÁ DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. **Biotemas**, v. 29, n. 1, p. 133–153, 2016.

ZILLER, S. R. et al. A priority-setting scheme for the management of invasive non-native species in protected areas. **NeoBiota**, v. 62, p. 591–606, 15 out. 2020.

ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. DE S. Plantas e vertebrados exóticos invasores em unidades de conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 4–31, 2013.

# CAPÍTULO 1 - DIAGNOSIS OF WILD BOAR MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS IN SOUTHERN BRAZIL

---

## **Diagnosis of wild boar management in protected areas in southern Brazil**

Matheus Fragoso Etges, Demétrio Luis Guadagnin, Andreas Kindel

### **Abstract**

Invasive species are considered potential causes of environmental changes that may harm the conservation of ecosystems and their species. One of the first steps for effective management of those species is to carry out a diagnosis to understand the real stage of the invasion and to organise coordinated measures to manage the invasive populations. In this scenario, in Brazil, the wild boar is among the invasive species that most raise concerns due to the potential for widespread impacts on ecosystems, thus, a national plan for monitoring and controlling these species was prepared. However, there are still many uncertainties regarding the presence of this species in protected areas and which management actions are being carried out. With this in mind, this work aims to diagnose the situation of wild boar in protected areas in the southern region of Brazil. More specifically, to understand the distribution, the techniques used and the motivations for not carrying out the management. For these purposes, an online questionnaire was sent by email to 244 protected areas in southern Brazil, where 136 responded to the questionnaire. As a result, we found that the wild boar is present in 39 PAs, and management is carried out in 14 of them. The use of cages and corrals are the most used technique among the PAs, with corn being the preferred bait. We found two groups of justifications for not carrying out the management, one involving the intensity of the invasion and the other the management capacity. In this scenario, there is a need for a centralised organisation of management actions and a greater focus on developing materials that help management.

**Keywords:** *Sus scrofa*, questionnaires, invasive species

### *Introduction*

Invasive alien species are one of the most important direct drivers of biodiversity loss and ecosystem service change (JAUREGUIBERRY et al., 2022; PYŠEK et al., 2020), globally increasing at an unprecedented pace (BUTCHART et al., 2010). The challenges

related to this threat are expected to grow because of the strong links between invasions and other factors of change, such as global warming, increasing human populations, and habitat loss (SIMBERLOFF et al., 2013; SPEAR et al., 2013).

The impact of biological invasions can even be worse in protected areas (PAs) than elsewhere. Protected areas (PAs) were not only created to conserve iconic landscapes and seascapes, but also to provide habitat for endangered wildlife, contribute to the livelihood of local communities, bolster national economies through tourism revenues, replenish fisheries, and play a crucial part in the mitigation of, and adaptation to, climate change, among many other functions (DUDLEY; STOLTON, 2010). Therefore, the biological invasion process can put many of these goals at risk (FOXCROFT et al., 2017a; KLINGER; PADILLA; BRITTON-SIMMONS, 2006; REN et al., 2021), especially if the invasive alien species (IAS) has the potential to cause various effects on the landscape such as wild boar (BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012; RISCH; RINGMA; PRICE, 2021). In an attempt to control biological invasion, several countries have developed their national-scale action and monitoring plans, which are usually species-specific and change from country to country, to guide efforts at smaller scales.

The wild boar (*Sus scrofa*), native to Eurasia and North Africa, is one of the world's most widely distributed invasive exotic species (Long 2003). As an invasive species, the wild boar not only causes severe damage to plant and animal communities but also modifies ecosystem processes via physical alteration of the environment (Barrios-García and Ballari 2012). Therefore, several countries implement population control measures. In Brazil, it is legally allowed to control wild boars by hunting, either with or without the aid of dogs and live trapping. Hunting is the primary technique used for controlling wild pigs in rural properties (ROSA; WALLAU; PEDROSA, 2018), while in PAs, trapping is routinely used (ROSA; PINTO; JARDIM, 2018).

Techniques used for wild boar control can be divided into two major categories: lethal or non-lethal (GÜRTLER et al., 2018; JORI et al., 2021; ROSA; WALLAU; PEDROSA, 2018; VERCAUTEREN et al., 2019; WEST; COOPER; ARMSTRONG, 2009). Lethal techniques reduce abundance by increasing mortality (e.g., hunting, poisoning, trapping), while non-lethal techniques restrict resource access reduction through movement restrictions or reduce fertility (FRYXELL; SINCLAIR; CAUGHLEY, 2014). While biological invasions are critical threats to biodiversity in protected areas, controlling wild boars is challenged by

constraints on techniques, resources and priorities. Several authors highlighted the importance of managing invasive species more efficiently in PAs and investigated the management obstacles (LAURANCE et al., 2012; PYŠEK et al., 2013; TU; ROBISON, 2013). Although there is a need to avoid invasive species' effects on conservation targets, the assessment of such effects is not always easy or possible (CASTILHO et al., 2018; DE SOUZA; ALVES, 2014; KEULING; STRAUSS; SIEBERT, 2016). In addition, in PAs, managing invasive species is not always a priority (GENOVESI; MONACO, 2013; KIRINGE; OKELLO; EKAJUL, 2007). Andreu et al. (2009) listed eleven main obstacles to the efficient management of invasives plants in PAs: (i) the lack of capacity for mainstreaming IAS management into overall PA management, (ii) the limited capacity of staff at the site level, (iii) the low level of awareness, (iv) the gaps in information on IAS available to PA managers, (v) the lack of funding, (vi) legal or institutional impediments, (vii) and the clashes of interests between stakeholders (ANDREU; VILÀ; HULME, 2009). Despite their pervasive presence in protected areas throughout south america and Brazil (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013), little is known about control efforts and management barriers in those PA systems.

Here we describe, based on questionnaires with PA managers, the status of wild boar management in Protected Areas of southern Brazil. First, we describe the current occurrence of wild boar in these PAs. We then explore where and what kind of management measures are adopted and the reasons informed by PA managers to adopt/not adopt control actions.

### *Methods*

#### *Wild boar invasion*

In Brazil, wild pigs' fast occurrence expansion started being documented in the late 1980s - early 1990s (DEBERDT; SCHERER, 2007). In the early 1990s, wild pigs were spread through biological invasion and introduction cycles for commercial and illegal hunting purposes (HEGEL et al., 2022). The expansion of wild boar is uneven throughout Brazil (SALVADOR, 2012), resulting in multiple nuclei of dispersal. Currently, *Sus scrofa* has one of the widest distribution among exotic mammals that occur in Brazil, present in 1,152 municipalities (Hegel et al. 2022), with the Southeastern and Southern regions as the most invaded (HEGEL et al., 2022; PEDROSA et al., 2015). Concerning Brazilian biomes, the Atlantic Forest accounts for more than half of the records (60.42%), followed by Cerrado (29.69%) and Pampa (5.46%) (Hegel et al. 2022). This coincides with the regions where the

species was introduced long ago and with the highest number of introduction nuclei (Hegel et al. 2022).

### *Study area*

The southern region of Brazil comprises the states of Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), and Parana (PR), with an area of 576,774 km<sup>2</sup>. They cover the Pampa and Atlantic Forest biomes, presenting approximately 3% and 9.5% of their coverage within protected areas, respectively (RIBEIRO et al., 2009). In Brazil, protected areas can belong to three public administrative spheres (federal, state, or municipal) or be private and are classified into two large groups: Strictly Protected Areas and Sustainable Use Areas (RYLANDS; BRANDON, 2005). The Strictly Protected ones aim to preserve nature, being admitted only to the indirect use of its resources. In contrast, Sustainable Use aims to make nature conservation compatible with the sustainable direct use of some of its resources. We identified 708 protected areas for this region, public and private (supplementary material). However, only for 244 were we able to obtain contact information.

### *Data collection*

We used an online survey addressed to the PA managers of all the municipal, state, and federal protected areas in the three states of southern Brazil (Rio Grande do Sul -RS-, Santa Catarina -SC- and Parana -PR-). Four contact attempts were made with each PA, in October and, again in November 2019, another in February and the last in March 2020.

We structured the questionnaire in three sections on the REDCap platform (Supplementary Material). The first section encompassed questions about wild boar occurrence and effects within PA, the second section was dedicated to obtain informations about control techniques or reasons for not adopting control. Finally, the third section looked at the frequency of control campaigns, the number of animals managed, and their destination (supplementary material). At the end of the questionnaire, there was a question to report some additional information if they wished. The question asking for the reasons for non managing the wild boar when it was present was open-ended (up to 250 words).

We summarised answers using descriptive statistics, and the answers to the open-ended question were grouped according to the similarity of the justifications and named

according to the response pattern. The likeness was considered when the justifications used synonymous words, or the justification presented the same idea.

### *Results*

We obtained 136 responses (out of 244 attempts), 39 reporting the presence of wild boar in the protected area, 17 in federal, 14 in state, six in municipal, and two in private PAs (Figure 1, Table 1). Most of the non-respondents are private and municipal PAs. Wild boars were first cited in protected areas in the studied region in 2005 (36 reports), and the most recent invasion recorded was in 2020 (Tables 1 and 2). In RS, after a rapid expansion, detection remained continuous until 2019 with one or two new records in PAs per year, with a gap of two years (2009 and 2010), with a peak in 2015 with four records. For SC, there is a time gap after 2006 being detected in a new PA only in 2014 until 2017, and there are no new detections until 2020. In the case of PR, the first detections are more spread over the years compared to other states.

Wild boars are managed in 36% (n=14) of the invaded PAs (eight federal, five state and one private), usually employing more than one technique (Table 1). When asked about the relative importance of wild boar's negative effects against other drivers (in percentage terms), the PAs that do not carry out the management the wild boar is responsible for, on average, 28.9% (SD 20.6), while those that practice the management actions had an average of 59.4% (SD 19.3). When asked about the relevance of wild boar among invasive species, the PAs without management actions had an average score of 40.7% (SD 23.3), while those that managed wild boar had an average score of 62.6% (SD 21.5). PAs not managing wild boars justified it with answers related to low Invasion Intensity (not a priority, few recorded effects, low number of registered individuals, and recently observed), and or claimed low Management Capacity (lack of technical team/structure, lack of formal protocols, bureaucratic difficulty in carrying out management, conflict of interest with the surrounding community, and management plan being prepared – Figure 2).

All the main techniques for wild boar management were employed, predominantly cage traps (table 1). Ten PAs get support from external institutions: four from universities, four from governmental institutions, and two from NGOs (Table 1).

Most PAs use one or two cages in their control programs n= 1 to 10), differing in sizes between PAs whereas 1-6 corrals were used in other PAs. Corn was used as bait in al PAs

whether as crude grain, on the cob, fermented, or with salt (Table 1). Bait is usually used at the entrance and center of the trap, being placed weeks before capture, a few days before (1-7 days), or always present. In general capture structures were not acquired by PA owners rather builded or donated by the PA employees of the PAs, or donated by partner institutions. All PAs that manage wild boar adopted irregular effort without clear seasonal distribution (Table 1).

Seven of nine PAs donate the carcasses to hunters if they are interested, and the other two bury the carcasses at licensed sites. Five PAs did not answer this question. Zoonoses monitoring is performed by only five (out of 14) PAs (Table 1).

### *Discussion*

In this study, we show that despite the long presence of wild boar in southern Brazil, the control of wild boars in PAs is not a frequent priority, either because its effects are not apparent or because of lack of resources. We also show that the techniques used follow world standards (trapping and hunting) and the use of bait (corn) (GEISSER; REYER, 2004; KEULING; STRAUSS; SIEBERT, 2021; VERCAUTEREN et al., 2019; WEST; COOPER; ARMSTRONG, 2009). However, there is no standard in the effort size or spatial and temporal distribution of managing campaigns.

Despite the wild boar being present in the region since the early 1990s (HEGEL et al., 2022), the first reported sightings in PAs in our sample were in 2005 for SC and RS and in 2008 for PR. Reinforcing the history of expansion in RS (HEGEL et al., 2022), there was a significant advance in the presence between the years 2005 and 2008. First wild boar detections were in the federal PAs, later in the state and municipal ones, despite the lower number of federal PAs. The lack of detection in municipal areas may be associated with their location, as most are close to urban or peri-urban areas where wild boar tends to avoid areas with higher human presence (AMENDOLIA et al., 2019; MORAIS et al., 2019) or due to smaller size, by chance are less prone to colonisation when compared to federal PAs (BURNS, 2015; GALLARDO et al., 2017).

Management actions are carried out in 36.8% of the PAs. When asked on the relevance of wild boar invasion among all factors causing negative effects within PA, we saw a clear distinction between those PAs that manage and those that do not manage the

species with relevance scores consistent with the management decision, apparently supported by an informed prioritization, based on damage to biodiversity values (DE POORTER, 2007).

An interesting point that deserves an awareness campaign perhaps is the justification for "no management" based on the low number of recorded animals in the PA. From a species management reliability, this would be the ideal moment to start control (KEITER; BEASLEY, 2017; MOONEY et al., 2005; REASER et al., 2020; S et al., 2019), where hunting and trapping would be indicated to keep populations at low levels (GÜRTLER et al., 2018; JORI et al., 2021; VERCAUTEREN et al., 2019). Most of PAs within this group had the first record of wild boars very recently (after 2015), contrasting with PAs that manage the species where first record was mostly prior 2011 (supplementary material). There is an accumulating evidence (ALLENDORF; LUNDQUIST, 2003; MOONEY et al., 2005; ZILLER et al., 2020) that the first stages of invasion are the best window for effective control.

The recurrent allegation for "no management" based on restricted management capacity within individual PAs is a compelling evidence for the need of a coordinated control program encompassing the mosaic of federal, state, municipal and private PAs in a given region, as is being done for managing other biodiversity threats (FARIA et al., 2022; MIRANDA et al., 2020). For successful management, in the case of wild boar, continuous actions are necessary to reduce populations to the point that the effects are within accepted levels according to the PA conservation objectives (JORI et al., 2021; VERCAUTEREN et al., 2019; WEST; COOPER; ARMSTRONG, 2009). These regular and continuous control actions are more feasible, and restricted resources are used more efficiently, if equipments and personnel are shared between PAs within a given region. Additionally, downgrading of National Action Plans to regional scale could promote effectiveness of such programs by assuring transparency, replicability, monitoring and learning.

In PAs that manage wild boar, most of them use more than one control technique, which is seen as positive in management effectiveness assessments (CRUZ et al., 2005; MASSEI; ROY; BUNTING, 2011; MCCANN; GARCELON, 2008; PARKES et al., 2010; VEITCH; CLOUT, 2002). Usually the use of a cage and corral is associated with hunting without dogs or using snares. Cages and corrals are highly effective when well-managed in controlling wild boar populations (CHOQUENOT; KILGOUR; LUKINS, 1993). Both are techniques used worldwide to control the species within protected areas and in agrarian



environments. The use of corrals has been encouraged in Brazil by some initiatives in the Pampa biome, with construction and using guides (COELHO et al., 2018). This technique, unlike the cage, allows the capture of the whole sounder, which is desirable in population control (CHOQUENOT; KILGOUR; LUKINS, 1993).

Hunting without dogs was the most used active control technique, with the same number of reporting as corrals. This technique is not as effective as trapping since it tends to remove isolated individuals, usually males which are not as relevant in population control (HANSON et al., 2009). This technique may be appropriate when used in a complementary way, as it allows the removal of animals that avoid traps or in a scenario of few individuals (WEST; COOPER; ARMSTRONG, 2009) and perhaps restricted to PA surroundings. The most frequent technique used in Brazil is hunting with dogs (ROSA; WALLAU; PEDROSA, 2018), however only two PAs reported using dogs. In Brazil, poisons are not allowed, and hunting with dogs within PAs is discouraged due to the lack of regulations for dog training and animal right laws (BRASIL, 2017).

Corn was the main bait, in accordance to procedures adopted in other countries since it proved to be effective (WEST; COOPER; ARMSTRONG, 2009). However, there are reports that, depending on the region, corn may not be attractive due to more valuable resources available (HYGNSTROM et al., 2014; WEST; COOPER; ARMSTRONG, 2009). This may happen, for example, in south Brazilian highland forests with abundant *Araucaria angustifolia* seeds, a resource highly consumed by wildboars during winter months (CERVO; GUADAGNIN, 2020). Ideally, bait selection (single species or multispecies) should be locally tested before starting control campaigns (BALLARI et al., 2015).

The destination of the carcasses follows the national legislation, exempting the PAs from possible complications (IBAMA, 2020). The monitoring of diseases could be further encouraged since the wild boar is a species known to be a reservoir of multiple farm animal and human diseases (KMETIUK et al., 2019; MACIEL et al., 2018).

Despite the effort to obtain contact information all PAs, only 34% were accessible, with a return rate of 55.7%. Our sample was highly representative of federal and state PAs but less is known from municipal or private PAs. Since these latter comprise the largest number of PAs and tend to be managed independently, one way to increase their protection or recovery

from wild boar invasions may be recognising them within multijurisdictional PA network action plans.

In general, we see that most PAs did not detect the species, which could be due to the actual absence of individuals or the lack of human resources to survey the areas. Since the species is still expanding, we believe that some PAs may not have been detected yet due to the presence of a few individuals. We see that management is carried out at the federal and state levels, using similar techniques but with different materials, which can affect the effectiveness of actions. Another point is that management campaigns where some carry out continuous management throughout the year and others punctually. This is a possible reflection of the lack of an adaptive management plan with well-defined objectives and goals. This does not detract from the merits of the initiatives, however it is not effective in terms of population control. Thus, an organisation of environmental agencies is necessary to assist environmental managers in the creation of well-defined plans that go in the direction of the national plan.

### **Bibliography**

ALLENDORF, F. W.; LUNDQUIST, L. L. Introduction: Population Biology, Evolution, and Control of Invasive Species. **Conservation Biology**, v. 17, n. 1, p. 24–30, 2003.

AMENDOLIA, S. et al. Seasonal spatial ecology of the wild boar in a peri-urban area. **Mammal Research**, v. 64, n. 3, p. 387–396, 1 jul. 2019.

ANDREU, J.; VILÀ, M.; HULME, P. E. An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. **Environmental Management**, v. 43, n. 6, p. 1244–1255, 1 jun. 2009.

APLET, G. H.; ANDERSON, S. J.; STONE, C. P. Association between feral pig disturbance and the composition of some alien plant assemblages in Hawaii Volcanoes National Park. **Vegetatio**, v. 95, n. 1, p. 55–62, 1 ago. 1991.

ARCHIBALD, J. L. et al. The relevance of social imaginaries to understand and manage biological invasions in southern Patagonia. **Biological Invasions**, v. 22, n. 11, p. 3307–3323, 1 nov. 2020.

BAARD, J. A. et al. Biological invasions in South African National Parks. **Bothalia - African Biodiversity & Conservation**, v. 47, n. 2, p. 1–12, 22 maio 2017.

BALLARI, S. A. et al. Diet of wild boar (*Sus scrofa*) in a protected area of Argentina: the importance of baiting. **Mammal Research**, v. 60, n. 1, p. 81–87, 1 jan. 2015.

BALLARI, S. A.; BARRIOS-GARCÍA, M. N. A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. **Mammal Review**, v. 44, n. 2, p. 124–134, 2014.

- BARETTA, D.; BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. SPE, p. 2683–2691, dez. 2008.
- BARRIOS-GARCIA, M. N.; BALLARI, S. A. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. **Biological Invasions**, v. 14, n. 11, p. 2283–2300, 1 nov. 2012.
- BCMFR. **Adaptive Management - Province of British Columbia**. Disponível em: <<https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/natural-resource-stewardship/land-based-investment/forests-for-tomorrow/adaptive-management>>. Acesso em: 7 dez. 2022.
- BEEVER, E. A. et al. Social–ecological mismatches create conservation challenges in introduced species management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 17, n. 2, p. 117–125, 2019.
- BELLARD, C.; CASSEY, P.; BLACKBURN, T. M. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biology Letters**, v. 12, n. 2, p. 20150623, 29 fev. 2016.
- BENNETT, N. J. Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management. **Conservation Biology**, v. 30, n. 3, p. 582–592, 2016.
- BERTO, D.; CAROLINA, A. Padrão de atividade temporal de pequenos mamíferos não voadores em floresta ombrófila mista nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. 2012.
- BIEBER, C.; RUF, T. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 6, p. 1203–1213, 2005.
- BLACKBURN, T. M. et al. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 26, n. 7, p. 333–339, 1 jul. 2011.
- BOELTER, C. R.; ZARTMAN, C. E.; FONSECA, C. R. Exotic tree monocultures play a limited role in the conservation of Atlantic Forest epiphytes. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 6, p. 1255–1272, 1 jun. 2011.
- BONESSO, A.; SCHMIDT, I. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. 17 set. 2013.
- BRADSHAW, C. J. A. et al. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. **Nature Communications**, v. 7, n. 1, p. 12986, 4 out. 2016.
- BRASIL, P. J. **Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil**. , 2017.
- BROCARD, C. R.; PEDROSA, F.; GALETTI, M. Forest fragmentation and selective logging affect the seed survival and recruitment of a relictual conifer. **Forest Ecology and Management**, v. 408, p. 87–93, 15 jan. 2018.
- BROCARD, C. R. [UNESP. Defaunação e fragmentação florestal na Mata Atlântica Subtropical e suas consequências para a regeneração de *Araucaria angustifolia*. 13 jun. 2017.
- BURGMAN, M. A. Flaws in Subjective Assessments of Ecological Risks and Means for Correcting Them. **Australian Journal of Environmental Management**, v. 8, n. 4, p. 219–226, 1 jan. 2001.

- BURNS, K. C. A Theory of Island Biogeography for Exotic Species. **The American Naturalist**, v. 186, n. 4, p. 441–451, out. 2015.
- BUTCHART, S. H. M. et al. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. **Science**, v. 328, n. 5982, p. 1164–1168, 28 maio 2010.
- BÜYÜKTAHTAKIN, İ. E.; HAIGHT, R. G. A review of operations research models in invasive species management: state of the art, challenges, and future directions. **Annals of Operations Research**, v. 271, n. 2, p. 357–403, 1 dez. 2018.
- CARUSO, N. et al. Summer habitat use and activity patterns of wild boar *Sus scrofa* in rangelands of central Argentina. **PLOS ONE**, v. 13, n. 10, p. e0206513, 24 out. 2018.
- CASSANA, F. F. et al. Effects of soil water availability on foliar water uptake of *Araucaria angustifolia*. **Plant and Soil**, v. 399, n. 1, p. 147–157, 1 fev. 2016.
- CASTILHO, L. C. et al. Attitudes and Behaviors of Rural Residents Toward Different Motivations for Hunting and Deforestation in Protected Areas of the Northeastern Atlantic Forest, Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 11, p. 1940082917753507, 1 jan. 2018.
- CERVO, I. B.; GUADAGNIN, D. L. Wild boar diet and its implications on agriculture and biodiversity in Brazilian forest–grassland ecoregions. **Animal Biodiversity and Conservation**, p. 123–136, jun. 2020.
- CHALMERS, I. The Cochrane Collaboration: Preparing, Maintaining, and Disseminating Systematic Reviews of the Effects of Health Care. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 703, n. 1, p. 156–165, 1993.
- CHOQUENOT, D.; KILGOUR, R. J.; LUKINS, B. S. An evaluation of feral pig trapping. **Wildlife Research**, v. 20, n. 1, p. 15–21, 1993.
- CHUONG, J. et al. Cattle as Dispersal Vectors of Invasive and Introduced Plants in a California Annual Grassland. **Rangeland Ecology & Management**, v. 69, n. 1, p. 52–58, 1 jan. 2016.
- COBLENTZ, B. E.; BABER, D. W. Biology and Control of Feral Pigs on Isla Santiago, Galapagos, Ecuador. **Journal of Applied Ecology**, v. 24, n. 2, p. 403–418, 1987.
- COELHO, R. et al. **Controle de porcos ferais – Javalis, Construção de jaula curral modelo Pampa, Guia para o Produtor Rural**. [s.l.] Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente., 2018.
- COLAUTTI, R. I.; MACISAAC, H. I. A neutral terminology to define “invasive” species. **Diversity and Distributions**, v. 10, n. 2, p. 135–141, 2004.
- COLE, R. J.; LITTON, C. M. Vegetation response to removal of non-native feral pigs from Hawaiian tropical montane wet forest. **Biological Invasions**, v. 16, n. 1, p. 125–140, 1 jan. 2014.
- CONROY, M. J. et al. Conservation in the face of climate change: The roles of alternative models, monitoring, and adaptation in confronting and reducing uncertainty. **Biological Conservation**, Adaptive management for biodiversity conservation in an uncertain world. v. 144, n. 4, p. 1204–1213, 1 abr. 2011.

- COOK, C. N.; POSSINGHAM, H. P.; FULLER, R. A. Contribution of Systematic Reviews to Management Decisions. **Conservation Biology**, v. 27, n. 5, p. 902–915, 2013.
- COURCHAMP, F.; CHAPUIS, J.-L.; PASCAL, M. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. **Biological Reviews**, v. 78, n. 3, p. 347–383, 2003.
- CRONK, Q. C. B.; FULLER, J. L. **Plant Invaders**. London: Chapman & Hall, 1995.
- CRUZ, F. et al. Conservation action in the Galàpagos: feral pig (*Sus scrofa*) eradication from Santiago Island. **Biological Conservation**, v. 121, n. 3, p. 473–478, 1 fev. 2005.
- CUEVAS, M. F. et al. Effects of wild boar disturbance on vegetation and soil properties in the Monte Desert, Argentina. **Mammalian Biology**, v. 77, n. 4, p. 299–306, 1 jul. 2012.
- CUSHMAN, J. H.; TIERNEY, T. A.; HINDS, J. M. Variable Effects of Feral Pig Disturbances on Native and Exotic Plants in a California Grassland. **Ecological Applications**, v. 14, n. 6, p. 1746–1756, 2004.
- CUTINI, A. et al. Mast seeding in deciduous forests of the northern Apennines (Italy) and its influence on wild boar population dynamics. **Annals of Forest Science**, v. 70, n. 5, p. 493–502, 1 jul. 2013.
- DARRIGRAN, G.; DRAGO, I. E. **Distribuição de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), em la Cuenca Del Plata. Region Neotropical. Medio Ambiente Ambientes Aquaticos**, 2000.
- DE POORTER, M. **Invasive alien species and protected areas: a scoping report. Part 1. Scoping the scale and nature of invasive alien species threats to protected areas, impediments to invasive alien species management and means to address those impediments**. Global Invasive Species Programme, , 2007.
- DE SOUZA, J. B.; ALVES, R. R. N. Hunting and Wildlife use in an Atlantic Forest Remnant of Northeastern Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 1, p. 145–160, 1 mar. 2014.
- DEBERDT, A. J.; SCHERER, S. B. The wild boar: occurrence and management of the species in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 101–114, 2007.
- DÉNES, F. V. et al. Combined impacts of multiple non-native mammals on two life stages of a critically endangered Neotropical tree. **Biological Invasions**, v. 20, n. 11, p. 3055–3068, 1 nov. 2018.
- DI CASTRI, F. History of biological invasions with special emphasis on the Old World. Em: **Biological invasions: a global perspective**. [s.l: s.n.]. p. 1–30.
- DIGENNARO, B. et al. Using Conceptual Models and Decision-Support Tools to Guide Ecosystem Restoration Planning and Adaptive Management: An Example from the Sacramento–San Joaquin Delta, California. **San Francisco Estuary and Watershed Science**, v. 10, n. 3, 22 out. 2012.
- DOS REIS, M. S.; LADIO, A.; PERONI, N. Landscapes with Araucaria in South America: evidence for a cultural dimension. **Ecology and Society**, v. 19, n. 2, 2014.
- DOVRAT, G.; PEREVOLOTSKY, A.; NE'EMAN, G. Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. **Journal of Arid Environments**, v. 78, p. 49–54, 1 mar. 2012.

- DUARTE, L. DA S.; DILLENBURG, L. R. Ecophysiological responses of *Araucaria angustifolia* seedlings to different irradiance levels. **Australian Journal of Botany**, v. 48, n. 4, p. 531–537, 2000.
- DUDLEY, N.; STOLTON, S. **Arguments for Protected Areas: Multiple Benefits for Conservation and Use**. [s.l.] Routledge, 2010.
- EGGER, M.; HIGGINS, J. P. T.; SMITH, G. D. **Systematic Reviews in Health Research: Meta-Analysis in Context**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2022.
- FARIA, L. et al. Invasive species policy in Brazil: a review and critical analysis. **Environmental Conservation**, p. 1–6, 16 nov. 2022.
- FAZEY, I. et al. Can methods applied in medicine be used to summarize and disseminate conservation research? **Environmental Conservation**, v. 31, n. 3, p. 190–198, set. 2004.
- FERRARO, P. J.; PATTANAYAK, S. K. Money for Nothing? A Call for Empirical Evaluation of Biodiversity Conservation Investments. **PLOS Biology**, v. 4, n. 4, p. e105, 11 abr. 2006.
- FONSECA, C. R. **Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável**. [s.l.] Holos Editora, 2009.
- FOXCROFT, L. C. An Adaptive Management Framework for Linking Science and Management of Invasive Alien Plants. **Weed Technology**, v. 18, p. 1275–1277, 2004.
- FOXCROFT, L. C. et al. Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. **Biological Invasions**, v. 19, n. 5, p. 1353–1378, 1 maio 2017a.
- FOXCROFT, L. C. et al. Erratum to: Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. **Biological Invasions**, v. 19, n. 8, p. 2503–2505, 1 ago. 2017b.
- FOXCROFT, L. C.; MCGEOCH, M. Implementing invasive species management in an adaptive management framework. **Koedoe : African Protected Area Conservation and Science**, v. 53, n. 2, p. 1–11, jan. 2011.
- FRYXELL, J. M.; SINCLAIR, A. R. E.; CAUGHLEY, G. **Wildlife Ecology, Conservation, and Management**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2014.
- GALETTI, M. et al. Diet Overlap and Foraging Activity between Feral Pigs and Native Peccaries in the Pantanal. **PLOS ONE**, v. 10, n. 11, p. e0141459, 4 nov. 2015.
- GALIANO, D. Dinâmica populacional e efeitos de variáveis ambientais sobre a fauna de pequenos mamíferos em um fragmento de floresta com araucária no sul do Brasil. 2010.
- GALLARDO, B. et al. Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. **Global Change Biology**, v. 23, n. 12, p. 5331–5343, 2017.
- GAMELON, M. et al. Reproductive allocation in pulsed-resource environments: a comparative study in two populations of wild boar. **Oecologia**, v. 183, n. 4, p. 1065–1076, 1 abr. 2017.
- GATES, S. Review of methodology of quantitative reviews using meta-analysis in ecology. **Journal of Animal Ecology**, v. 71, n. 4, p. 547–557, 2002.

- GEISSER, H.; REYER, H.-U. Efficacy of Hunting, Feeding, and Fencing to Reduce Crop Damage by Wild Boars. **The Journal of Wildlife Management**, v. 68, n. 4, p. 939–946, 2004.
- GENOVESI, P.; MONACO, A. Guidelines for Addressing Invasive Species in Protected Areas. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 487–506.
- GENTILE, J. H. et al. Ecological conceptual models: a framework and case study on ecosystem management for South Florida sustainability. **Science of The Total Environment**, Toxicology and Risk Assessment Approaches. v. 274, n. 1, p. 231–253, 2 jul. 2001.
- GEORGES, A.; HONE, L. J.; NORRIS, R. H. Applied Ecology. Em: JØRGENSEN, S. E.; FATH, B. D. (Eds.). **Encyclopedia of Ecology**. Oxford: Academic Press, 2008. p. 227–232.
- GÜRTLER, R. E. et al. Differential long-term impacts of a management control program of axis deer and wild boar in a protected area of north-eastern Argentina. **Biological Invasions**, v. 20, n. 6, p. 1431–1447, 1 jun. 2018.
- HANSON, L. B. et al. Effect of experimental manipulation on survival and recruitment of feral pigs. **Wildlife Research**, v. 36, n. 3, p. 185–191, 15 abr. 2009.
- HEBERT, P. D. N. et al. Demography and ecological impacts of the invading mollusc *Dreissena polymorpha*. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, n. FEBRUARY, p. 405–409, 1991.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Wild pig (*Sus scrofa* L.) occupancy patterns in the Brazilian Atlantic forest. **Biota Neotropica**, v. 19, 15 ago. 2019a.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Is the wild pig the real “big bad wolf”? Negative effects of wild pig on Atlantic Forest mammals. **Biological Invasions**, v. 21, n. 12, p. 3561–3574, 1 dez. 2019b.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Invasion and spatial distribution of wild pigs (*Sus scrofa* L.) in Brazil. **Biological Invasions**, 21 jul. 2022.
- HEGEL, C. G. Z.; MARINI, M. Â. Impact of the wild boar, *Sus scrofa*, on a fragment of Brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 8, n. 1, p. 17–24, 4 fev. 2013.
- HEINKEN, T. et al. Dispersal of vascular plants by four species of wild mammals in a deciduous forest in NE Germany. **Phytocoenologia**, p. 627–643, 9 dez. 2002.
- HESS, A. F. F. et al. FOREST MANAGEMENT FOR THE CONSERVATION OF *Araucaria angustifolia* IN SOUTHERN BRAZIL. **FLORESTA**, v. 48, n. 3, p. 373–382, 14 jun. 2018.
- HESTER, A. et al. Impacts of large herbivores on plant community structure and dynamics, pages 97–141. **Large Herbivore Ecology and Ecosystem Dynamics**, 25 maio 2006.
- HIGGINS, J. P. T. et al. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2019.
- HILLEBRAND, H.; GUREVITCH, J. Meta-Analysis and Systematic Reviews in Ecology. Em: **eLS**. [s.l.] John Wiley & Sons, Ltd, 2016. p. 1–11.

- HOLWAY, D. A.; SUAREZ, A. V. Animal behavior: an essential component of invasion biology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 8, p. 328–330, 1 ago. 1999.
- HORČIČKOVÁ, E.; BRŮNA, J.; VOJTA, J. Wild boar (*Sus scrofa*) increases species diversity of semidry grassland: Field experiment with simulated soil disturbances. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 5, p. 2765–2774, 2019.
- HURYN, A. D. Ecosystem-level evidence for top-down and bottom-up control of production in a grassland stream system. **Oecologia**, v. 115, n. 1–2, p. 173–183, 1998.
- HYGNSTROM, S. E. et al. Prevention and Control of Wildlife Damage, 5th Edition. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 26, n. 26, 2014.
- IBAMA. **Manual de boas práticas para o controle de javali**. Brasília, DF: Grazielle Oliveira Batista, 2020.
- ICKES, K.; DEWALT, S. J.; APPANAH, S. Effects of Native Pigs (*Sus scrofa*) on Woody Understorey Vegetation in a Malaysian Lowland Rain Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 2, p. 191–206, 2001.
- IOB, G.; VIEIRA, E. M. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian Araucaria Forest: influence of deposition site and comparative role of small and ‘large’ mammals. **Plant Ecology**, v. 198, n. 2, p. 185–196, 1 out. 2008.
- IUCN. **Araucaria angustifolia: Thomas, P.: The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T32975A2829141**. International Union for Conservation of Nature, , 16 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/32975/0>>. Acesso em: 23 nov. 2022
- JAUREGUIBERRY, P. et al. The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. **Science Advances**, v. 8, n. 45, p. eabm9982, 9 nov. 2022.
- JOHNSON, P. T. J. et al. Interactions among invaders: community and ecosystem effects of multiple invasive species in an experimental aquatic system. **Oecologia**, v. 159, n. 1, p. 161–170, 1 fev. 2009.
- JONES, B. A. Invasive Species Impacts on Human Well-being Using the Life Satisfaction Index. **Ecological Economics**, v. 134, p. 250–257, 1 abr. 2017.
- JORI, F. et al. 8. Management of wild boar populations in the European Union before and during the ASF crisis. Em: **Understanding and combatting African Swine Fever**. [s.l.] Wageningen Academic Publishers, 2021. p. 197–228.
- KÄFFER, M. I.; GANADE, G.; MARCELLI, M. P. Lichen diversity and composition in Araucaria forests and tree monocultures in southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 13, p. 3543, 4 jun. 2009.
- KATSANEVAKIS, S. et al. Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: A pan-European review. **Aquatic Invasions**, v. 9, n. 4, p. 391–423, 2014.
- KEITER, D. A.; BEASLEY, J. C. Hog Heaven? Challenges of Managing Introduced Wild Pigs in Natural Areas. **Natural Areas Journal**, v. 37, n. 1, p. 6–16, jan. 2017.



- KETTERL, J. et al. Spectrum of Ants Associated with Araucaria angustifolia Trees and Their Relations to Hemipteran Trophobionts. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 38, n. 3, p. 199–206, 1 dez. 2003.
- KEULING, O.; STIER, N.; ROTH, M. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 729–737, 1 out. 2008.
- KEULING, O.; STRAUSS, E.; SIEBERT, U. Regulating wild boar populations is “somebody else’s problem”! - Human dimension in wild boar management. **Science of The Total Environment**, v. 554–555, p. 311–319, 1 jun. 2016.
- KEULING, O.; STRAUSS, E.; SIEBERT, U. How Do Hunters Hunt Wild Boar? Survey on Wild Boar Hunting Methods in the Federal State of Lower Saxony. **Animals**, v. 11, n. 9, p. 2658, set. 2021.
- KIRINGE, J. W.; OKELLO, M. M.; EKAJUL, S. W. Managers’ perceptions of threats to the protected areas of Kenya: prioritization for effective management. **Oryx**, v. 41, n. 3, p. 314–321, jul. 2007.
- KLINGER, T.; PADILLA, D. K.; BRITTON-SIMMONS, K. Two invaders achieve higher densities in reserves. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 16, n. 3, p. 301, 2006.
- KMETIUK, L. B. et al. Ticks and serosurvey of anti-Rickettsia spp. antibodies in wild boars (*Sus scrofa*), hunting dogs and hunters of Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 5, p. e0007405, 30 maio 2019.
- KUMSCHICK, S. et al. Ecological Impacts of Alien Species: Quantification, Scope, Caveats, and Recommendations. **BioScience**, v. 65, n. 1, p. 55–63, 1 jan. 2015.
- LARSON, D. L. et al. A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 1, p. 14–22, 1 jan. 2011.
- LAURANCE, W. F. et al. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. **Nature**, v. 489, n. 7415, p. 290–294, set. 2012.
- LEAL, M. S. et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 1, p. 146–155, fev. 2017.
- LEÃO, T. C. et al. Espécies exóticas invasoras no Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. **Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE**, v. 99, 2011.
- LEITE, P.; KLEIN, R. Vegetação. Em: **Geografia do Brasil -- Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 2p. 113–150.
- LENNOX, R. et al. Improving science-based invasive species management with physiological knowledge, concepts, and tools. **Biological Invasions**, v. 17, n. 8, p. 2213–2227, 1 ago. 2015.
- LEUNG, B. et al. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 269, n. 1508, p. 2407–2413, 7 dez. 2002.

- LINKOV, I. et al. From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: Recent developments and applications. **Environment International**, Environmental Risk Management - the State of the Art. v. 32, n. 8, p. 1072–1093, 1 dez. 2006.
- LOCKWOOD, J. L.; HOOPEES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion ecology**. 2. ed. [s.l.] Wiley-Blackwell, 2013a.
- LOCKWOOD, J. L.; HOOPEES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion Ecology**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013b.
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. Brasil: Universidade Federal do Paraná, 1980.
- MAČIĆ, V. et al. Biological Invasions in Conservation Planning: A Global Systematic Review. **Frontiers in Marine Science**, v. 5, 2018.
- MACIEL, A. L. G. et al. Tuberculosis in Southern Brazilian wild boars (*Sus scrofa*): First epidemiological findings. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 65, n. 2, p. 518–526, 2018.
- MARBUAH, G.; GREN, I.-M.; MCKIE, B. Economics of Harmful Invasive Species: A Review. **Diversity**, v. 6, n. 3, p. 500–523, set. 2014.
- MARCHIORO, C. A.; SANTOS, K. L.; SIMINSKI, A. Present and future of the critically endangered *Araucaria angustifolia* due to climate change and habitat loss. **Forestry: An International Journal of Forest Research**, v. 93, n. 3, p. 401–410, 14 maio 2020.
- MARGOLUIS, R. et al. Using conceptual models as a planning and evaluation tool in conservation. **Evaluation and Program Planning**, v. 32, n. 2, p. 138–147, 1 maio 2009.
- MASSEI, G.; ROY, S.; BUNTING, R. Too many hogs?: A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. **Human-Wildlife Interactions**, v. 5, n. 1, p. 79–99, 2011.
- MCCANN, B. E.; GARCELON, D. K. Eradication of Feral Pigs From Pinnacles National Monument. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 6, p. 1287–1295, 2008.
- MCILROY, J. C.; SAILLARD, R. J. The Effect of Hunting With Dogs on the Numbers and Movements of Feral Pigs, *Sus-Scrofa*, and the Subsequent Success of Poisoning Exercises in Namadgi-National-Park, Act. **Wildlife Research**, v. 16, n. 3, p. 353–363, 1989.
- MECKE, R.; GALILEO, M. H. M. A review of the weevil fauna (Coleoptera, Curculionoidea) of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae) in South Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 505–513, set. 2004.
- MEDINA, M. et al. Native tree regeneration in native tree plantations: understanding the contribution of *Araucaria angustifolia* to biodiversity conservation in the threatened Atlantic Forest in Argentina. **Austral Ecology**, v. 45, n. 2, p. 229–239, 2020.
- MILLS, M. D.; RADER, R. B.; BELK, M. C. Complex interactions between native and invasive fish: the simultaneous effects of multiple negative interactions. **Oecologia**, v. 141, n. 4, p. 713–721, 1 dez. 2004.
- MIRANDA, R. J. et al. Brazil policy invites marine invasive species. **Science**, v. 368, n. 6490, p. 481–481, maio 2020.

MONTALTO, L.; DE DRAGO, I. E. Tolerance to desiccation of an invasive mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae), under experimental conditions. **Hydrobiologia**, v. 498, p. 161–167, 2003.

MOONEY, H. A. et al. **Invasive Alien Species: A New Synthesis**. [s.l.] Island Press, 2005.

MORAIS, T. A. et al. Factors affecting space use by wild boars (*Sus scrofa*) in high-elevation tropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, v. 97, n. 11, p. 971–978, nov. 2019.

MÓSENA, M.; DILLENBURG, L. R. Early growth of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*[Bertol.] Kuntze) in response to soil compaction and drought. **Plant and Soil**, v. 258, n. 1, p. 293–306, 1 jan. 2004.

MULROW, C. D. Systematic Reviews: Rationale for systematic reviews. **BMJ**, v. 309, n. 6954, p. 597–599, 3 set. 1994.

NEWTON, A. C. et al. Bayesian Belief Networks as a tool for evidence-based conservation management. **Journal for Nature Conservation**, v. 15, n. 2, p. 144–160, 13 jul. 2007.

NUÑEZ, M. A. et al. Exotic Mammals Disperse Exotic Fungi That Promote Invasion by Exotic Trees. **PLOS ONE**, v. 8, n. 6, p. e66832, 24 jun. 2013.

OGDEN, N. H. et al. Emerging infectious diseases and biological invasions: a call for a One Health collaboration in science and management. **Royal Society Open Science**, v. 6, n. 3, p. 181577, 13 mar. 2019.

OLIVEIRA, Ê. S. DE et al. Who's afraid of the big bad boar? Assessing the effect of wild boar presence on the occurrence and activity patterns of other mammals. **PLOS ONE**, v. 15, n. 7, p. e0235312, 14 jul. 2020.

ORCHAN, Y. et al. The complex interaction network among multiple invasive bird species in a cavity-nesting community. **Biological Invasions**, v. 15, n. 2, p. 429–445, 1 fev. 2013.

ORROCK, J. L.; DANIELSON, B. J. Rodents balancing a variety of risks: Invasive fire ants and indirect and direct indicators of predation risk. **Oecologia**, v. 140, n. 4, p. 662–667, 2004.

OWENS, P. N. Adaptive management frameworks for natural resource management at the landscape scale: implications and applications for sediment resources. **Journal of Soils and Sediments**, v. 9, n. 6, p. 578–593, 1 dez. 2009.

PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. DOS. Regeneração de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Revista Árvore**, v. 35, p. 1107–1119, out. 2011.

PARKES, J. P. et al. Rapid eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) from Santa Cruz Island, California. **Biological Conservation**, v. 143, n. 3, p. 634–641, 1 mar. 2010.

PEDROSA, F. et al. Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 1, p. 84–87, 1 jan. 2015.

PEREIRA, J. DE M. et al. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-068320130003000003&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-068320130003000003&lng=en&nrm=iso&tlng=en). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 572–586, jun. 2013.

- PÉREZ CARUSI, L. C. et al. Relaciones espaciales y numéricas entre venados de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*) y chanchos cimarrones (*Sus scrofa*) en el Refugio de Vida Silvestre Bahía Samborombón, Argentina. **Ecología austral**, v. 19, n. 1, p. 63–71, abr. 2009.
- PESCADOR, M. et al. Expansion of the introduced Wild Boar (*Sus scrofa*) in the Andean region, Argentinean Patagonia. **Galemys**, v. 21, p. 121–132, 1 jan. 2009.
- PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological Economics**, Integrating Ecology and Economics in Control Bioinvasions. v. 52, n. 3, p. 273–288, 15 fev. 2005.
- PRESTES, N.; MARTINEZ, J.; KILPP, J. Consumo das sementes de *Araucaria angustifolia* por *Amazona pretrei* e *Amazona vinacea* em programa de conservação ex situ. **Ornithologia**, v. 6, p. 121–127, 1 set. 2014.
- PULLIN, A. S. et al. Do conservation managers use scientific evidence to support their decision-making? **Biological Conservation**, v. 119, n. 2, p. 245–252, 1 set. 2004.
- PULLIN, A. S.; KNIGHT, T. M. Effectiveness in Conservation Practice: Pointers from Medicine and Public Health. **Conservation Biology**, v. 15, n. 1, p. 50–54, 2001.
- PULLIN, A. S.; KNIGHT, T. M. Assessing Conservation Management's Evidence Base: a Survey of Management-Plan Compilers in the United Kingdom and Australia. **Conservation Biology**, v. 19, n. 6, p. 1989–1996, 2005.
- PULLIN, A. S.; STEWART, G. B. Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p. 1647–1656, 2006.
- PYŠEK, P. et al. Plant Invasions of Protected Areas in Europe: An Old Continent Facing New Problems. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 209–240.
- PYŠEK, P. et al. Scientists' warning on invasive alien species. **Biological Reviews**, v. 95, n. 6, p. 1511–1534, 2020.
- PYŠEK, P.; RICHARDSON, D. M. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 35, n. 1, p. 25–55, 2010.
- REASER, J. K. et al. The early detection of and rapid response (EDRR) to invasive species: a conceptual framework and federal capacities assessment. **Biological Invasions**, v. 22, n. 1, p. 1–19, 1 jan. 2020.
- REN, J. et al. An invasive species erodes the performance of coastal wetland protected areas. **Science Advances**, v. 7, n. 42, p. eabi8943, 13 out. 2021.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Conservation Issues in the Brazilian Atlantic Forest. v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 1 jun. 2009.
- RICCIARDI, A. Predicting the impacts of an introduced species from its invasion history: An empirical approach applied to zebra mussel invasions. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 6, p. 972–981, 2003.

- RICCIARDI, A. et al. Progress toward understanding the ecological impacts of nonnative species. **Ecological Monographs**, v. 83, n. 3, p. 263–282, 2013.
- RICCIARDI, A.; RYAN, R. The exponential growth of invasive species denialism. **Biological Invasions**, v. 20, n. 3, p. 549–553, 1 mar. 2018.
- RISCH, D. R.; RINGMA, J.; PRICE, M. R. The global impact of wild pigs (*Sus scrofa*) on terrestrial biodiversity. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 13256, 24 jun. 2021.
- ROBERTS, P. D.; PULLIN, A. S. The effectiveness of management options used for the control of *Spartina* species. **Systematic Review**, v. 22, 2006.
- ROBERTS, P. D.; STEWART, G. B.; PULLIN, A. S. Are review articles a reliable source of evidence to support conservation and environmental management? A comparison with medicine. **Biological Conservation**, v. 132, n. 4, p. 409–423, 1 out. 2006.
- ROBERTSON, P. A. et al. Towards the European eradication of the North American ruddy duck. **Biological Invasions**, v. 17, n. 1, p. 9–12, 1 jan. 2015.
- ROSA, C. et al. Seed removal of *Araucaria angustifolia* by native and invasive mammals in protected areas of Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 1, 2021.
- ROSA, C. A. D.; WALLAU, M. O.; PEDROSA, F. Hunting as the main technique used to control wild pigs in Brazil. **Wildlife Society Bulletin**, v. 42, n. 1, p. 111–118, 2018.
- ROSA, C. A. DA; PINTO, I. A.; JARDIM, N. S. **Controle do javali na Serra da Mantiqueira: um estudo de caso no Parque Nacional do Itatiaia e RPPN Alto-Montana . Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 285–303, 3 jun. 2018.
- ROUT, T. M.; MOORE, J. L.; MCCARTHY, M. A. Prevent, search or destroy? A partially observable model for invasive species management. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 3, p. 804–813, 2014.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian Protected Areas. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 612–618, 2005.
- S, G. et al. Management priorities for marine invasive species. **The Science of the total environment**, v. 688, 20 out. 2019.
- SALAFSKY, N. et al. Improving the Practice of Conservation: a Conceptual Framework and Research Agenda for Conservation Science. **Conservation Biology**, v. 16, n. 6, p. 1469–1479, 2002.
- SALVADOR, C. **Ecologia e manejo de javali (*Sus scrofa* L.) na América do Sul [Ecology and management of Eurasian wild boar (*Sus scrofa* L.) in South America]**. [s.l: s.n.].
- SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 2, p. 32–49, 2013.
- SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. DE S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de floresta ombrófila mista. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1035–1046, dez. 2007.

- SANGUINETTI, J.; KITZBERGER, T. Factors controlling seed predation by rodents and non-native *Sus scrofa* in *Araucaria araucana* forests: potential effects on seedling establishment. **Biological Invasions**, v. 12, n. 3, p. 689–706, 1 mar. 2010.
- SCHINDLER, D. E.; KNAPP, R. A.; LEAVITT, P. R. **Alteration of nutrient cycles and algal production resulting from fish introductions into Mountain Lakes**. *Ecosystems*, 2001.
- SCHMIDT, M. et al. Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part I: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). **European Journal of Forest Research**, v. 123, n. 2, p. 167–176, 1 set. 2004.
- SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. INFLUÊNCIA DO PISOTEIO DE BOVINOS EM ÁREAS FLORESTAIS. **FLORESTA**, v. 9, n. 1, 1978.
- SEGAN, D. B. et al. Using Conservation Evidence to Guide Management. **Conservation Biology**, v. 25, n. 1, p. 200–202, 2011.
- SHABECOFF, P. **Earth Rising: American Environmentalism in the 21st Century**. [s.l.] Island Press, 2000.
- SIEMANN, E. et al. Experimental test of the impacts of feral hogs on forest dynamics and processes in the southeastern US. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 5, p. 546–553, 20 ago. 2009.
- SILVEIRA, C.; RODRIGUES, G.; GUERRA, T. A coleta de pinhão na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS: uso potencial sustentável. **Revista Brasileira de Biociências**, p. 93–95, 2007.
- SIMBERLOFF, D. et al. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 1, p. 58–66, 1 jan. 2013.
- SIMON, K. S.; TOWNSEND, C. R. Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organisation, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 6, p. 982–994, 2003.
- SKEWES, O. et al. The European wild boar (*Sus scrofa*): a biological invader as a recent prey of the American puma (*Puma concolor*) in southern Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 85, n. 2, p. 227–232, 2012.
- SOARES, R. V. CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGENERAÇÃO NATURAL DA *Araucaria angustifolia*. **FLORESTA**, v. 10, n. 2, 1979.
- SPEAR, D. et al. Human population density explains alien species richness in protected areas. **Biological Conservation**, v. 159, p. 137–147, 1 mar. 2013.
- SUTHERLAND, W. J. et al. The need for evidence-based conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 6, p. 305–308, 1 jun. 2004.
- SUTHERLAND, W. J.; HILL, D. A. **Managing Habitats for Conservation**. [s.l.] Cambridge University Press, 1995.
- TIERNEY, T. A.; CUSHMAN, J. HALL. Temporal Changes in Native and Exotic Vegetation and Soil Characteristics following Disturbances by Feral Pigs in a California Grassland. **Biological Invasions**, v. 8, n. 5, p. 1073–1089, 1 jul. 2006.

TOUZOT, L. et al. How does increasing mast seeding frequency affect population dynamics of seed consumers? Wild boar as a case study. **Ecological Applications**, v. 30, n. 6, p. e02134, 2020.

TU, M.; ROBISON, R. A. Overcoming Barriers to the Prevention and Management of Alien Plant Invasions in Protected Areas: A Practical Approach. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 529–547.

VASCONCELOS, M. F. DE; D'ANGELO NETO, S. First assessment of the avifauna of Araucaria forests and other habitats from extreme southern Minas Gerais, Serra da Mantiqueira, Brazil, with notes on biogeography and conservation. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 49, p. 49–71, 2009.

VEITCH, C. R.; CLOUT, M. N. **Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species : Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives**. [s.l.] IUCN, 2002.

VERCAUTEREN, K. C. et al. **Invasive Wild Pigs in North America: Ecology, Impacts, and Management**. [s.l.] CRC Press, 2019.

VIEIRA, E.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*) Dispersal and predation of the Brazilian “pine” (*ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*) seeds. Em: **Floresta de Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto, SP, Brasil: Editora Holos, 2009. p. 85–95.

VILÀ, M. et al. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 8, n. 3, p. 135–144, 2010.

VILÀ, M.; HULME, P. E. **Impact of biological invasions on ecosystem services**. [s.l.] Springer, 2017. v. 12

WELTER, D. Uso do espaço por pequenos mamíferos não voadores em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. 2012.

WEST, B.; COOPER, A.; ARMSTRONG, J. Managing Wild Pigs: A Technical Guide. **Human–Wildlife Interactions Monographs**, 1 jan. 2009.

WILLIAMS, B. K. Passive and active adaptive management: Approaches and an example. **Journal of Environmental Management**, Adaptive management for Natural Resources. v. 92, n. 5, p. 1371–1378, 1 maio 2011.

WILLIAMSON, M. **Biological Invasions**. London: Springer Science & Business Media, 1996.

ZALBA, S.; ZILLER, S. R. Adaptive management of alien invasive species: putting the theory into practice. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 86–92, 2007.

ZAVALETA, E. et al. Enhancing the Engagement of U.S. Private Foundations with Conservation Science. **Conservation Biology**, v. 22, n. 6, p. 1477–1484, 2008.

ZENNI, R. D.; DE SÁ DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. **Biotemas**, v. 29, n. 1, p. 133–153, 2016.

ZILLER, S. R. et al. A priority-setting scheme for the management of invasive non-native species in protected areas. **NeoBiota**, v. 62, p. 591–606, 15 out. 2020.

ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. DE S. Plantas e vertebrados exóticos invasores em unidades de conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 4–31, 2013.

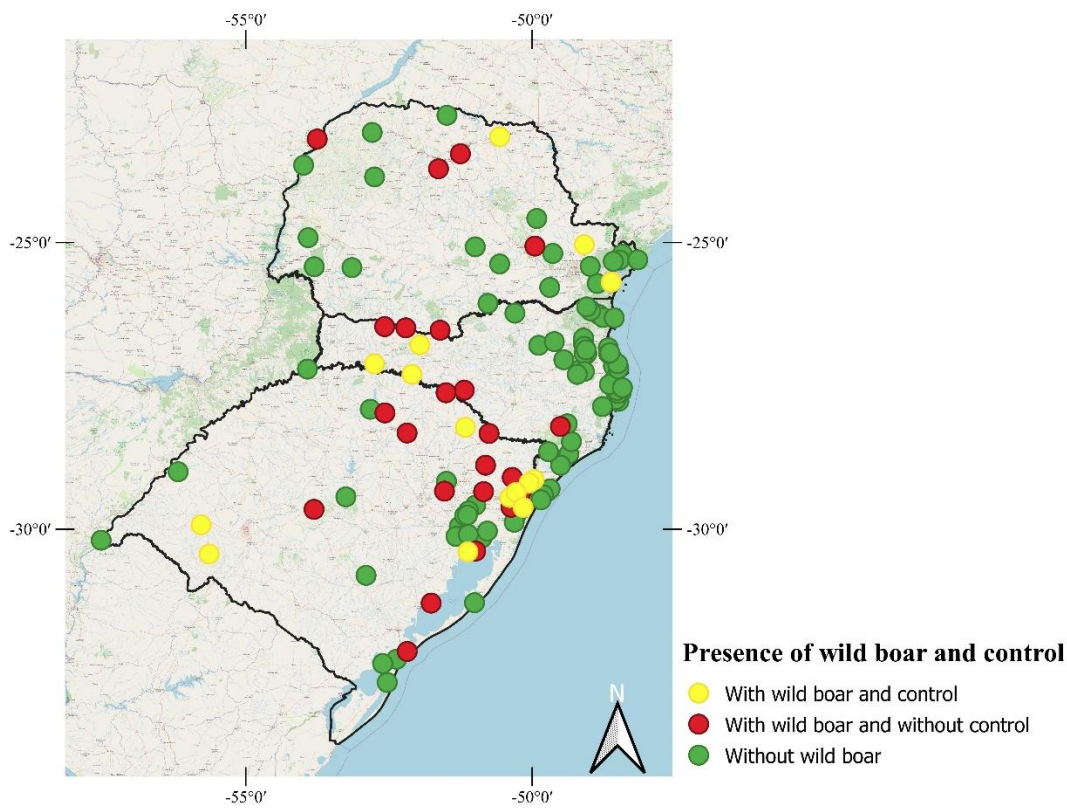


<b>First part questions</b>	<b>Total</b>	
Presence of wild boar		
Yes	38 (27.9%)	
No	98 (72.1%)	
Performed control actions		
Yes	14 (36.8%)	
No	24 (63.2%)	
Wild boar as a generator of negative effects		
With control actions	28,93% (SD 20,64)	
Without control actions	40,71% (SD 23,36)	
Wild boar as a generator of negative effects among invasive species		
With control actions	59,38% (SD 19,34)	
Without control actions	62,59% (SD 21,52)	
<b>Second part questions</b>	<b>Total</b>	<b>Exclusively</b>
Technical Support		
University	4	1
Government agencies	4	1
NGOs	2	2
Companies	0	
Others	4	2
Control technique		
Hunting	15	
Hunting with dogs	2	1
Hunting without dogs	7	
Stands	6	
Traps	16	
Corral	9	1
Cage	7	1
Fencing	3	
Others	2	1
Bait type		
Unspecified corn	6	4
Fermented corn	3	1
Dry corn	2	1
Corn cob	2	1
Domestic animal carcasses	1	
Sweet potato	1	
Leftover vegetables	1	
Coarse salt	2	
<b>Third part questions</b>	<b>Total</b>	<b>Exclusively</b>
Zoonosis monitoring		
Yes	5	
No	9	
Carcass destination		
Discarded	6	2
Donated	7	3

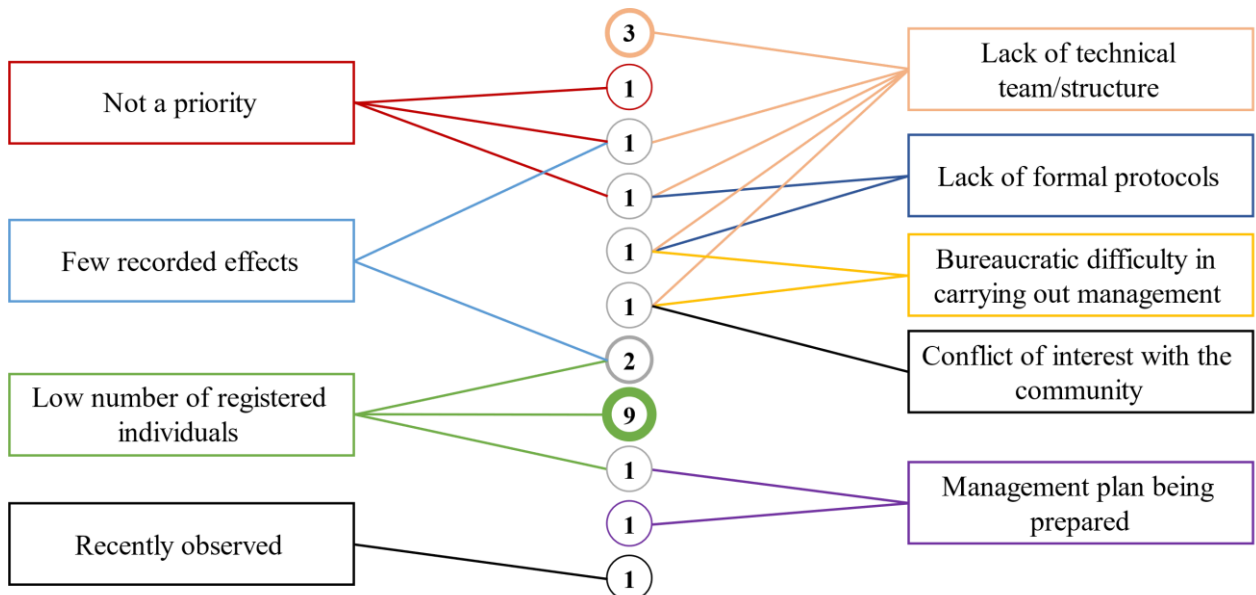
**Table 1.** Responses obtained in the questionnaire to the objective questions in the three parts of the questionnaire. Some of the respondents assigned only one choice within multiple-choice questions, which we highlighted in the column "Exclusively."

Year	RS			SC			PR		
	F	S	M	F	S	M	F	S	M
2005	1			1					
2006				1					
2007	5	1							
2008		1					1		
09/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	1	1							
2012			1						1
2013		1							
2014				2					
2015		2	2		1		1	2	
2016				1			1		
2017		1			2				
2018		1	1						
2019			1				1		
2020								1	
<b>WB/total</b>	7/10	10*/24	5/24	5/13	3/10	0/45	5*/17	3/11	1/6
No info.	-	-	15	2	-	20	1	57	104

**Table 2.** First record of wild boar in environmental protection areas. RS (Rio Grande do Sul), SC (Santa Carina), PR (Paraná). WB/Total refers to the number of positive responses out of the total responded. No info refers to units that did not respond to the questionnaire. The asterisk indicates protected areas where the date of the first sighting was not reported.



**Figure 1.** Presence and absence of wild boar and management campaigns in southern Brazil.



**Figure 2.** Grouping of PAs according to subgroups of justifications for not management wild boar. On the right are the subgroups related to Management Capacity and on the left are the subgroups related to Invasion Intensity. The number inside and the thickness of the sphere represent the number of PAs that used the justification. The PAs were only grouped if they used the same justifications.

*Supplementary material*

**Supplementary table 1.** List of protected areas identified in southern Brazil

<b>Protected Areas</b>	<b>Administrative sphere</b>	<b>State</b>
AEIT do Marumbi	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental do Rio Verde	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual da Escarpa Devoniana	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual da Serra da Esperança	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual de Guaraqueçaba	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual de Guaratuba	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual do Iraí	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual do Passaúna	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual do Pequeno	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental Estadual do Piraquara	Estadual	PR
Área de Relevante Interesse Ecológico de São Domingos	Estadual	PR
Área de Relevante Interesse Ecológico do Buriti	Estadual	PR
Área de Relevante Interesse Ecológico Serra do Tigre	Estadual	PR
Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro	Estadual	PR
Estação Ecológica de Guaraguaçu	Estadual	PR
Estação Ecológica do Caiuá	Estadual	PR
Estação Ecológica do Rio dos Touros	Estadual	PR
Estação Ecológica Ilha do Mel	Estadual	PR
Floresta Estadual Córrego da Biquinha	Estadual	PR
Floresta Estadual de Santana	Estadual	PR
Floresta Estadual do Palmito	Estadual	PR
Floresta Estadual do Passa Dois	Estadual	PR
Floresta Estadual Metropolitana	Estadual	PR
Horto Florestal de Mandaguari	Estadual	PR
Horto Florestal Geraldo Russi	Estadual	PR
Monumento Natural Gruta da Lancinha	Estadual	PR
Monumento Natural Salto São João	Estadual	PR
Parque Estadual da Cabeça do Cachorro	Estadual	PR
Parque Estadual da Graciosa	Estadual	PR
Parque Estadual da Ilha do Mel	Estadual	PR
Parque Estadual da Serra da Esperança	Estadual	PR
Parque Estadual das Lauráceas	Estadual	PR
Parque Estadual de Amaporã	Estadual	PR
Parque Estadual de Campinhos	Estadual	PR
Parque Estadual de Caxambu	Estadual	PR

Parque Estadual de Ibicatu	Estadual	PR
Parque Estadual de Ibiporã	Estadual	PR
Parque Estadual de Palmas	Estadual	PR
Parque Estadual de Santa Clara	Estadual	PR
Parque Estadual de São Camilo	Estadual	PR
Parque Estadual de Vila Velha	Estadual	PR
Parque Estadual do Boguaçu	Estadual	PR
Parque Estadual do Cerrado	Estadual	PR
Parque Estadual do Guartelá	Estadual	PR
Parque Estadual do Lago Azul	Estadual	PR
Parque Estadual do Monge	Estadual	PR
Parque Estadual do Penhasco Verde	Estadual	PR
Parque Estadual do Vale Do Codó	Estadual	PR
Parque Estadual João Paulo II	Estadual	PR
Parque Estadual Mata dos Godoy	Estadual	PR
Parque Estadual Mata São Francisco	Estadual	PR
Parque Estadual Pico do Marumbi	Estadual	PR
Parque Estadual Pico Paraná	Estadual	PR
Parque Estadual Prof. José Wachowicz	Estadual	PR
Parque Estadual Rio Guarani	Estadual	PR
Parque Estadual Roberto Ribas Lange	Estadual	PR
Parque Estadual Serra da Baitaca	Estadual	PR
Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo	Estadual	PR
Parque Estadual Vitório Piassa	Estadual	PR
Parque Florestal Estadual Córrego Maria Flora	Estadual	PR
Parque Florestal Rio da Onça	Estadual	PR
Refúgio da Vida Silvestre de Jacarezinho	Estadual	PR
Refúgio da Vida Silvestre do Pinhão	Estadual	PR
Reserva Biológica Estadual da Biodiversidade	Estadual	PR
Reserva Florestal de Figueira	Estadual	PR
Reserva Florestal do Saltinho	Estadual	PR
Reserva Florestal Secção Figueira e Saltinho	Estadual	PR
Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná	Federal	PR
Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba	Federal	PR
Área de Relevante Interesse Ecológico de Pinheiro e Pinheirinho	Federal	PR
Estação Ecológica de Guaraqueçaba	Federal	PR
Floresta Nacional de Assungui	Federal	PR
Floresta Nacional de Assungui	Federal	PR
Floresta Nacional de Irati	Federal	PR
Floresta Nacional de Piraí do Sul	Federal	PR
Parque Nacional de Ilha Grande	Federal	PR

Parque Nacional do Iguaçu	Federal	PR
Parque Nacional do Superagüi	Federal	PR
Parque Nacional dos Campos Gerais	Federal	PR
Parque Nacional Guaricana	Federal	PR
Parque Nacional Saint Hilaire-Lange	Federal	PR
Reserva Biológica Bom Jesus	Federal	PR
Área de Proteção Ambiental Interm. do Rio Xambre (Xambrê)	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Intermun. do Rio Xambre (Cafezal)	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Intermunicipal do Rio Xambre	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal Cidade Real de Guairá	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal de Alto Paraíso	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal de Altonia	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal de Guaíra	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal de Icaraíma	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal de São Jorge do Patrocínio	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal de Xambrê	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal de Xambrê (Chico Alves)	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal do Iguaçu	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal do Passauna	Municipal	PR
Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Velho	Municipal	PR
Área de Relevante Interesse Ecológico de Santa Helena	Municipal	PR
Bosque Capão da Imbuia	Municipal	PR
Bosque da Fazendinha	Municipal	PR
Bosque Municipal	Municipal	PR
Bosque Municipal de Nova Londrina	Municipal	PR
Bosque Municipal de Paranavaí	Municipal	PR
Bosque Municipal Gutierrez	Municipal	PR
Bosque Municipal Manoel Julio Almeida	Municipal	PR
Bosque Municipal Reinhard Maak	Municipal	PR
Estacao Ecológica Cerrado de Campo Mourão	Municipal	PR
Estação Ecológica Municipal Décio Canabrava	Municipal	PR
Horto Florestal Assis Chateaubriand	Municipal	PR
Horto Florestal Paraiso do Norte	Municipal	PR
Jardim Botanico Franchete Rischbieter	Municipal	PR
Mata Boca da Ronda	Municipal	PR
Monumento Natural Municipal - Terra Rica	Municipal	PR
Parque Cinturão Verde de Cianorte	Municipal	PR
Parque da Gruta	Municipal	PR
Parque da Mina Velha	Municipal	PR
Parque do Ingá	Municipal	PR
Parque dos Xetá	Municipal	PR

Parque Ecológico	Municipal	PR
Parque Ecológico Diva Barth	Municipal	PR
Parque Ecológico Dr Daisaku Ikeda	Municipal	PR
Parque Ecológico Paulo Gorski	Municipal	PR
Parque General Ibere de Mattos	Municipal	PR
Parque Marechal Deodoro	Municipal	PR
Parque Municipal Água da Bica	Municipal	PR
Parque Municipal Águas Claras	Municipal	PR
Parque Municipal Arthur Thomas	Municipal	PR
Parque Municipal Barro Preto	Municipal	PR
Parque Municipal Biasi Hortelan	Municipal	PR
Parque Municipal Borba Gato	Municipal	PR
Parque Municipal Bosque dos Pássaros	Municipal	PR
Parque Municipal Cachoeira	Municipal	PR
Parque Municipal Caeté I	Municipal	PR
Parque Municipal Caeté II	Municipal	PR
Parque Municipal Caminhos da Natureza	Municipal	PR
Parque Municipal Chácara Dantas	Municipal	PR
Parque Municipal Córrego das Pedras	Municipal	PR
Parque Municipal da Barreirinha	Municipal	PR
Parque Municipal da Colônia Mineira	Municipal	PR
Parque Municipal da Fonte	Municipal	PR
Parque Municipal da Palmeirinha	Municipal	PR
Parque Municipal da Pedreira	Municipal	PR
Parque Municipal da Raposa	Municipal	PR
Parque Municipal Danilo Marques Moura	Municipal	PR
Parque Municipal Danziger Hof	Municipal	PR
Parque Municipal das Araucárias	Municipal	PR
Parque Municipal das Palmeiras	Municipal	PR
Parque Municipal de Altamira do Paraná	Municipal	PR
Parque Municipal de Balsa Nova	Municipal	PR
Parque Municipal de Bituruna	Municipal	PR
Parque Municipal de Cascavel	Municipal	PR
Parque Municipal de Corbélia	Municipal	PR
Parque Municipal de Iguatu	Municipal	PR
Parque Municipal de Palmeira	Municipal	PR
Parque Municipal de Salto do Lontra	Municipal	PR
Parque Municipal do Barigüi	Municipal	PR
Parque Municipal do Cambuí	Municipal	PR
Parque Municipal do Cinquentenário	Municipal	PR
Parque Municipal do Distrito Industrial	Municipal	PR

Parque Municipal do Iguaçu	Municipal	PR
Parque Municipal do Rio Maracanã	Municipal	PR
Parque Municipal do Sabiá	Municipal	PR
Parque Municipal do Tanguá	Municipal	PR
Parque Municipal dos Pioneiros	Municipal	PR
Parque Municipal Dr.Marciano de Barros	Municipal	PR
Parque Municipal Enio Pepino	Municipal	PR
Parque Municipal Flor da Serra	Municipal	PR
Parque Municipal Guayapo	Municipal	PR
Parque Municipal Horto Florestal	Municipal	PR
Parque Municipal I	Municipal	PR
Parque Municipal Irmão Cirilo	Municipal	PR
Parque Municipal Jirau Alto	Municipal	PR
Parque Municipal João Garbelini	Municipal	PR
Parque Municipal Joaquim T.Oliveira	Municipal	PR
Parque Municipal Lago Azul	Municipal	PR
Parque Municipal Lagoa Verde	Municipal	PR
Parque Municipal Miguel Pereira	Municipal	PR
Parque Municipal Nicolau Lunardelli	Municipal	PR
Parque Municipal Peroba Rosa	Municipal	PR
Parque Municipal Primavera	Municipal	PR
Parque Municipal Recanto da Ferradura	Municipal	PR
Parque Municipal São Domingos	Municipal	PR
Parque Municipal São Luis Tolosa	Municipal	PR
Parque Municipal Scylla Peixoto	Municipal	PR
Parque Municipal Sepe Tiaraju	Municipal	PR
Parque Municipal Sto.Antonio da Platina	Municipal	PR
Parque Municipal Tupa-Mbae	Municipal	PR
Parque São Lourenço	Municipal	PR
Parque Tingui	Municipal	PR
Reserva Biológica das Perobas	Municipal	PR
Reserva Ecológica do Jardim Ana Maria	Municipal	PR
Reserva Ecológica Poty	Municipal	PR
Parque Municipal RPPN Mata da Família Genta	RPPN	PR
RPPN AABB	RPPN	PR
RPPN Agropecuária Manaim (Mata do Bortolon)	RPPN	PR
RPPN Almiro José Liberali	RPPN	PR
RPPN Antenor Rival Crema	RPPN	PR
RPPN Antoninho Trento e Outros	RPPN	PR
RPPN Antonio Almir dos Santos	RPPN	PR
RPPN Antonio Garbin Neto	RPPN	PR



RPPN Antonio Carlos Villa	RPPN	PR
RPPN Artur Cesar Vigilato	RPPN	PR
RPPN Artur Cesar Vigilato(Faz. Santa Terezinha)	RPPN	PR
RPPN Benedito Antônio dos Santos Filho	RPPN	PR
RPPN Bordignon	RPPN	PR
RPPN BRAFER	RPPN	PR
RPPN Butuquara	RPPN	PR
RPPN Cachoeira do Aristeu	RPPN	PR
RPPN Cachoeira Laranjal	RPPN	PR
RPPN Caminho das Tropas	RPPN	PR
RPPN Chácara Ipê	RPPN	PR
RPPN COAMO	RPPN	PR
RPPN COAMO II(Fazenda Depósitozinho)	RPPN	PR
RPPN CPEA - Centro Pastoral Educacional e Assistencial "Dom Carlos"	RPPN	PR
RPPN da Turbina	RPPN	PR
RPPN Dérico Dalla Costa	RPPN	PR
RPPN Diomar Dal Ross	RPPN	PR
RPPN Dois Irmãos	RPPN	PR
RPPN Ecológico Alvorada	RPPN	PR
RPPN Ecológico Alvorada 1	RPPN	PR
RPPN Edela Toldo	RPPN	PR
RPPN Edmundo Pereira Canto	RPPN	PR
RPPN Elza Mior	RPPN	PR
RPPN Encantadas	RPPN	PR
RPPN Erna Izabela Prieve ( Sítio Cachoeira)	RPPN	PR
RPPN Estância Alvorada	RPPN	PR
RPPN Estância do Monge	RPPN	PR
RPPN Estância Hermínio e Maria	RPPN	PR
RPPN Estância Serra Morena	RPPN	PR
RPPN Família Lavagnoli - I	RPPN	PR
RPPN Família Lavagnoli - II	RPPN	PR
RPPN Família Squizzato	RPPN	PR
RPPN Fazenda Açú	RPPN	PR
RPPN Fazenda Água Cristalina II	RPPN	PR
RPPN Fazenda Água Cristalina III	RPPN	PR
RPPN Fazenda Amapuvo	RPPN	PR
RPPN Fazenda Banhadinho	RPPN	PR
RPPN Fazenda Bararuba	RPPN	PR
RPPN Fazenda Barbacena	RPPN	PR
RPPN Fazenda Belo Horizonte	RPPN	PR

RPPN Fazenda Bom Jesus das Araucárias	RPPN	PR
RPPN Fazenda Bom Jesus das Palmeiras	RPPN	PR
RPPN Fazenda Cachoeira	RPPN	PR
RPPN Fazenda Campo Alto	RPPN	PR
RPPN Fazenda Caraguatatiba da Divisa	RPPN	PR
RPPN Fazenda Carambola	RPPN	PR
RPPN Fazenda Cascatinha	RPPN	PR
RPPN Fazenda Cercado Grande	RPPN	PR
RPPN Fazenda Cercado Grande	RPPN	PR
RPPN Fazenda do Tigre - Parte II	RPPN	PR
RPPN Fazenda do Tigre I	RPPN	PR
RPPN Fazenda Duas Barras	RPPN	PR
RPPN Fazenda Duas Fontes	RPPN	PR
RPPN Fazenda Faxinal ou Barreiro	RPPN	PR
RPPN Fazenda Inho - ó	RPPN	PR
RPPN Fazenda Invernada do Cerradinho	RPPN	PR
RPPN Fazenda Itabera	RPPN	PR
RPPN Fazenda Kaloré	RPPN	PR
RPPN Fazenda Kondo II	RPPN	PR
RPPN Fazenda Legendária	RPPN	PR
RPPN Fazenda Mocambo	RPPN	PR
RPPN Fazenda Mosaico - Mata dos Volpon IV (José Máximo)	RPPN	PR
RPPN Fazenda Nova Esperança	RPPN	PR
RPPN Fazenda Nova Paranapanema	RPPN	PR
RPPN Fazenda Paiquerê	RPPN	PR
RPPN Fazenda Paradão	RPPN	PR
RPPN Fazenda Paraguaçu	RPPN	PR
RPPN Fazenda Paranhos	RPPN	PR
RPPN Fazenda Perobal	RPPN	PR
RPPN Fazenda Pinheiro	RPPN	PR
RPPN Fazenda Primavera	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santa América	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santo Antonio	RPPN	PR
RPPN Fazenda São Pedro/Bento	RPPN	PR
RPPN Fazenda Taquari	RPPN	PR
RPPN Fazenda Taquarussú	RPPN	PR
RPPN Fazenda Xavantes	RPPN	PR
RPPN Federal Corredor do Iguaçu	RPPN	PR
RPPN Federal Das Araucárias	RPPN	PR
RPPN Federal Fazenda Uru	RPPN	PR
RPPN Federal Reserva Cláudio Enoch Andrade Vieira	RPPN	PR

RPPN Federal Reserva Ecológica de Sebui	RPPN	PR
RPPN Federal Reserva Natural Salto Morato	RPPN	PR
RPPN Federal Reserva Papagaios Velhos	RPPN	PR
RPPN Felicidade	RPPN	PR
RPPN Gamelão	RPPN	PR
RPPN Graciolino Ivo Sartor	RPPN	PR
RPPN Hélio Bocato (Recanto da Jaguatirica )	RPPN	PR
RPPN Hilva Jandrey Marques	RPPN	PR
RPPN Ikatú Agropecuária Ltda ( Faz. Chavantes)	RPPN	PR
RPPN Invernada Barreiro	RPPN	PR
RPPN Ivan Luís de Castro Bittencourt	RPPN	PR
RPPN João Batista do Nascimento	RPPN	PR
RPPN José Cândido da Silva Muricy Neto	RPPN	PR
RPPN José Manzano	RPPN	PR
RPPN Juca Amâncio	RPPN	PR
RPPN Lauro Luiz Vailatti	RPPN	PR
RPPN Lenita Neme Fernandes Ruiz de Arruda Leite (Fazenda Corumbataí)	RPPN	PR
RPPN Leon Sfeir Von Linsingen	RPPN	PR
RPPN Leonildo Donin	RPPN	PR
RPPN Luz do Sol	RPPN	PR
RPPN Mata do Barão	RPPN	PR
RPPN Mata Morena	RPPN	PR
RPPN Mata São Pedro	RPPN	PR
RPPN Matas do Cici	RPPN	PR
RPPN Meia Lua	RPPN	PR
RPPN Mitra Diocesana de Toledo	RPPN	PR
RPPN MONTE ARARAT	RPPN	PR
RPPN Monte Sinai	RPPN	PR
RPPN Morro do Bruninho	RPPN	PR
RPPN Naude P. Prates	RPPN	PR
RPPN Ninho Corvo	RPPN	PR
RPPN Odila Poletto Mior	RPPN	PR
RPPN Osvaldo Hoffmann	RPPN	PR
RPPN PA 17 de abril	RPPN	PR
RPPN Papagaio-do-Peito-Roxo	RPPN	PR
RPPN Parque das Águas	RPPN	PR
RPPN Paulo Ivan dos Santos	RPPN	PR
RPPN Pedra Sobre Pedra	RPPN	PR
RPPN Perna do Pirata	RPPN	PR
RPPN Pousada Graciosa	RPPN	PR

RPPN Rancho Sonho Meu – Parte I	RPPN	PR
RPPN Rancho Sonho Meu – Parte II	RPPN	PR
RPPN Recanto das Nascentes	RPPN	PR
RPPN Recanto Verde	RPPN	PR
RPPN Refúgio Carolina	RPPN	PR
RPPN Reserva Ecológica ITA-Y-TYBA	RPPN	PR
RPPN Reserva Natural Águas Belas	RPPN	PR
RPPN Reserva Natural Fazenda Santa Maria	RPPN	PR
RPPN Reserva Natural Morro da Mina	RPPN	PR
RPPN Reserva Natural Rio Cachoeira	RPPN	PR
RPPN Reserva Natural Serra do Itaqui	RPPN	PR
RPPN Reserva Natural Serra do Itaqui 1	RPPN	PR
RPPN Reserva Natural Serra do Itaqui II	RPPN	PR
RPPN Reserva Paisagem Araucária – Papagaio do Peito Roxo	RPPN	PR
RPPN Ricardo Mior	RPPN	PR
RPPN Rio Bonito	RPPN	PR
RPPN Rosinei Cadena Piovezan	RPPN	PR
RPPN Rubens Cadena Piovezan	RPPN	PR
RPPN Salto das Orquídeas I	RPPN	PR
RPPN Santa Catarina	RPPN	PR
RPPN Santa Thereza	RPPN	PR
RPPN São Francisco de Assis	RPPN	PR
RPPN São Mateus	RPPN	PR
RPPN São Pedro	RPPN	PR
RPPN Serra do Cadeado	RPPN	PR
RPPN Serra do Cadeado I	RPPN	PR
RPPN Serrinha	RPPN	PR
RPPN Sítio Avelar	RPPN	PR
RPPN Sítio Bananal	RPPN	PR
RPPN Sítio Belo Horizonte	RPPN	PR
RPPN Sítio do Sueco	RPPN	PR
RPPN Sítio Potreiro	RPPN	PR
RPPN Sítio São Francisco	RPPN	PR
RPPN Sítio São José	RPPN	PR
RPPN Sítio São Luiz	RPPN	PR
RPPN Sítio São Roque	RPPN	PR
RPPN Sítio São Sebastião	RPPN	PR
RPPN Sítio São Sebastião	RPPN	PR
RPPN Sítio Serra do Tigre	RPPN	PR
RPPN Sítio Três Irmãos ( Mata do Cidão)	RPPN	PR
RPPN Sítio Tupiatã	RPPN	PR

RPPN SLOMP Investimentos Imobiliários	RPPN	PR
RPPN Tarumã - parte I e parte II	RPPN	PR
RPPN Tayná	RPPN	PR
RPPN Teolide Maria Balzan Breda	RPPN	PR
RPPN Vale da Vida	RPPN	PR
RPPN Vale do Corisco	RPPN	PR
RPPN Vilar	RPPN	PR
RPPN Vô Borges	RPPN	PR
RPPN Wilson Eugênio Donin	RPPN	PR
RPPN Wilson Eugênio Donin	RPPN	PR
RPPN Wilson Eugênio Donin	RPPN	PR
RPPN Fazenda Urupes ( Mata do Sestito )	RPPN	PR
RPPN Major Ariovaldo Villela	RPPN	PR
RPPN Adealmo Ferri	RPPN	PR
RPPN Agro Mercantil Vila Rica Ltda	RPPN	PR
RPPN Augusto Dunke	RPPN	PR
RPPN Bernard Philippe Marie Philibert de Laguiche (Conde Laguiche - Cidade Real)	RPPN	PR
RPPN Carlos Valdir Maran	RPPN	PR
RPPN Celso Stedile e Outra	RPPN	PR
RPPN Claudino Luiz Graff	RPPN	PR
RPPN COTREFAL II	RPPN	PR
RPPN Edemar José Fiss	RPPN	PR
RPPN Estância Primavera	RPPN	PR
RPPN Eunice Shizuko Tsuzuki Tamura	RPPN	PR
RPPN Fazenda Água Cristalina I	RPPN	PR
RPPN Fazenda Alagado do Iguaçu	RPPN	PR
RPPN Fazenda Ásia Menor	RPPN	PR
RPPN Fazenda Boa Vista	RPPN	PR
RPPN Fazenda Campina da Lagoa	RPPN	PR
RPPN Fazenda da Barra	RPPN	PR
RPPN Fazenda da Mata	RPPN	PR
RPPN Fazenda Itapuã	RPPN	PR
RPPN Fazenda Kondo I	RPPN	PR
RPPN Fazenda Leonora	RPPN	PR
RPPN Fazenda Matão	RPPN	PR
RPPN Fazenda Monte Alegre	RPPN	PR
RPPN Fazenda Moreira Sales	RPPN	PR
RPPN Fazenda Mosaico - Mata dos Volpon I (Orlando)	RPPN	PR
RPPN Fazenda Mosaico - Mata dos Volpon II (Fernando)	RPPN	PR
RPPN Fazenda Mosaico - Mata dos Volpon III (Sílvia)	RPPN	PR

RPPN Fazenda Santa Fé	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santa Fé do Ivai	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santa Francisca	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santa Juliana	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santa Maria I(Mata do Carollo)	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santa Maria	RPPN	PR
RPPN Fazenda Santa Olímpia	RPPN	PR
RPPN Fazenda São Bento	RPPN	PR
RPPN Fazenda São João	RPPN	PR
RPPN Fazenda São José II	RPPN	PR
RPPN Fazenda Taquaritinga	RPPN	PR
RPPN Francisco Barivieira	RPPN	PR
RPPN Granja Perobal	RPPN	PR
RPPN Helmuth Krause	RPPN	PR
RPPN Henrique Gustavo Salonski (Faz. Santa Rosa)	RPPN	PR
RPPN João Mazzocato	RPPN	PR
RPPN Jovaldir Anselmini e Nelson Furlan Bagini(Vale do Rio Cantu)	RPPN	PR
RPPN Juca Amâncio I	RPPN	PR
RPPN Lucia Conrado Shimidt (Fazenda Progresso)	RPPN	PR
RPPN Mata Suiça I - Fazenda Ubá	RPPN	PR
RPPN Mata Suiça II - Fazenda Urutagua	RPPN	PR
RPPN Narciso Luiz Vannini I	RPPN	PR
RPPN Narciso Luiz Vannini II	RPPN	PR
RPPN Narciso Luiz Vannini III	RPPN	PR
RPPN Narciso Luiz Vannini IV	RPPN	PR
RPPN Olindo Melo/ Edelfonso Becker (Foz do Juquiri)	RPPN	PR
RPPN Olívio Expedito Pastro	RPPN	PR
RPPN Pasta Mecânica Hansa Ltda	RPPN	PR
RPPN Ricieri Pizzato	RPPN	PR
RPPN Rio Negro	RPPN	PR
RPPN Santa Maria I ( Mata do Carolo)	RPPN	PR
RPPN São João	RPPN	PR
RPPN Severino Mazzocato	RPPN	PR
RPPN Sítio Alegre	RPPN	PR
RPPN Sítio Cagnini	RPPN	PR
RPPN Vit' Água Club	RPPN	PR
RPPNM Airumã	RPPN	PR
RPPNM Araçá	RPPN	PR
RPPNM Bacacheri	RPPN	PR
RPPNM Barigui	RPPN	PR
RPPNM Beppe Nichele	RPPN	PR

RPPNM Bosque da Coruja	RPPN	PR
RPPNM Canela	RPPN	PR
RPPNM Cascatinha	RPPN	PR
RPPNM Caxinguelê	RPPN	PR
RPPNM Cedro Rosa	RPPN	PR
RPPNM Ecoville	RPPN	PR
RPPNM Erva-mate	RPPN	PR
RPPNM Geronasso	RPPN	PR
RPPNM Guabiroba	RPPN	PR
RPPNM Jataí	RPPN	PR
RPPNM Jerivá	RPPN	PR
RPPNM Name	RPPN	PR
RPPNM Refúgio do Jacu	RPPN	PR
RPPNM Taboa	RPPN	PR
RPPNM Umbará	RPPN	PR
RPPNM Vô Mantino e Amélia	RPPN	PR
Estação Ecológica da Mata Preta	Federal	PR/SC
PARQUE NACIONAL DAS ARAUCÁRIAS	Federal	PR/SC
Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas	Federal	PR/SC
Área de Proteção Ambiental Delta do Jacui	Estadual	RS
Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande	Estadual	RS
Área de Proteção Ambiental do Rio Ibirapuitã	Estadual	RS
Área de Proteção Ambiental Rota do Sol	Estadual	RS
Estação Ecológica Estadual Aratinga	Estadual	RS
Horto Florestal Litoral Norte	Estadual	RS
Parque Estadual da Quarta Colônia	Estadual	RS
Parque Estadual de Itapeva	Estadual	RS
Parque Estadual de Itapua	Estadual	RS
Parque Estadual Delta do Jacui	Estadual	RS
Parque Estadual do Camaquã	Estadual	RS
Parque Estadual do Espigão Alto	Estadual	RS
Parque Estadual do Espinilho	Estadual	RS
Parque Estadual do Ibitiriá	Estadual	RS
Parque Estadual do Papagaio-Charão	Estadual	RS
Parque Estadual do Podocarpus	Estadual	RS
Parque Estadual do Tainhas	Estadual	RS
Parque Estadual do Turvo	Estadual	RS
Refúgio da Vida Silvestre do Banhado dos Pachecos	Estadual	RS
Reserva Biológica Banhado Maçarico	Estadual	RS
Reserva Biológica da Mata Paludosa	Estadual	RS
Reserva Biológica da Serra Geral	Estadual	RS
Reserva Biológica de São Donato	Estadual	RS
Reserva Biológica de São Donato	Estadual	RS

Reserva Biológica Ibirapuitã	Estadual	RS
Reserva Biológica Mato Grande	Estadual	RS
Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde	Federal	RS
Estação Ecológica de Aracuri-Esmeralda	Federal	RS
Estação Ecológica do Taim	Federal	RS
Floresta Nacional de Canela	Federal	RS
Floresta Nacional de Passo Fundo	Federal	RS
Floresta Nacional de São Francisco de Paula	Federal	RS
Parque Nacional da Lagoa do Peixe	Federal	RS
Parque Nacional da Serra Geral	Federal	RS
Refúgio da Vida Silvestre da Ilha dos Lobos	Federal	RS
Área de Proteção Ambiental de Caraá	Municipal	RS
Área de Proteção Ambiental de Riozinho	Municipal	RS
Área de Proteção Ambiental dos Arroios Doze e Dezenove	Municipal	RS
Área de Proteção Ambiental Lagoa Itapeva	Municipal	RS
Área de Proteção Ambiental Morro de Osorio	Municipal	RS
Área de Relevante Interesse Ecológico Morro Ferrabraz	Municipal	RS
Área de Relevante Interesse Ecológico Henrique Luis Roessler	Municipal	RS
Área de Relevante Interesse Ecológico São Bernardo	Municipal	RS
Arie Pontal dos Latinos e Pontal dos Santiagos	Municipal	RS
Monumento Natural Municipal Capão da Amizade	Municipal	RS
Monumento Natural Palanquinho	Municipal	RS
Parque Municipal Henrique Luiz Roessler	Municipal	RS
Parque Natural de Sobradinho	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Base Ecologica do Rio Velho	Municipal	RS
Parque Natural Municipal da Ronda	Municipal	RS
Parque Natural Municipal de Sagriza	Municipal	RS
Parque Natural Municipal de Sertão	Municipal	RS
Parque Natural Municipal de Sertão	Municipal	RS
Parque Natural Municipal do Apertado	Municipal	RS
Parque Natural Municipal do Pampa	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Dois Lajeados	Municipal	RS
Parque Natural municipal dos Morros	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Dr. Tancredo Neves	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Longines Malinowski	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Manuel Barros Pereira	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Mata Rio Uruguai Teixeira Soares	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Morro do Osso	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Morro Jose Lutzenberger	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Saint Hilare	Municipal	RS
Parque Natural Municipal Tupancy	Municipal	RS
Refúgio de Vida Silvestre do Molhe Leste	Municipal	RS
Reserva Biológica do Bioma Pampa	Municipal	RS
Reserva Biológica Moreno Fortes	Municipal	RS



Reserva Biológica Moreno Fortes	Municipal	RS
Reserva Biológica Municipal Darwin João Geremia	Municipal	RS
Reserva Biológica Municipal do Lami José Lutzenberger	Municipal	RS
Refugio da Vida Silvestre São Pedro	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Barba Negra	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Bosque de Canela	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Chácara Sananduva	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Costa do Cerro	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural da UNISC	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Boa Vista	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estância Santa Isabel do Butuí	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estância Santa Rita	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Farroupilha	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Branquilha	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Caneleira	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Curupira	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda das Palmas	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Espora de Ouro	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Morro Sapucaia	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Granja S Roque - Reserva do Paredao	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Jardim da Paz	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mariana Pimentel	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mata do Professor Baptista	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Minas do Paredão	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mira Serra	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Mo'ã	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural O Bosque	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Pontal da Barra	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Posse dos Franciosi	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Professor Delmar Harry dos Reis	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Recanto do Robalo	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva do Capão Grande	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva do Paredão	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva dos Mananciais	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Maragato	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Schuster	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Rincão das Flores	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Ronco do Bugio	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Sí-tio Porto da Capela	RPPN	RS
Reserva Particular do Patrimônio Natural Universidade de Passo Fundo	RPPN	RS
Parque Nacional dos Aparados da Serra	Federal	RS/SC
Área de Proteção Ambiental Estadual da Vargem do Braço	Estadual	SC
Área de Proteção Ambiental Estadual da Vargem do Cedro	Estadual	SC
Área de Proteção Ambiental Estadual do Entorno Costeiro	Estadual	SC

Parque Estadual Acarai	Estadual	SC
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	Estadual	SC
Parque Estadual da Serra Furada	Estadual	SC
Parque Estadual das Araucárias	Estadual	SC
Parque Estadual do Rio Vermelho	Estadual	SC
Parque Estadual Fritz Plaumann	Estadual	SC
Parque Estadual Rio Canoas	Estadual	SC
Reserva Biológica Estadual da Canela Preta	Estadual	SC
Reserva Biológica Estadual do Aguai	Estadual	SC
Reserva Biológica Estadual do Sassafrás	Estadual	SC
Serra do Rio do Rastro	Estadual	SC
Vale das Nascentes	Estadual	SC
ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BALEIA FRANCA	Federal	SC
Area de Proteção Ambiental do Anhatomirim	Federal	SC
Área de Relevante Interesse Ecológico Serra da Abelha	Federal	SC
Estação Ecológica de Carijós	Federal	SC
FLORESTA NACIONAL DE CAÇADOR	Federal	SC
Floresta Nacional de Chapecó	Federal	SC
Floresta Nacional de Ibirama	Federal	SC
Floresta Nacional de Três Barras	Federal	SC
Parque Nacional da Serra do Itajaí	Federal	SC
Parque Nacional de São Joaquim	Federal	SC
RESERVA BIOLÓGICA MARINHA DO ARVOREDO	Federal	SC
RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO PIRAJUBAÉ	Federal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Alto Rio Turvo	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Campo dos Padres	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Campos do Quiriri	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Costa Brava	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal da Costa de Araranguá	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal da Ponta do Araçá	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal das Ilhas Fluviais	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Bateias	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Brilhante	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Morro do Gavião	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Quiriri	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio dos Bugres	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Maior	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Rio Vermelho	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal do Saco da Fazenda	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal EESC	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Padre Raulino Reitz	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Represa Alto Rio Preto	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal São Francisco de Assis	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Serra Dona Francisca	Municipal	SC
Área de Proteção Ambiental Municipal Urubici	Municipal	SC

Área de Relevante Interesse Ecológico em Schroeder	Municipal	SC
Área de Relevante Interesse Ecológico Municipal Costeira de Zimbros	Municipal	SC
Área de Relevante Interesse Ecológico Municipal do Morro do Boa Vista	Municipal	SC
Área de Relevante Interesse Ecológico Municipal do Morro Iririú	Municipal	SC
Área de Relevante Interesse Ecológico Municipal do Salto	Municipal	SC
Área de Relevante Interesse Ecológico Municipal Foz do Ribeirão Garcia	Municipal	SC
Área de Relevante Interesse Ecológico Municipal Roberto Miguel Klein	Municipal	SC
Monumento Natural Municipal da Galheta	Municipal	SC
Monumento Natural Municipal dos Conventos	Municipal	SC
Parque da Ressacada	Municipal	SC
Parque de Cordeiros	Municipal	SC
Parque Ecológico de Maracajá	Municipal	SC
Parque Ecológico Prefeito Rolf Colin	Municipal	SC
Parque Municipal da Galheta	Municipal	SC
Parque Municipal da Lagoa do Peri	Municipal	SC
Parque Municipal da Pedra do Frade	Municipal	SC
Parque Municipal das Grutas de Botuverá	Municipal	SC
Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi	Municipal	SC
Parque Municipal do Morro do Finder	Municipal	SC
Parque Municipal Morro do Macaco	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Armando Rosa	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Broomberg	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Caminho do Peabiru	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Carijós	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Centenário	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Chapéu das Águas	Municipal	SC
Parque Natural Municipal da Caieira	Municipal	SC
Parque Natural Municipal da Lagoa do Perequê	Municipal	SC
Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste	Municipal	SC
Parque Natural Municipal da Mata Atlântica	Municipal	SC
Parque Natural Municipal de Navegantes	Municipal	SC
Parque Natural Municipal do Atalaia	Municipal	SC
Parque Natural Municipal do Maciço da Costeira	Municipal	SC
Parque Natural Municipal do Morro da Cruz	Municipal	SC
Parque Natural Municipal do Morro do Baú	Municipal	SC
Parque Natural Municipal do Vale do Rio do Peixe	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Dunas da Lagoa da Conceição	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Freymund Germer - Morro Azul	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Ilha das Capivaras Sibara	Municipal	SC
Parque Natural Municipal João Theodoro da Costa Neto	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Morro do Céu	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Morro dos Stinghen	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Natalina Martins da Luz	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Raimundo Malta	Municipal	SC

Parque Natural Municipal São Francisco de Assis	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Serra de São Miguel	Municipal	SC
Parque Natural Municipal Trilha dos Bugres	Municipal	SC
Refúgio da Vida Silvestre Municipal de Itapema	Municipal	SC
Reserva Biológica Municipal Xavier Sagmeister	Municipal	SC
Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal da Ilha do Morro do Amaral	Municipal	SC
Reserva Extrativista Municipal do Rio Araranguá	Municipal	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Municipal Caetezal	Municipal	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Bugarkopf	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Caraguatá	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Chácara Edith	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Curucaca	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Emílio Battistella	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Aroeira Vermelha	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Cartonagem Batistense	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual das Cascatas	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Jardim das Colinas	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual João Heyse Sobrinho	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Morro do Moreira	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Parque das Araucárias	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Pedra Branca	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual PROF. YARA C. NICOLETTI	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Reserva Ambiental S. Santos	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Reserva de Fontes e Verdes	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Rio Bonito	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Rio da Prata Bugiu	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Rio dos Pardos	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Serra da Farofa	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Araucária	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Florescer	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Grande Floresta das Araucárias	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Grutinha	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Jardim dos Beija-Flores	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Leão da Montanha	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Morro das Aranhas	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Morro dos Zimbros	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Normando Tedesco	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Portal das Nascentes	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Porto Franco	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Prima Luna	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Menino Deus	RPPN	SC

Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Lucindo	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Serra do Pitoco	RPPN	SC
Reserva Particular do Patrimônio Natural Vale das Pedras	RPPN	SC

**Supplementary table 2.** Individualized questionnaire results for quantitative questions. In yellow the state, in blue the federal and green the municipal.

ID	State	Year	Control	Technical support	Universities	Government Agencies	NGOs	Companies	Others	WITHOUT dogs	WITH dogs	Stands	Fencing	Cage	Corral	Others	Zoonosis monitoring	Discarded	Donated
1	RS	2007	No																
2	RS	2008	Yes	Yes	Yes	Yes				Yes						Yes	No		
3	RS	2011	Yes	Yes	Yes				Yes			Yes	Yes	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
4	RS	2013	Yes	No								Yes		Yes			No		
5	RS	2015	No																
6	RS	2015	No																
7	SC	2015	Yes	Yes		Yes									Yes		Yes		
8	PR	2015	Yes	No										Yes			No	Yes	
9	PR	2015	Yes	Yes	Yes	Yes								Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
10	RS	2017	No																
11	SC	2017	No																
12	SC	2017	No																
13	RS	2018	No																
14	PR	2020	No																
15	RS	?	No																
16	RS	2005	No																
17	SC	2005	Yes	No						Yes		Yes					No		
18	SC	2006	No																
19	RS	2007	Yes	Yes			Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
20	RS	2007	Yes	No						Yes		Yes		Yes			No		Yes
21	RS	2007	Yes	Yes					Yes					Yes	Yes		No		Yes
22	RS	2007	Yes	Yes					Yes					Yes	Yes		No		Yes
23	RS	2007	Yes	Yes			Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		Yes	Yes	Yes
24	PR	2008	No																
25	RS	2011	Yes	Yes		Yes			Yes								No	Yes	
26	SC	2014	No																
27	SC	2014	No																
28	PR	2015	No																
29	PR	2016	No																
30	PR	2019	Yes	Yes	Yes											Yes	No		

31	RS	?	No				
32	PR	?	No				
33	RS	2012	No				
33	PR	2012	No				
34	RS	2015	No				
35	RS	2015	No				
36	RS	2016	No				
37	RS	2018	?				
38	RS	2019	No				

## Ações de controle do Javali dentro das Unidades de Conservação

---

Algumas informações no questionário estão em inglês.

Aqui se encontra as principais legendas:

\*must provide value (pergunta obrigatória)

Next Page (próxima página)

Previous Page (página anterior)

Save and Return Later (salvar e voltar mais tarde)

Submit (enviar o questionário)

---

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**NATUREZA DA PESQUISA:** Você está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade investigar as ações tomadas dentro das Unidades de Conservação para manejar as populações de Javalis. A informações aqui adquiridas darão suporte para a criação de um manual de controle do Javali Asselvajado, que terá métodos para estimar o tamanho populacional e a eficiência das técnicas de controle, além de um guia específico para utilização de armadilhas no manejo.

**PARTICIPANTES DA PESQUISA:** Participarão desta pesquisa os gestores das Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais.

**ENVOLVIMENTO NA PESQUISA:** Ao participar deste estudo, você preencherá uma série de questões online. É previsto em torno de 10 minutos para o preenchimento do questionário. Você tem a liberdade de se recusar a participar; e tem a liberdade de desistir de participar em qualquer momento que decida sem qualquer prejuízo. No entanto solicitamos sua colaboração para que possamos obter melhores resultados da pesquisa. Sempre que o Senhor/a queira mais informações sobre este estudo pode entrar em contato diretamente com o Matheus Fragoso Etges pelo número (51)33087877 ou pelo e-mail [matheus.etges@ufrgs.br](mailto:matheus.etges@ufrgs.br).

**SOBRE O QUESTIONÁRIO:** Serão solicitadas algumas informações básicas e perguntas que exigem um tempo maior de elaboração.

**RISCOS E DESCONFORTO:** A participação nesta pesquisa não traz complicações legais de nenhuma ordem e os procedimentos utilizados obedecem aos critérios da ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à sua dignidade.

**CONFIDENCIALIDADE:** Todas as informações coletadas nesta investigação são estritamente confidenciais porque, acima de tudo, interessam os dados coletivos e não aspectos particulares de cada gestor ou responsável.

**BENEFÍCIOS:** Ao participar desta pesquisa, você não terá nenhum benefício direto; entretanto, esperamos que futuramente os resultados deste estudo sejam usados em benefício do manejo do Javali.

**PAGAMENTO:** Você não terá nenhum tipo de despesa por participar deste estudo, bem como não receberá nenhum tipo de pagamento por sua participação.

**RESPONSÁVEL:** Doutorando Matheus Fragoso Etges - Laboratório de Manejo e Conservação da Vida Silvestre - Departamento de Ecologia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Após esses esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para que você participe desta pesquisa. Para tanto, responda a seguinte pergunta:

O(A) Sr(a) concorda em responder a este questionário?

Sim

Não



**Nesta sessão estão as perguntas relacionadas a Unidade de Conservação e a ocorrência do javali.**

**As perguntas irão surgindo conforme as informações forem sendo preenchidas.**

- 1.1 Qual o nome da Unidade de Conservação?

\_\_\_\_\_

(Escreva o nome da UC)

- 1.2 Nesta Unidade de Conservação há ocorrência de Javalis?

Sim  Não

- 1.3 A presença do Javali foi confirmada por: (podem ser marcadas mais de uma alternativa)

- Pesquisa científica  
 Avistamentos de animais  
 Por terceiros  
 Outros

- 1.4 Você sabe precisamente qual foi o ano da primeira detecção do javali na Unidade de Conservação?

Sim  Não

- 1.4.2 Em que ano o javali foi detectado pela primeira vez na Unidade de Conservação?

\_\_\_\_\_

- 1.4.3 Aproximadamente, em que ano o javali foi detectado a primeira vez na Unidade de Conservação?

\_\_\_\_\_

(quanto mais precisa a informação melhor.)

- 1.5 Na sua opinião, entre todos os fatores causadores de efeitos negativos dentro da sua unidade de conservação, de 0 a 100 o quanto o javali é responsável?

Não causa efeitos negativos Maior causador de efeitos negativos

.....

(Place a mark on the scale above)

- 1.6 Dentre as espécies invasoras dentro na UC, de 0 a 100 o quanto o javali causa de efeitos negativos?

Não causa efeitos negativos Maior causador de efeitos negativos  
 Causa efeitos iguais a outras espécies

.....

(Place a mark on the scale above)

**Nesta sessão estão as perguntas relacionadas ao manejo do javali.**

2.1 No último ano foi feita alguma ação de manejo para controlar o javali dentro da unidade de conservação?

Sim  Não

2.2 Há algum apoio técnico especializado que auxilia na execução do projeto de manejo?

Sim  Não

2.3 Este apoio técnico é prestado por: (podem ser marcadas mais de uma alternativa)

- Universidades
- Órgãos Governamentais
- ONGs
- Empresas parceiras
- Outros

2.4 Explique o motivo pelo qual não foi feita ações de controle do javali.

2.5 Quais ações foram/estão sendo realizadas? (podem ser marcadas mais de uma alternativa)

(As armadilhas do tipo gaiola são médias ou pequenas, permitindo a entrada de um ou poucos indivíduos e podem ser movidas sem necessidade de desmontar toda a estrutura; As armadilhas de tipo curral permitem a entrada de um grupo maior de indivíduos contudo precisam ser montadas no local.)

- Permissão para caçadores agirem dentro da UC (caça ativa SEM cães)
- Permissão para caçadores agirem dentro da UC (caça ativa COM cães)
- Permissão para caçadores agirem dentro da UC (caça de espera)
- Utilização de cercas de isolamento
- Utilização de gaiola
- Utilização de curral
- Outros

2.6 Quais são as outras ações que estão sendo tomadas?

2.7 Quantas gaiolas são utilizadas no manejo?

1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  10+

2.7 São utilizadas gaiolas de medidas diferentes?

Sim  Não

2.7.1 Quais as medidas, em metros, das gaiolas? (altura, largura e profundidade)

Separe as diferentes gaiolas utilizando um ponto e vírgula.

(Exemplo: 1,5x2x3; 1,7x2x3)

2.7.2 Quais as medidas, em metros, das gaiolas? (altura, largura e profundidade)

(Exemplo: 1,5x2x3)

---

2.7.1 Quantos currais são utilizadas no manejo?

- 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  10+

---

2.7 São utilizados currais de medidas diferentes?

- Sim  Não

---

2.7.1 Quais as medidas, em metros, dos currais? (altura, largura e profundidade)  
Separe os diferentes currais utilizando um ponto e vírgula.

\_\_\_\_\_  
(Exemplo: 2x3x3; 1,7x4x3 )

---

2.7.2 Quais as medidas, em metros, dos currais (altura, largura e profundidade)?

\_\_\_\_\_  
(Exemplo: 2x4x4)

---

2.8 De onde foi adquirida as armadilhas?  
(Construção própria (caso apenas tenha comprado o material))

- Loja/Fábrica  
 ONG  
 Construção própria  
 Outros

---

2.8.1 Especifique quais são os outros.

\_\_\_\_\_

---

2.9 Qual foi o custo de aquisição? (em reais)

\_\_\_\_\_  
(Exemplo: 3mil)

---

3.1 Há utilização de iscas?

- Sim  Não

---

3.2 Qual a isca utilizada?

\_\_\_\_\_  
(Exs.: Espiga de milho, milho fermentado, soja fermentada...)

---

3.3 Qual a quantidade de iscas utilizadas? (Kg)

\_\_\_\_\_  
(Exemplo: Aproximadamente 3kg)

---

3.4 Onde é colocada a isca?

- Na entrada
- Ao redor
- No fundo
- Outros

---

3.4.1 Especifique quais são os outros.

---

\_\_\_\_\_

---

3.5 Em qual horário é feito o procedimento de colocação da isca?

- Até as 10h
- Entre as 10h e 12h
- Entre as 12h e 15h
- A partir das 15h

---

3.6 Quando é feita a colocação das iscas?

(Ex.: No dia anterior do manejo; 5 dias antes de começar a captura; sempre tem isca no local...)

**Agora serão feitas algumas perguntas a respeito das campanhas/ações de manejo. Nós consideramos uma campanha de manejo a junção: das ações de colocação da isca e equipamento no local; mais a ativação das armadilhas/equipamentos -quando são usadas-; mais, vistoria -tendo abate ou não- sendo que o ato de vistoria pode se repetir durante vários dias. A campanha termina quando cessa a vistoria e é realizada a desativação dos equipamentos.**

**Exemplo: As gaiolas são iscadas, ativadas e vistoriadas nos meses de junho e julho. A vistoria é feita a cada dois dias durante os dois meses. Assim consideramos que a campanha de manejo é realizada 1 vez por ano com 2 meses de duração.**

**Obs.: Caso tenha dúvidas no preenchimento das questões, responda com relação a média das atividades. Há um pergunta que permite a descrição mais detalhada do procedimento de manejo e não possui limite de espaço.**

4.1 Qual foi a frequência das campanhas realizadas nesse ano?

\_\_\_\_\_

(Exs. Uma vez por mês, todos os meses; Duas vezes por mês a cada 3 meses; Uma vez por ano (Julho e Agosto)...) \_\_\_\_\_

4.2 Qual é o tempo de duração das campanhas?

\_\_\_\_\_

(Ex.: Cinco dias; Um mês...) \_\_\_\_\_

4.3 Quantas pessoas participaram das campanhas?

\_\_\_\_\_

(Ex.: Entre 5 a 7 pessoas) \_\_\_\_\_

4.5 Descreva o procedimento de controle. Caso use armadilhas, escreva os procedimentos realizados para armar a armadilha, quando e com que frequência é feita a vistoria, quem faz o abate e o encerramento. Pode descrever da forma que achar melhor.

(Ex.: No primeiro dia colocamos a isca entre as 7 e 9h, revisamos a estrutura, e ativamos o gatilho do portão, no segundo dia pelas 10 - 11h é feita a vistoria pelos caçadores, caso não tenham encontrado nada é colocada mais isca...)

4.6 É feito algum registro de quantos indivíduos são capturados?

Sim  Não

4.6 Quantos indivíduos foram capturados nesse ano?

\_\_\_\_\_

4.7 É feito algum controle sanitário ou monitoramento de doenças dos indivíduos capturados?

Sim  Não

4.8 Qual a destinação das carcaças?

---

**Finalização do questionário**

---

- 5 Espaço para ser preenchido caso queira relatar algo ou complementar alguma informação

---

Obrigado por participar do questionário. Selecione a opção abaixo e aperte submit para finalizar o questionário.

Finalizar

## CAPÍTULO 2 – PROTOCOLO PARA O MANEJO DE JAVALIS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Este capítulo foi finalizado e submetido para o LUME UFRGS

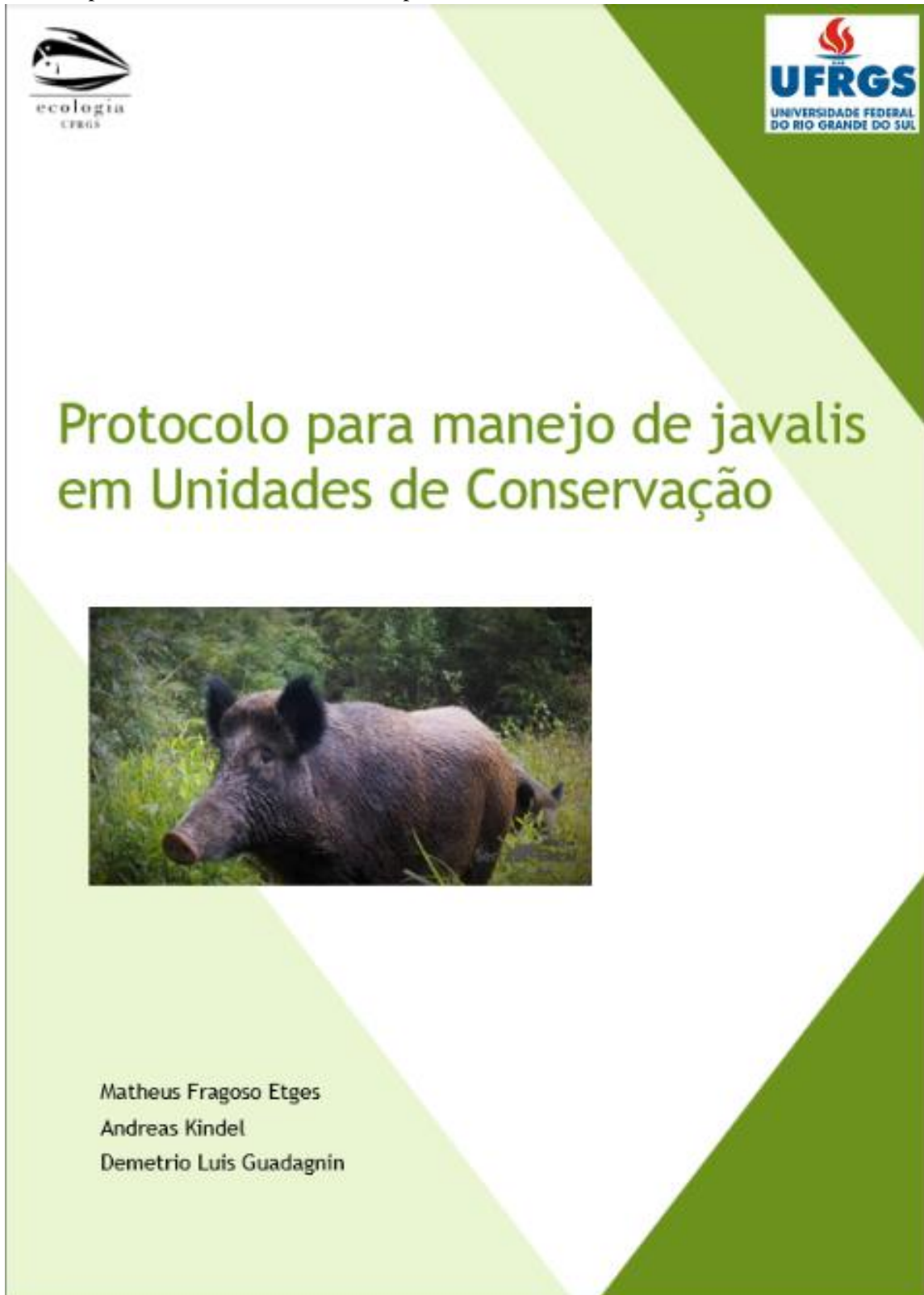


Imagem da capa do livro

Matheus Fragoso Etges  
Andreas Kindel  
Demetrio Luis Guadagnin  
(AUTORES)

Carlos Henrique Salvador  
(REVISOR)

# Protocolo para manejo de javalis em Unidades de Conservação

1ª EDIÇÃO

PORTO ALEGRE  
UFRGS IB CENTRO DE ECOLOGIA  
2022



**Autores:**

Matheus Fragoso Etges – pesquisador Phd, Programa de Pós-graduação em Ecologia, UFRGS

Andreas Kindel – professor doutor Laboratório de Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Ecologia, UFRGS

Demétrio Luis Guadagnin – professor doutor Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias, Ecologia, UFRGS

**Revisor:**

Carlos Henrique Salvador – Project Wild boar Europe-Brazil, Freiburg, Germany

**Foto da Capa:** Foto de Maria Cristina.

Ficha catalográfica elaborada por Rosalia Pomar Camargo CRB 856/10

E83 Etges, Matheus Fragoso  
Protocolo para manejo de javalis em Unidades de Conservação /  
Matheus Fragoso Etges, Andreas Kindel, Demetrio Luis Guadagnin;  
Revisor Carlos Henrique Salvador. -- Porto Alegre: Centro de  
Ecologia/UFRGS, 2022.  
50 p. : il.

e-ISBN 978-85-63843-29-6

I. Kindel, Andreas II. Guadagnin, Demetrio Luis III título 1. Protocolo  
de Manejo 2. Javalis 3. Unidades de Conservação

CDU 599.731.1

Esse livro está disponível apenas em versão digital e pode ser adquirido pelo e-mail

[matheus.etges@gmail.com](mailto:matheus.etges@gmail.com) e no site do Laboratório de Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFRGS.

**Agradecimentos:**

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

PPG Ecologia – Programa de Pós-graduação em Ecologia

# SUMÁRIO

---

<u>Sobre este guia</u>		i
<u>I.</u>	<u>Introdução</u>	1
<u>II.</u>	<u>Aspectos-chave da Biologia</u>	3
	<u>Reprodução e cuidado parental</u> .....	3
	<u>Alimentação</u> .....	3
	<u>Estrutura Social</u> .....	4
	<u>Habitat</u> .....	4
	<u>Comportamentos</u> .....	4
<u>III.</u>	<u>Densidade e Dinâmica Populacional e sua Relação com o Controle</u>	6
<u>IV.</u>	<u>Efeitos do Javali no Ambiente e Biodiversidade</u>	8
<u>V.</u>	<u>Planejamento</u>	11
	<u>Definir a questão e os objetivos do manejo</u> .....	11
	<u>Diagnosticar o problema e elaborar o modelo conceitual</u> .....	12
	<u>Definir a estratégia e as metas do manejo</u> .....	15
	<u>Elaborar o plano de ação</u> .....	18
	<u>Implementar o plano de ação e o plano monitoramento</u> .....	24
	<u>Avaliar o plano de ação e decidir sobre ajustes</u> .....	24
<u>VI.</u>	<u>Técnicas de Controle – Um Resumo</u>	26
	<u>Métodos de Controle de Dano</u> .....	26
	<u>Métodos indiretos - técnicas de aversão</u> .....	26
	<u>Métodos diretos</u> .....	27
<u>VII.</u>	<u>Aspectos Complementares</u>	30
	<u>Boas práticas</u> .....	30
	<u>Destinação das carcaças</u> .....	30
	<u>Colaboração com pesquisa</u> .....	31
	<u>Legislação e Procedimentos legais</u> .....	31
<u>VIII.</u>	<u>Bibliografia Complementar</u>	32
<u>IX.</u>	<u>Referências Bibliográficas</u>	35

---

## SOBRE ESTE GUIA

---

Este guia foi escrito com o objetivo de orientar a formulação de planos de ação para o manejo de danos provocados por javalis em unidades de conservação (UC). Neste guia enfatizamos os aspectos relacionados com o planejamento das ações, uma vez que já existem outros guias que enfatizam a escolha das técnicas de controle. O guia se sustenta em uma abrangente revisão crítica das diretrizes já existentes sobre o controle dos danos provocados por esta espécie invasora. Um aspecto fundamental que orienta o guia é o entendimento de que o problema não é a presença dos javalis e o objetivo geral não é, necessariamente, erradicar javalis. Os problemas são os efeitos causados e o objetivo do manejo é reduzir estes efeitos.

Na primeira parte resumimos a preocupação mundial com relação aos efeitos do javali, o histórico da introdução das variedades de porcos asselvajados no Brasil e os diferentes fenótipos e nomenclaturas utilizados para descrever a espécie. A seguir apresentamos informações básicas importantes sobre a biologia do javali, sobre as dinâmicas populacionais, os efeitos no ambiente e na biodiversidade e sobre fatores importantes para uma melhor compreensão dos processos que podem estar ocorrendo nas UCs.

Na segunda parte do guia apresentamos uma descrição operacional do que é o Manejo Ecosistêmico Adaptativo, suas etapas e procedimentos. Iniciamos discutindo a importância dos procedimentos para a definição de objetivos e como construir um diagnóstico eficiente da situação atual em Unidade de Conservação. A seguir discutimos as opções de delineamento e instruções sobre como elaborar, implementar, avaliar e monitorar o plano de ação.

Na terceira parte comentamos as diferentes técnicas de controle dos danos que podem ser aplicadas, apresentamos recomendações sobre boas práticas no manejo, e breves notas sobre a legislação pertinente ao tema.

Na quarta parte estão as literaturas complementares e as referências bibliográficas. Foram selecionadas literaturas complementares que consideramos consistentes para aprofundamento, para discussão de aspectos que, por já estarem adequadamente tratados, optamos por não repetir neste guia, ou que apresentam soluções técnicas para diversos problemas específicos. A literatura compilada inclui guias e protocolos, nacionais e internacionais, de acesso público. Informações adicionais podem ser encontradas no site IBAMA, nas Secretarias de Meio Ambiente Estaduais e outras instituições nacionais e internacionais que se dedicam ao tema.

## INTRODUÇÃO

Invasões biológicas estão entre as principais ameaças à biodiversidade em escala global, além de serem responsáveis por importantes, porém indesejados, efeitos ambientais, sociais e econômicos. Dentre as 100 espécies mais impactantes, encontramos o javali<sup>[1,2]</sup>, considerado um engenheiro de ecossistemas<sup>[3]</sup> com a capacidade de modular o ambiente e seus recursos e assim interferir nas dinâmicas de diversas espécies e processos ecossistêmicos<sup>[4,5]</sup>.

A espécie *Sus scrofa* (Linnaeus 1758) pertence à família Suidae incluída na ordem Artiodactyla, o maior e mais diversificado grupo de grandes mamíferos terrestres existentes hoje, e tem como seus parentes mais próximos os queixadas e catetos (Tayassuidae) e o hipopótamo (família Hippopotamidae)<sup>[6]</sup>. A espécie é nativa da Eurásia, com distribuição nativa da Europa continental até as ilhas de Java e Sumatra<sup>[7]</sup>. Nas suas diferentes raças e variedades, está atualmente presente em todos os continentes com exceção da Antártica e algumas ilhas oceânicas, o que o torna um dos mamíferos mais amplamente distribuídos<sup>[8,9]</sup>. Na América do Sul, os primeiros registros de introdução de sua variedade original, datam do início do século 20 na Argentina e Uruguai, já no Brasil foi em meados do século 20 onde o animal foi introduzido em zoológicos e para o comércio de subprodutos<sup>[10,11]</sup>. Os primeiros registros de javali em estado selvagem ocorrem no final do século 20 na fronteira com o Uruguai<sup>[12]</sup> e posteriormente em outros estados, e desde então, as populações de javali vêm se expandindo no Brasil<sup>[13]</sup>. Por sua vez, os porcos domésticos são criados soltos, com acesso a áreas silvestres e cruzamentos não intencionais, desde a colonização europeia.

O javali pode ser encontrado em cinco formas distintas; forma nativa selvagem (*wild boar*), forma selvagem domesticada (*captive wild boar*), forma doméstica (*domestic pig*), forma híbrida (intercruzamento entre a forma selvagem e a forma domesticada), forma doméstica assilvestrada/asselvajada<sup>[14]</sup>. As repetidas

**“Porco Monteiro e Javali são tratados de forma diferente na legislação brasileira, tendo implicações no manejo.”**

domesticções em diversas partes da distribuição histórica e os cruzamentos controlados ou não deram origem a uma grande diversidade fenotípica e comportamental<sup>[15,16]</sup>. A forma nativa selvagem é a forma que sofreu seleção natural encontrada originalmente na natureza antes da domesticação. A forma selvagem domesticada corresponde ao início da domesticação. As formas domésticas incluem as raças melhoradas para fins zootécnicos. As formas assilvestrados, asselvajados, ferais, alçados ou monteiros – compreendem um conjunto variado de formas oriundas de cruzamentos não intencionais e manejo não orientado ou derivadas de porcos domésticos que retornaram à vida livre<sup>[18,19]</sup>. Uma distinção clara entre variedades e fenótipos é

complicada pela grande diversidade genética. A diferenciação entre porco-monteiro no Pantanal e javali no restante do Brasil está na legislação vigente para manejo de *S. scrofa* em território nacional<sup>[20]</sup>. Entretanto, as recomendações de manejo das populações selvagens são as mesmas, independentemente do fenótipo. Neste guia consideramos como javalis todas as populações de *Sus scrofa* em vida livre que têm gerado conflito com as atividades humanas e que são de interesse para a conservação da biodiversidade <sup>[21,22]</sup>.

**Figura 1.** Diferentes fenótipos do javali. À direita o porco monteiro, em baixo o javali encontrado no Rio Grande do Sul, e no canto inferior direito um exemplar do javali europeu.

Fonte: Javali, Foto de Maria Cristina; Porco Monteiro, Foto de Ecologia de populações de porco monteiro no Pantanal do Brasil, ISSN 1981-7223; Javali Europeu, Foto de <https://en.wikipedia.org/>



## ASPECTOS-CHAVE DA BIOLOGIA

---

Além dos aspectos humanos envolvidos nas introduções intencionais, diversos atributos dos javalis contribuem significativamente para o seu sucesso como espécie invasora. Trata-se de uma espécie com alta capacidade reprodutiva, longa expectativa de vida, hábitos generalistas e plásticos e longo histórico de domesticação e introduções intencionais.

### Reprodução e cuidado parental

As populações de javalis são difíceis de controlar devido em parte à sua alta fecundidade e precocidade da maturação sexual. As fêmeas atingem a capacidade reprodutiva entre 4 e 12 meses, variando conforme a região, a disponibilidade de recursos e a pressão de manejo. Na Califórnia, por exemplo, a idade média de primeira reprodução é de 6 meses, enquanto na Austrália é 8 meses e no Pantanal é de 12 meses<sup>[21,23,24]</sup>. As fêmeas são capazes de acasalar durante todo o ano<sup>[21,24]</sup>, podendo apresentar períodos de pico de parto entre o inverno e a primavera, possivelmente relacionados à abundância de alimentos e disponibilidade de água. A disponibilidade de culturas agrícolas é conhecida por aumentar o sucesso reprodutivo dos javalis e é considerada uma das principais razões para o aumento recente da densidade de javali na Europa<sup>[26,27,28]</sup>. O estro é sincronizado entre as fêmeas de um mesmo grupo e as fêmeas prenhes tendem a se isolar até a parição, retornando ao grupo com os filhotes. A ninhada inclui

**“A quantidade e qualidade dos alimentos e a disponibilidade de água pode gerar picos de nascimentos.”**

normalmente de três a oito filhotes, mas pode variar de dois a dez<sup>[29]</sup>. A quantidade de filhotes está intimamente ligada à qualidade e disponibilidade de alimento<sup>[29]</sup>. Sob condições ambientais favoráveis, as fêmeas podem produzir até duas ninhadas em um único ano<sup>[26]</sup>, e aceitam e protegem, voluntariamente, outros leitões

dentro de sua ninhada<sup>[30]</sup>. A taxa de mortalidade de filhotes no primeiro ano pode variar de 15% a 75%<sup>[31]</sup>.

### Alimentação

Javalis são onívoros e oportunistas. A dieta inclui frutos, sementes, folhas, raízes, brotos, bulbos, animais, fungos e carniça. Mesmo havendo registros de que eles consomem animais, a maior parte de sua dieta é, no entanto, vegetal<sup>[27,32,33]</sup>. Demonstram preferências por certas fontes de alimento e são capazes de migrar para atender às necessidades nutricionais sazonais<sup>[34]</sup>.

### Estrutura Social

As fêmeas normalmente deslocam-se com outras fêmeas e juvenis em grupos (varas), enquanto que os machos são tipicamente solitários, exceto na época de acasalamento<sup>[35]</sup>. Os grupos consistem em até 3 gerações relacionadas. Depois dos leitões serem desmamados, as fêmeas até um ano de idade tendem a permanecer com seu grupo familiar<sup>[36]</sup> ou iniciam o processo

de dispersão<sup>[36]</sup>. O comportamento de ficar ou dispersar aparentemente é do tipo “todos ou nenhum”<sup>[36]</sup>. Os filhotes de um grupo ou dispersarão todos ou permanecerão todos com o grupo familiar, e as fêmeas que se dispersam geralmente estabelecem com suas irmãs um novo grupo familiar. Os machos normalmente se dispersam do grupo familiar em torno dos 16 meses de idade<sup>[37]</sup>.

## Habitat

Javalis usam uma grande variedade de ambientes, podendo ou não ter variações sazonais na ocupação<sup>[38]</sup>. Os ambientes nativos onde a densidade é maior incluem florestas e bosques de carvalhos, florestas de coníferas mistas, matagais chaparrales, além de áreas ribeirinhas e pantanosas, dependendo da região biogeográfica<sup>[39]</sup>. De maneira geral, preferem mosaicos de vegetação arbórea pouco densa e áreas abertas<sup>[29,40,41]</sup>.

## Comportamentos

Normalmente os animais são mais ativos nos horários crepusculares, mas quando perturbados tendem a mudar para hábitos noturnos<sup>[29,43]</sup>. A alimentação e o deslocamento em geral ocorrem em grupos e consomem de 4 a 8 horas diárias. Javalis podem correr a velocidades de até 50 km/h e saltar até três metros de altura. Em um mesmo ecossistema, a área de vida das varas é de 2,3 a 12,5 km<sup>2</sup>, variando com o sexo, estação do ano, temperatura, precipitação e disponibilidade de alimentos, tendendo ser maior quando há menos recursos disponíveis<sup>[42]</sup>.

Os comportamentos dos javalis permitem evidenciar a sua presença. Javalis chafurdam, reviram e pisoteiam o solo e a vegetação<sup>[44]</sup>, em extensões que variam conforme a disponibilidade de alimento e a época do ano<sup>[45,46]</sup>. Para auxiliar na termorregulação e proteção contra insetos e parasitas, os javalis usam piscinas de lama que podem ser depressões alagadas do terreno ou criadas pelo chafurdamento<sup>[30]</sup>. As piscinas tendem à forma oval e frequentemente ficam ao longo de trilhas, bordas de riachos e áreas com água parada<sup>[47]</sup>. Normalmente os banhos ocorrem mais no verão<sup>[48]</sup> e depois os indivíduos se esfregam em troncos para remover o excesso de lama e ectoparasitas ou para marcar o território<sup>[30,49]</sup>. É frequente esfregarem as presas contra troncos de árvores para que liberem seiva, usada como repelente de ectoparasitas<sup>[50]</sup>. Javalis usam oportunisticamente depressões sombreadas ou camas construídas como áreas de descanso<sup>[51,52,53]</sup>.

## DENSIDADE E DINÂMICA POPULACIONAL E SUA RELAÇÃO COM O CONTROLE

---

A densidade pode variar de 1 a 80 ind/Km<sup>2</sup>, dependendo do ambiente, dos recursos disponíveis, e dos métodos utilizados na estimativas [8,54,55]. Na Eurásia ocidental, a densidade varia de 0,01 a 43 ind/Km<sup>2</sup>, seguindo um gradiente biogeográfico leste-oeste e exibindo alta flutuação interanual<sup>[56]</sup>. Em clima mediterrâneo, a densidade estimada foi de 10,5 ind/Km<sup>2</sup> [57]. Para os Estados Unidos há diversas medições: para a parte de baixada (habitat de pântanos e ribeirinhos) a densidades foi de 1,2 a 2,5 ind/Km<sup>2</sup>, para habitats mistos (áreas montanhosas e de baixada dominadas por pinheiros) foi de 3,8 a 4,3 ind/Km<sup>2</sup>, para áreas estritamente montanhosas foi de 1,6 a 2,1 ind/Km<sup>2</sup>, para habitat montanhoso de pradarias a densidade foi de 1,1 a 1,3 ind/Km<sup>2</sup>, e para áreas mistas de campo com floresta de pinheiros a densidade foi de 3,7 a 10 ind/Km<sup>2</sup> [58]. Para o Brasil não há muitos estudos que estimam a densidades. Para o Parque Nacional do Itatiaia e a RPPN Alto Montana foram estimados respectivamente 8,5 e 15,8 ind./km<sup>2</sup> [59]. Para o Parque Nacional das Araucárias em Santa Catarina foi estimada uma densidade média de 0,48 ind/Km<sup>2</sup> [59].

**“Para o Brasil não há muitos estudos que estimam a densidade.”**

O javali apresenta a mais alta taxa de crescimento entre os ungulados, sendo capaz de aumentar sua população anualmente em até 178%<sup>[39,60]</sup>. Isso permite que os javalis se recuperem rapidamente dos efeitos de programas de manejo descontinuados<sup>[61]</sup>. Estima-se que uma taxa anual de remoção de 50–60% é necessária para manter uma população estável<sup>[61]</sup>. Essa taxa pode mudar conforme o momento das remoções: por exemplo, a remoção intensiva de 66% de uma população durante os primeiros 3 meses de um esforço de controle reduziu muito os nascimentos subsequentes de porcos selvagens e resultou em um controle mais eficaz do que uma estratégia de remoção mais lenta<sup>[62]</sup>.

Estudos em escalas menores demonstram a necessidade de diferentes taxas de remoção, dependendo da região. Para a Ilha de Santa Cruz, na Califórnia, modelos sugeriram que 45–65% da população precisava ser removida anualmente para causar declínios populacionais para uma população estável (sem crescimento)<sup>[63]</sup>. No mesmo estudo, os autores determinaram que mais de 70% dos animais precisariam ser removidos anualmente para ter uma alta probabilidade de erradicação. Para o Havaí e para o Tennessee mais de 40% da população precisava ser removida anualmente para causar um declínio populacional<sup>[64,65]</sup>. Se acredita que a porcentagem de 40% seja mais fiel a realidade considerando as diferenças nos métodos para calcular as taxas<sup>[58]</sup>.

Outro estudo feito na Carolina do Sul mostrou que taxas de remoção anuais de 20% podem reduzir uma população à metade da esperada, naquele ambiente, dentro de 5 anos<sup>[66]</sup>. Este estudo indicou que a remoção deve ser priorizada especialmente (dividindo a área em um conjunto



de zonas de manejo onde cada zona é sequencialmente priorizada para eliminação) e temporariamente para que a remoção seja aditiva em vez de compensatória, ou seja, a mortalidade será maior que a esperada para a população. Este trabalho revelou que as taxas de remoção anual entre 20-40% podem levar a reduções populacionais de 40-90% em 5 anos. Na Austrália outro estudo mostra que taxas de remoção de 9–17% poderiam causar uma redução de 25% da população em 5 anos<sup>[67]</sup>.

## EFEITOS DO JAVALI NO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE

---

Os efeitos dos javalis na biodiversidade são extremamente variados e sua categorização difere entre autores. É importante realçar a diferença entre danos e mecanismos/processos, pois estes podem ser erroneamente utilizados e interpretados na literatura. Mecanismos são comportamentos ou ações que podem causar efeitos no ecossistema, enquanto danos são aqueles efeitos considerados prejudiciais. Como exemplo temos a ISSN (Invasive Species Specialist Groups) que relaciona seis mecanismos a presença do javali: Competição, Predação, Herbivoria, Chafurdamento/Fuçada, Pisoteamento, e Interação com outras espécies invasoras, enquanto o uma revisão global listou 27 tipos de danos ambientais, agrupados em seis categorias principais: danos nas propriedades do solo, danos nas comunidades de plantas, danos nas comunidades animais, danos nas comunidades de fungos, danos nas comunidades aquáticas, e danos indiretos<sup>68</sup>.

Com enfoque na conservação os principais efeitos encontrados para a espécie são:

- **No solo**

O chafurdamento reduz a profundidade dos horizontes superiores do solo <sup>[69,70]</sup>, diminui a disponibilidade de variados elementos químicos (Ca, P, Mg, Mn, Zn, Cu, H e N)<sup>[69,71]</sup>, a capacidade de troca de cátions<sup>[69,71]</sup>, aumenta a concentração de nitrato e amônia<sup>[69,71,72]</sup>, aumento da liberação de CO<sub>2</sub><sup>[73]</sup>, e altera a microbiota do solo<sup>[74,75]</sup>.

- **Na comunidade vegetal**

Apesar de a herbivoria impactar na abundância das espécies vegetais, muitos estudos reportam o chafurdamento como a maior causa de distúrbio<sup>[69,54]</sup>. Em altas densidades o chafurdamento causa uma redução de 80% a 90% na cobertura vegetal do sub-bosque<sup>[69,76,77]</sup>. As consequências dessa atividade geralmente incluem a diminuição da diversidade de espécies<sup>[54,69,74,78]</sup>, diminuição da regeneração<sup>[71,79,80,81,82,83]</sup> podendo levar a extinção local<sup>[69,84,85]</sup>. Os efeitos costumam ser maiores nas espécies de maior valor energético, com aquelas com raízes suculentas, tubérculos e rizomas<sup>[72,77,86,87]</sup>. Outro efeito relatado é o aumento da abundância de espécies de plantas invasoras, já que o solo perturbado pode ser mais suscetível a invasões e expansão de populações invasoras já estabelecidas<sup>[74,88]</sup>.

- **Na comunidade animal**

A predação é o processo de perturbações de comunidades animais mais relatado<sup>[8,89]</sup>. Outros processos que podem ser relevantes incluem a destruição de habitat e de ninhos e a competição difusa por recursos<sup>[8,32,81,89,90,91]</sup>. Os invertebrados costumam ser os mais afetados pela predação, podendo haver uma redução de mais de 50% na macrofauna de solo quando há escassez de recursos vegetais com relevante valor energético<sup>[32,92]</sup>.

- **No ambiente aquático**

Ao chafurdar, forragear e pisotear, o javali altera a estrutura e os processos nas áreas úmidas. As alterações podem ser na composição de espécies de plantas e animais<sup>[93,94]</sup>, na qualidade da água<sup>[69,93,95,96]</sup>, e na dispersão de plantas<sup>[88]</sup>, animais e patógenos<sup>[94]</sup>. A vegetação ciliar também pode sofrer alterações importantes. No Brasil, a destruição de nascentes tem sido um dos impactos mais percebidos em propriedades rurais e unidades de conservação<sup>[98,99]</sup>.

- **Efeitos indiretos**

Devido às alterações no sub-bosque pela predação e chafurdamento, alguns efeitos indiretos como alteração da abundância de insetos e aves nectarívoras já foram relatados<sup>[100]</sup>. A modificação no ambiente aquático pode gerar aumento de insetos potencialmente transmissores de doença<sup>[101,102]</sup>.



**Figura 2.** Exemplo de área chafurdada.

Foto de Rafael Caruso.

## PLANEJAMENTO

---

Este protocolo propõe abordar o manejo de javalis seguindo a ótica do Manejo Eossistêmico Adaptativo (MEA)<sup>[103,104,105]</sup>. Esta é uma abordagem formal e estruturada de planejamento e execução de ações de manejo que trata as decisões como hipóteses e organiza as ações como tratamentos, no sentido científico experimental. O MEA compreende uma sequência de passos que reproduz o método científico, mas que é aplicado em uma situação real de manejo. Uma abordagem adaptativa do manejo de javalis deve envolver os seguintes passos:

- 1. Definir a questão e os objetivos do manejo;**
- 2. Diagnosticar o problema e elaborar o modelo conceitual;**
- 3. Definir a estratégia e as metas do manejo;**
- 4. Elaborar o plano de ação;**
- 5. Elaborar o plano de monitoramento;**
- 6. Implementar o plano de ação e o plano monitoramento;**
- 7. Avaliar o plano de ação e decidir sobre ajustes;**
- 8. Implementar o plano reajustado.**

### Definir a questão e os objetivos do manejo

Definir claramente o problema que precisa ser resolvido (manejado) e os objetivos são as etapas iniciais críticas para o sucesso do programa de manejo. De maneira geral a diferença entre objetivos e metas não é algo claro na literatura, podendo em alguns casos ser utilizadas como sinônimo. Contudo, esse guia define objetivo como algo mais geral a ser atingido, enquanto metas

**“O problema são os danos causados pelo Javali e não a presença da espécie.”**

são passos mensuráveis para se atingir os objetivos. Assim, os objetivos do plano de ação adaptativo devem estar relacionados com os alvos e objetivos de conservação da UC. De maneira geral a diferença entre metas e objetivos não é algo claro na literatura, podendo em alguns casos ser utilizadas como sinônimo. Contudo, esse guia define objetivo como algo mais geral a ser atingido, enquanto metas são passos mensuráveis para se atingir os objetivos. O aspecto fundamental a considerar é que o problema não são os javalis e o objetivo não é, necessariamente, erradicar javalis. Os problemas são os danos causados e o objetivo é reduzir os danos. A presença de javalis nem sempre significa que ele tenha um efeito significativo sobre alvos de conservação ou atividades humanas. Embora se espere que a magnitude dos danos aumente com a densidade de animais, não necessariamente o controle dos danos precisa envolver a redução da densidade e a redução da densidade não necessariamente significa uma redução proporcional nos danos. Finalmente, não necessariamente todos os atores sociais concordam

sobre o que é bom ou ruim em termos populacionais, ambientais ou econômicos e as diferenças de percepção podem ser causa de conflitos.

## Diagnosticar o problema e elaborar o modelo conceitual

Para se ter certeza de que o manejo de javalis é a questão importante de gestão é melhor dispor de um diagnóstico abrangente da situação atual da UC. O diagnóstico deve ser focado e rápido, pois diagnósticos sem foco desperdiçam recursos e diagnósticos demorados retardam o início das ações e correm o risco de ficarem defasados. O diagnóstico deve organizar as informações disponíveis sobre os alvos de conservação, os principais fatores responsáveis pelo estado destes alvos, os objetivos de conservação e as opções de manejo disponíveis. Um aspecto central do diagnóstico é identificar as lacunas de informação sobre os alvos e os principais fatores que influenciam seu manejo. Um programa de manejo precisa ser eficiente, ou seja, ser capaz de reduzir os danos com um esforço aceitável (custos técnicos, financeiros e socioambientais). Uma dificuldade comum no caso das espécies invasoras é não dispor de dados quantitativos sobre os riscos ou efeitos. Em um processo clássico, estas lacunas seriam respondidas no diagnóstico, formatado como um programa de pesquisa, uma solução cara e demorada. No manejo adaptativo estas lacunas serão tratadas ao longo do próprio processo de manejo, planejado e monitorado de tal forma que permita o aprendizado.

As seguintes questões podem auxiliar na preparação de um diagnóstico focado e na definição dos objetivos:

- Quais são os principais alvos de conservação (espécies, sítios, processos ecossistêmicos) e objetivos de manejo?
- Quais são os principais problemas de gestão do local e do entorno?
- Quais ações de gestão são prioritárias, considerando importância e factibilidade?
- Efeitos dos javalis e fatores associados à presença de javalis estão entre os principais problemas?
- Quais são as evidências e lacunas de informação sobre a origem e a magnitude dos diferentes problemas?
- Quais são as principais evidências e lacunas de informação sobre a origem e magnitude dos efeitos dos javalis sobre a biodiversidade?
- A presença de javalis tem algum efeito positivo sobre os alvos conservação e objetivos de manejo? Quais?
- Onde e quando ocorre o problema (tipos de ambientes, abrangência espacial, épocas)?
- Os principais fatores envolvidos na presença e efeitos dos javalis são econômicos, sociais ou ambientais?

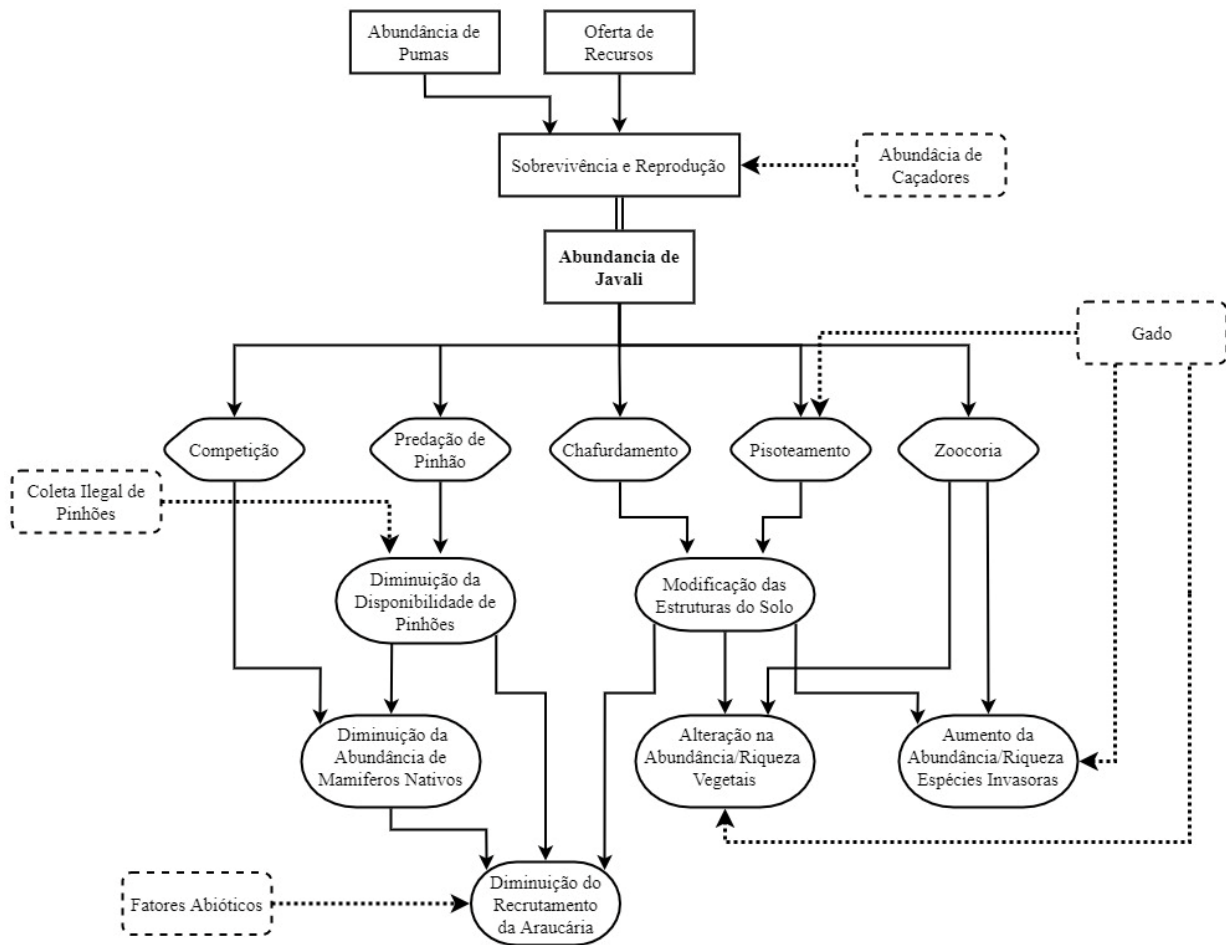
- Quais são as principais fontes de javalis (por exemplo, reprodução local, dispersão, fuga de criadores, introdução intencional)?
- Quais métodos de redução de danos têm sido empregados regionalmente e com qual sucesso?
- Quais métodos de redução de danos podem funcionar no contexto local? Existem evidências?
- Quais são os principais grupos sociais potencialmente interessados no manejo de javalis?
- Estes grupos sociais estão interessados em se envolver no manejo dos javalis, positivamente ou negativamente? Como?

Entre os potenciais atores que podem se envolver:

- Quadro técnico das unidades de conservação;
  - Agentes ambientais municipais, estaduais e federais;
  - Profissionais e entidades que abrangem a proteção ambiental ou a saúde animal;
  - Instituições de pesquisa;
  - Entidades e associações de caça;
  - Proprietários rurais;
  - Agentes de vigilância sanitária.
- Um elemento importante do diagnóstico é explicitar visualmente o modelo conceitual de causas e efeitos demonstrados ou especulados dos javalis sobre os alvos de conservação, específico para a UC onde se pretende realizar o manejo. O exercício de elaborar o modelo conceitual ajuda a dar clareza sobre os pressupostos, evidências, lacunas, incongruências, prioridades e objetivos. Na Figura 4 apresentamos um exemplo de modelo conceitual pensado para a ecorregião de florestas com araucária. O propósito de apresentar este modelo é que ele sirva de exemplo e não que seja

**“Os objetivos devem ter relação com os alvos de conservação.”**

generalizado para todas as Unidades de Conservação. Cabe a cada UC elaborar ou adaptar uma proposta que vá de acordo com a realidade local.



**Figura 4.** Exemplo de modelo conceitual dos possíveis efeitos do javali na ecorregião da floresta com araucária em Unidades de Conservação. Os cinco hexágonos representam os mecanismos (estressores) que podem levar a efeitos sistêmicos (representados por elipses). Os fatores de confusão que podem influenciar ou mascarar possíveis resultados do manejo estão identificados pelas linhas pontilhadas.

- Cada relacionamento (ligações) entre um fator e um desfecho (caixas) implica em uma relação causal (uni ou bi direcional, dependendo do sentido das flechas) a ser avaliada. Estas relações causais podem ser consideradas como conhecidas (já mensuradas) ou como lacunas a serem preenchidas. O modelo conceitual é a declaração do conjunto de hipóteses (os relacionamentos conjecturados) sobre as causas dos problemas (fatores) e os efeitos esperados (desfechos) das ações de manejo. No manejo adaptativo, cada relação é tratada como uma hipótese a ser testada.

Ao elaborar o modelo conceitual é importante mantê-lo simples, focado nos aspectos considerados localmente como mais importantes. Quanto mais complexo o modelo conceitual e mais fatores se desejar compreender, mais complexo e caro será o programa de manejo necessário para explorá-lo. Em um programa de manejo provavelmente não será possível demonstrar todas as relações causais que se gostaria, o que exigirá um exercício de priorização.

Um aspecto fundamental da elaboração do modelo conceitual é incorporar fatores externos que podem influenciar decisivamente cada desfecho – são os fatores confundidores (linhas pontilhadas na Figura 4). Uma determinada relação de causa e efeito pode ser estimada equivocadamente se fatores externos confundidores importantes não forem mensurados e incorporados na análise. Um efeito confundidor pode ser, por exemplo, um efeito de predação similar ao do javali, mas causado por uma outra espécie, ou um efeito sobre a abundância de javalis não causado pelas ações do programa de manejo.

Um programa de manejo planejado cuidadosamente, a partir de um modelo conceitual consistente, será capaz de demonstrar a magnitude dos danos, a congruência das relações de causa e efeito especuladas e os ganhos do programa de manejo, justificando sua continuidade e orientando os ajustes ou mudanças do foco de intervenção.

## Definir a estratégia e as metas do manejo

Uma vez definido que o manejo de javalis é uma prioridade, considerando os efeitos conhecidos ou conjecturados, elaborado o modelo conceitual de relações entre a espécie e os efeitos e definidos os objetivos, é hora de optar entre diferentes estratégias de manejo.

De maneira geral o programa de manejo pode envolver uma ou mais das seguintes estratégias:

- A eliminação dos danos através da erradicação dos javalis;
- A redução dos danos a um nível aceitável, através do controle das populações de javalis;
- A eliminação ou redução dos danos através de ações sobre os recursos, o hábitat ou os alvos de manejo, sem envolver ações diretas nas populações de javalis.

Cada uma destas opções apresenta suas vantagens e desafios em diferentes contextos e um conjunto próprio de técnicas já experimentadas. No **capítulo VII** comentaremos resumidamente sobre as principais técnicas descritas na literatura. Neste subcapítulo, comentaremos os aspectos fundamentais na escolha das técnicas.



## *Erradicação*

A erradicação é improvável em áreas extensas e só foi bem-sucedida em circunstâncias específicas como ilhas, propriedades cercadas e ou isoladas, ou populações pequenas e recém

**“A erradicação é improvável em áreas extensas, e só foi bem-sucedida em circunstâncias específicas.”**

estabelecidas<sup>[89,107]</sup>. Resumidamente, a possibilidade de erradicação está intimamente ligada ao tamanho da população invasora, à extensão geográfica da disseminação, e à facilidade de localização e remoção do invasor<sup>[108,109]</sup>. Há especificamente seis critérios que devem ser atendidos para que a erradicação seja uma opção de manejo viável<sup>[110]</sup>:

1. A taxa de remoção excede a taxa de crescimento da população,
2. A entrada de novos animais não é possível (ex: reintrodução e imigração),
3. Todos os animais reprodutivos são passíveis de localização e remoção,
4. Os animais são detectáveis em baixas densidades,
5. Os custos e os benefícios favorecem a erradicação em vez do controle contínuo,
6. Os atores sociais e políticos concordam com a erradicação.

Dentre as características chaves para a erradicação se deve prestar muita atenção no controle da imigração. As áreas enfrentam pressão de recolonização contínua de populações circunvizinhas não controladas<sup>[111]</sup>, o que colocará em risco todo o esforço da remoção dos animais. Assim, quando se tenta a erradicação uma área, é importante monitorar a abundância conforme os esforços de controle são implementados<sup>[89,112,113,114,117]</sup>. Apenas alguns animais perdidos durante uma tentativa de erradicação podem resultar em uma população restabelecida, dadas as altas taxas reprodutivas e de crescimento populacional. Visto isso, o monitoramento da população é fundamental para declarar se a erradicação foi alcançada e para garantir que novos indivíduos não estão aparecendo através de imigração<sup>[89,113,115]</sup>.

O controle da imigração pode ser feito por cercamento, manutenção de faixas de segurança livres de animais ou hostis à sua presença. A principal técnica inicial para diminuir drasticamente a abundância é o armadilhamento, podendo ou não ser mesclado com caça ativa e de espera. Conforme a abundância diminui, a caça ativa e a de espera devem ser intensificadas para remover os indivíduos que evitam armadilhas e achar indivíduos isolados. A técnica de Judas (que envolve colocar um rastreador GPS em alguns indivíduos a fim de encontrar o restante da vara) também pode ser aplicada para localizar possíveis áreas de refúgio.

### *Controle da abundância de javalis*

O controle populacional é recomendado quando a erradicação não é possível e se deseja a redução de danos em grandes áreas ou de maneira generalizada. A redução da população tem como objetivo reduzir o número de indivíduos para, assim, diminuir os danos causados a um nível aceitável que possibilite atingir os objetivos de conservação. Deve se levar em conta que o controle da abundância apresenta duas etapas: a primeira onde as técnicas são aplicadas para diminuir a população ao nível desejado; e a segunda onde técnicas são aplicadas para manter a

**“Diferente da erradicação, o controle da abundância exige a manutenção das ações por tempo indeterminado.”**

população no nível desejado. Nem sempre a mesma combinação de técnicas é aplicada com a mesma frequência e intensidade nas duas fases<sup>[116]</sup>.

Diferente da erradicação, onde após a remoção da população o único gasto econômico seria em manter a espécie fora da área, o controle da abundância exige a manutenção das ações por tempo indeterminado. Se interrompidas as ações de controle, a população voltará a crescer.

O controle de abundância mais efetivo normalmente envolve uma mistura de técnicas como armadilhamento e caça ativa e de espera. O armadilhamento deve ser reavaliado espacialmente e temporalmente, pois pode haver aprendizado por parte dos indivíduos, aumentando o evitamento das armadilhas. A diminuição da imigração auxilia na manutenção da baixa abundância. Para diminuir a imigração pode ser necessário um projeto de manejo integrado com as propriedades vizinhas.

### *Controle dos Danos*

O controle direto dos habitats, recursos ou dos alvos de conservação é uma alternativa ao controle direto das populações de javalis. Esta estratégia tende a ser mais efetiva em áreas pequenas de alto valor para a conservação. Como exemplo de técnicas temos o cercamento de regiões prioritárias, proibição ou controle de criações de suínos nas regiões de amortecimento das Unidades de Conservação, cercamento de recursos de alto valor alimentar, entre outros.

### *Definir Metas*

Identificados os objetivos e a estratégia de manejo, a definição de metas é fundamental para poder acompanhar o andamento do manejo e avaliar se as ações estão sendo efetivas, afinal, é atingindo as metas que se define o sucesso do programa. Para isso, é fundamental que as metas sejam precisas, mensuráveis e alcançáveis.

**“É fundamental a criação de metas precisas e realizáveis para o adequado acompanhamento do manejo.”**

Existem diversas técnicas que auxiliam na definição de metas realistas, e entre elas a mais utilizada atualmente é a técnica SMART. A sigla SMART é um acrônimo das palavras (em inglês) que definem os cinco conceitos que o formam: Specific (específico), Measurable (mensurável), Attainable (alcançável), Realistics

(realistas), e Time Bound (com prazo).

### **Elaborar o plano de ação**

O controle de danos implica na execução de um conjunto de ações. Estas ações envolvem a implementação das ações de controle em si, conforme as escolhas feitas entre as diferentes opções existentes e as ações de coleta de dados – o monitoramento.

O plano de ação deve especificar onde será executada cada ação, por quanto tempo, com que periodicidade, com quais técnicas, por quais atores e com quais fontes de recursos. No manejo adaptativo, a execução destas ações deve seguir princípios de delineamento estatístico. Um plano de ação adaptativo é um experimento em escala real de manejo. Planejado desta forma, será possível sistematizar a coleta de informações de forma a testar os pressupostos do modelo conceitual, avaliar a efetividade das ações e gerar aprendizado, resolvendo as lacunas de informação mais importantes.

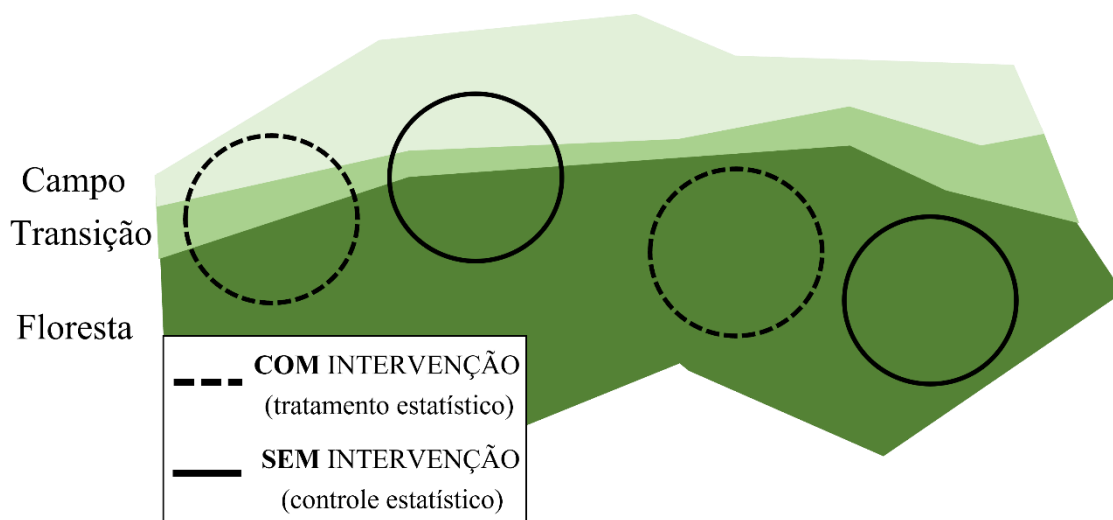


Figura 5. Representação de uma situação hipotética de divisão de uma UC. Quatro áreas foram separadas: duas para realização de manejo de danos provocados por javalis, duas como controle estatístico. As áreas foram pareadas para representarem a variedade de ambientes, havendo uma área com e sem intervenção apenas com ambiente de floresta e as outras duas com um gradiente de ambientes. Tendo sucesso no controle nas áreas escolhidas, demonstrado pelo monitoramento, pode ser redesenhando o monitoramento para ter mais áreas com intervenção.

O **delineamento** no jargão estatístico inclui três aspectos centrais – tratamento, **controle estatístico e réplicas** (Figura 5). O primeiro aspecto, tratamento é o conjunto ações de manejo que serão executadas e os locais ou momento no tempo em que acontecerão. O controle estatístico, é o conjunto de locais ou momentos no tempo sem intervenções, sem ações de manejo, utilizadas para comparar com os locais ou tempos das ações (tratamento). O terceiro aspecto (réplicas), significa estabelecer repetições, no tempo ou no espaço, dos tratamentos e dos controles estatísticos. É sempre preferível ter, pelo menos, três repetições de cada situação de intervenção que se deseja verificar (testar), conforme estabelecido no modelo conceitual, e seus respectivos controles estatísticos.

Em situações reais de manejo, nem sempre é possível obter boas réplicas e controles estatísticos. Esta condição implica em restrições na análise dos dados, mas, ainda assim, permite aprendizado. **É aconselhável consultar um profissional com experiência em delineamento experimental para auxiliar na construção do melhor arranjo possível de amostras, réplicas e controles estatísticos.** Geralmente é possível organizar a coleta de dados adotando princípios de alguns tipos de estudos, mais comumente casos-controle, antes-depois/controlado-impacto (sigla BACI em inglês).

Na elaboração do plano de ação também é fundamental inventariar a experiência local no controle dos danos, que pode apresentar ideias novas e promissoras. O sucesso do controle é uma combinação de técnica e arte. O sucesso de uma ação depende em grande parte da experiência local no emprego das técnicas. A melhor técnica muitas vezes é aquela cujos atores dominam com

maior competência, ainda que outras opções sejam, em tese, também efetivas. Esta reflexão pode ajudar a escolher entre opções como por exemplo a caça com cães, de espera em jiraus ou através de busca ativa noturna. Um aspecto fundamental nesta análise é não cometer nenhum dos dois erros mais comuns: **ignorar o conhecimento local ou considerar *a priori* o conhecimento local como de qualidade superior e eficiente**. O conhecimento local oferece um excelente conjunto de hipóteses sobre opções de manejo, cuja efetividade precisa ser testada como parte do programa de manejo adaptativo.

### Elaborar o plano de monitoramento

O monitoramento é parte essencial de um programa de manejo adaptativo. Ele corresponde à coleta de dados em um projeto de pesquisa e tem a mesma função básica – obter dados para verificar as hipóteses explicitadas no modelo conceitual e assim gerar aprendizado, além de indicar a necessidade de ajustes<sup>[19]</sup>. O modelo conceitual é o guia para determinar quais variáveis ou indicadores é necessário monitorar e os objetivos determinam os desfechos finais a serem monitorados. Os planos de ação pressupõem que as intervenções (ações) determinarão mudanças nos efeitos da espécie invasora sobre os alvos de conservação. Portanto, independentemente dos objetivos e da estratégia, é importante que o monitoramento inicie antes das intervenções e seja continuado no tempo e espaço. O monitoramento antes do início das ações de controle é importante para reunir dados de referência com os quais comparar todos os dados futuros e assim medir a efetividade do programa.

**“O modelo conceitual é o guia para determinar quais variáveis é necessário monitorar.”**

Não use só o número de indivíduos abatidos como um indicador para o resultado do controle nem como objetivo de manejo, porque os números de indivíduos e a extensão dos efeitos nem sempre se correlacionam<sup>[117,118]</sup>. Em vez disso, tome dados também sobre os efeitos.

De forma mais aprofundada, o monitoramento tem três funções, correspondendo a três níveis:

- 1. Monitoramento da implementação.** É um monitoramento operacional (o que foi feito, quando e a que custo), que avalia se, e em que medida, as ações de manejo programadas estão sendo executadas. Corresponde à eficácia do programa de manejo, analisando o cumprimento das ações e do cronograma conforme delineados.
- 2. Monitoramento da efetividade.** Tem como função determinar se os objetivos estão sendo cumpridos e, conseqüentemente, se o programa está tendo sucesso. As questões principais são: Foi alcançado o objetivo de conservação estipulado? Houve uma redução significativa dos efeitos nos alvos de conservação?

**3. Monitoramento de validação.** Tem como função testar as hipóteses explicitadas no modelo conceitual. Nesse caso é analisada a significância das relações de causa e efeito postuladas no modelo conceitual e que foram postas à prova através do delineamento.

É interessante pensar também em um monitoramento de longo prazo de um subconjunto das variáveis, com o objetivo de sinalizar possíveis alterações das condições que indiquem a necessidade de novas ações, retomada das ações ou delineamento de um novo programa de pesquisa ou manejo. Isto porque o monitoramento do conjunto total de variáveis propostas no plano de ação pode ser inviável a longo prazo, pela sua complexidade e custo. Todas as variáveis medidas, mas especialmente as escolhidas para o monitoramento de longo prazo, podem ser denominadas de indicadores. Cabe lembrar que uma boa variável indicadora, entre outras características, deve ser fácil de medir, de baixo custo, pouco dependente de especialistas ou equipamentos especializados, ser específica e estável e possuir relações de causa e efeito com a intervenção bem estabelecidas<sup>[.119,120]</sup>.

O leque de variáveis a monitorar vai depender do modelo conceitual concebido. Em programas de controle de javalis sobre alvos de conservação, é provável que parte das medidas relativas aos seguintes grupos de indicadores façam parte do monitoramento:

- Parâmetros relacionados à oferta de recursos;
- Parâmetros relacionados às condições ambientais;
- Parâmetros relacionados a fatores confundidores;
- Parâmetros vitais e populacionais dos javalis;
- Parâmetros populacionais de espécies competidoras, predadoras e parasitas.
- Parâmetros de estrutura e funcionamento dos ecossistemas;
- Parâmetros relacionados aos desfechos nos alvos de conservação;
- Parâmetros relacionados às intervenções.

Os modelos conceituais são estruturados hierarquicamente. Isso significa que algumas variáveis serão apenas causas (fatores, ou variáveis independentes), os desfechos serão apenas efeitos (consequências, variáveis dependentes), mas outras serão simultaneamente causas e efeitos conforme sua posição relativa na hierarquia do modelo. Por exemplo, no modelo exemplificado nesse guia a “diminuição da abundância de mamíferos nativos” é considerado um desfecho pois é afetada diretamente pelos javalis e um efeito pois influencia na regeneração da araucária.

O monitoramento inclui a análise dos dados obtidos e a sua interpretação conjunta pelos atores sociais envolvidos. Esta análise e interpretação é a base para tomar decisões embasadas

sobre como o processo deve prosseguir. No **Capítulo VI** há guias de como utilizar mais profundamente alguns dos parâmetros.

#### *Parâmetros relacionados com a oferta de recursos*

Os recursos incluem alimentos silvestres e produtos agrícolas. Pode ser importante mensurar a disponibilidade de diferentes tipos de cultivos; a abundância de recursos alimentares silvestres preferenciais ou que sejam alvos potenciais das ações de manejo; disponibilidade de refúgios para abrigo e reprodução; disponibilidade de água; métricas da paisagem agrícola. A presença do javali frequentemente está relacionada com a abundância de plantios de alto valor energético, como milho, soja e sorgo, além da criação de suínos<sup>[32]</sup>. Recursos alimentares silvestres incluem tubérculos, frutos e raízes<sup>[32]</sup>. No exemplo da figura 4, temos um quadro com a disponibilidade de recursos (que pode a disponibilidade de milho e soja no entorno dependendo da UC)

#### *Parâmetros relacionados com as condições ambientais*

Conforme o clima, pode ser importante registrar a ocorrência de eventos extremos; oscilações de grande amplitude, variações sazonais na pluviosidade e temperatura. Por ser um animal generalista com grande mobilidade, variáveis climáticas tendem a ter baixa influencia. Contudo, a sazonalidade pode estar relacionada com a movimentação dos indivíduos, visto que, em épocas mais quentes, tendem a buscar e ficar mais perto de recursos hídricos e áreas sombreadas e podendo até mesmo mudar o horário de atividade, priorizando horários mais amenos <sup>[38,40,41]</sup>.

#### *Parâmetros relacionados a fatores confundidores*

Cada desfecho no modelo conceitual provavelmente não é influenciado apenas pelos javalis, mas também por outros fatores que, portanto, também precisam ser medidos. Exemplos de fatores que podem influenciar a conservação da biodiversidade local, a abundância de javalis ou fatores relacionados, são as atividades furtivas (caça, coleta etc.), a disponibilidade de recursos alimentares alternativos (lixo, carcaças, descartes, criações domésticas); distúrbios (queimadas, presença de veículos etc.) e mudanças na paisagem, como investimentos em infraestrutura. No nosso exemplo (Fig. 4) temos a presença de coleta ilegal e de gado como possíveis fatores de confusão.

#### *Parâmetros vitais e populacionais dos javalis*

De maneira geral os mais comuns são: sobrevivência, fertilidade, êxito reprodutivo, frequência, abundância, densidade e suas variações no tempo e habitats. Todas estas variáveis podem ser utilizadas para tentar estimar o crescimento ou declínio da abundância, sendo algumas mais precisas que outras. É de extrema importância ter uma ideia inicial sobre a distribuição dos javalis na área, em termos de épocas do ano, habitats, frequência e abundância<sup>[106]</sup>.

Mais especificamente, a densidade pode ser relativa ou absoluta onde:

- Densidade relativa: indícios de presença, captura por unidade de esforço, frequência e intensidade de danos, avistamentos em deslocamentos.
- Densidade absoluta: marcação e recaptura, drones, armadilhas fotográficas.

Para os indícios de presença temos: rastros, áreas chafurdadas, ninhos ou camas, fezes, buracos em cercas, presas e marcas de fricção. Tenha cuidado para não confundir rastros de javalis com rastros de outros ungulados e vice-versa, sejam domésticos ou nativos.

#### *Parâmetros populacionais de espécies competidoras, predadoras e parasitas*

Danos, consumo de recursos ou efeitos na biodiversidade podem ser causados por outras espécies com hábitos e atributos similares e confundidores. Quando presentes, rastros de porcos nativos podem confundir na estimativa da população de javalis, ou no consumo dos recursos, caso não sejam levados em consideração no manejo. Parasitas indicam tanto riscos à biodiversidade quanto as condições ambientais às quais os javalis estão sujeitos, se relacionando com a reprodução e o crescimento populacional. A presença de predadores de grande porte, capazes de predação principalmente filhotes, pode influenciar o sucesso reprodutivo.

#### *Parâmetros de estrutura e funcionamento dos ecossistemas*

Quando se supõe que os javalis possam estar alterando processos ecossistêmicos pelo chafurdamento, defecação e outros comportamento, pode ser importante tomar medidas dos efeitos na rede hídrica e no solo como permeabilidade, turbidez, quantidade de nitrogênio e quantidade de matéria orgânica.

#### *Parâmetros relacionados aos desfechos nos alvos de conservação*

Os parâmetros irão variar conforme os alvos de conservação e os objetivos de cada Unidade de Conservação. Conforme os alvos e objetivos, podem ser tomadas medidas relacionadas a mudanças na paisagem, parâmetros populacionais de espécies-alvo; medidas de processos ecossistêmicos de interesse etc. Em UCs com foco da conservação da araucária, poderíamos medir a quantidade de plântulas.

#### *Parâmetros relacionados às intervenções*

As mais comuns são: esforço de controle direto e indireto antes e após o início do programa. O mais utilizado é o número de indivíduos removidos por unidade de esforço onde, por exemplo, o número de indivíduos capturados nas armadilhas diminui conforme a população diminui. Contudo, esse indicador também pode ser afetado pela sazonalidade e pelo aprendizado das populações de javali.



## Implementar o plano de ação e o plano monitoramento

A implementação do plano é a execução das ações programadas, incluindo as ações de monitoramento. O ideal é seguir o plano conforme planejado. Entretanto, ao longo do processo é provável que ocorram situações inesperadas, o que é inerente aos processos de tomada de decisão. Existem incertezas biológicas (mudanças comportamentais, estocasticidades, efeitos em cascata), ambientais (distúrbios) e humanas (econômicas, administrativas, políticas). Elas são inevitáveis e influenciam os avanços e alcances do plano. É possível reduzir parte das incertezas com um diagnóstico e um modelo conceitual bem elaborados e um planejamento capaz de gerar aprendizado sobre as incertezas. Um bom plano de monitoramento será capaz de prover dados sobre o avanço da implementação e detectar e prover dados também sobre as mudanças e situações novas.

## Avaliar o plano de ação e decidir sobre ajustes

A análise e interpretação conjunta dos dados sobre a implementação e os alcances do programa permite revisar os objetivos, modelos, delineamento ou técnicas. Por isso o manejo é adaptativo. A avaliação do sucesso do programa de manejo se baseia na análise de dados através de métodos estatísticos coerentes com o delineamento adotado, ponderando eventuais mudanças de rumo nos objetivos impostas por situações inesperadas. É interessante manter também um registro da satisfação dos atores envolvidos, associado ao retorno sobre os avanços do programa de manejo.

Tendo feitos as análises e reajustes implemente o plano de ação reajustado e retome o ciclo de análise e reajuste, sempre focando nos objetivos de conservação.

## TÉCNICAS DE CONTROLE – UM RESUMO

---

Existe vasta literatura sobre técnicas de controle e guias específicos para cada técnica. Neste guia, enfatizamos a indicação de referências sobre o tema e comentários sobre vantagens e limitações que podem auxiliar no delineamento do programa de manejo.

Além das técnicas a serem aplicadas, deve se pensar em uma escala temporal maior. Será realizada apenas uma ação (por exemplo, erguer cercas)? Será usado um controle sustentável (por exemplo, ações iniciais intensas seguidas por um período de manutenção para impedir a recuperação)? Ou será um controle direcionado (por exemplo, controle apenas em momentos críticos quando o dano é maior)?

Complementarmente, há casos em que os animais aprendem a evitar técnicas ou áreas onde a pressão é muito intensa, assim diminuindo a eficiência destas técnicas e até podendo torná-las temporariamente inviáveis. Assim, é fundamental usar diferentes técnicas para um melhor resultado.

### Métodos de Controle de Dano

Neste documento, as técnicas estão divididas entre métodos indiretos e diretos. **Métodos indiretos** são aqueles que tentam diminuir a população alterando os recursos disponíveis para os indivíduos enquanto **métodos diretos** focam em diminuir a população removendo os indivíduos.

### Métodos indiretos - técnicas de aversão

#### *Cercamento*

O cercamento é um método eficaz, embora caro, de controle de javalis, e o custo de manutenção em longo prazo é baixo<sup>[121]</sup>. As cercas com maior sucesso são também as mais caras<sup>[93]</sup>. Cercas eletrificadas convencionais, não específicas para javalis, também podem ser usadas<sup>[122]</sup>. Para que o cercamento seja eficaz, a cerca precisa ser construída antes que os javalis se acostumem a atravessar a área. Uma vez que os indivíduos estejam cientes de um alimento ou fonte de água, colocar uma cerca em seu caminho geralmente não terá sucesso ou terá um custo de manutenção muito elevado. O custo do cercamento precisa ser considerado, e depende da eficiência do projeto, dos custos de instalação e manutenção, do comprimento do perímetro, da vida útil da cerca e do valor da área a ser protegida. A manutenção contínua é necessária para reparar quebras. Além disso, cercas elétricas exigem o controle da vegetação que cresce debaixo da cerca para evitar curto-circuito. Deve-se levar em consideração que o cercamento também pode impedir a passagem de animais silvestres.

#### *Dispositivos de aversão*

Dispositivos de afugentamento são ineficazes e não há repelentes químicos comprovados para manejo de javalis, embora muitos pesquisadores estejam tentando desenvolver essas opções.

Luzes piscando, alarmes sonoros ou objetos com movimento, como bandeirolas batendo ao vento, podem ter efeito auxiliar na evitação de cercas, especialmente as elétricas, mas não são eficientes quando usadas sozinhas, dado o aprendizado. São técnicas baratas, não específicas, que podem ser coadjuvantes em um plano.

### *Cães de guarda*

Os animais de guarda geralmente não são práticos para o uso contra javalis em situações de grandes áreas de pasto ou áreas plantadas<sup>[123]</sup>, e não existem antecedentes documentados do seu uso para proteção de áreas silvestres. É recomendado em áreas restritas e de grande valor, ou na pecuária.

## Métodos diretos

### *Armadilhamento*

O armadilhamento é particularmente adequado para áreas com populações grandes estabelecidas. O sucesso do armadilhamento varia dependendo da experiência do operador da armadilha, da abundância local de alimentos, e do tamanho e distribuição da população de javalis<sup>[124,125,126]</sup>. Um fator importante é o número e a distribuição de armadilhas em relação à área de vida ou aos movimentos dos javalis. É preciso dispor de armadilhas suficientes para distribuir em toda área, para que os indivíduos tenham uma alta probabilidade de encontrar uma armadilha. Números insuficientes de armadilhas, ou áreas onde armadilhas não podem ser colocadas, assegurarão que uma proporção da população não esteja sujeita ao manejo.

Selecionar um local para instalar a armadilha é um dos fatores mais importantes para o sucesso do aprisionamento e deve ser considerado com cuidado. As inspeções de ambientes como banhados, linhas de riachos e florestas, entre outros, devem revelar áreas de atividade recente de javalis e auxiliar na escolha da área para a colocação adequada de armadilhas. As armadilhas também podem ser montadas perto das principais trilhas que geralmente levam a áreas de refúgio e alimentação. De preferência, o local deve estar em uma área sombreada com a maior cobertura de vegetação possível.

O acesso de veículos a áreas perto das armadilhas é essencial, pois transportar grandes quantidades de isca para as armadilhas a pé logo se tornará impraticável. As armadilhas também devem estar localizadas em um circuito para facilitar a verificação diária. Uma vez identificados locais potenciais para armadilhas, a prealimentação deve ser realizada nessas áreas, depositando pequenas quantidades de isca em toda a área imediata ou ao longo de trilhas. O local deve então ser monitorado e reabastecido por vários dias para permitir que os javalis se acostumem com a isca, maximizando o número de animais atraídos para a área. Após a montagem da armadilha continue colocando isca no local, sem ativar a porta. Quando o movimento de animais for satisfatório, ative a armadilha.

Muitos materiais podem ser usados como isca, contudo se o material utilizado for muito diferente dos encontrados no meio ou de baixo valor nutritivo, pode demorar para ser reconhecido como alimento. Os javalis têm a tendência de manter uma única fonte abundante de alimento até que ela se esgote. Paciência e prealimentação são necessárias nesta situação. Pode ser necessário experimentar algumas iscas diferentes antes de encontrar uma que produza bons resultados, e a isca deve ter custo baixo e ser facilmente adquirida, pois grandes quantidades serão necessárias. Se disponível, bananas ou outros frutos, especialmente mangas, podem produzir bons resultados, assim como grãos e melações fermentados. Milho cru e fermentado tem sido utilizado no Rio Grande do Sul com sucesso.

Se os javalis permanecerem hesitantes em entrar na armadilha, tente:

- Colocar iscas fora da porta ou colocar uma trilha de isca até a armadilha.
- Perturbar o chão dentro da armadilha com uma enxada pode ser útil.
- Usar atrativos aromáticos, como essência de baunilha, anis, creosoto ou óleo de peixe.

Uma vez que as armadilhas são colocadas, elas precisam ser inspecionadas diariamente (de preferência pela manhã). Libere espécies não-alvo e abata os javalis presos o mais rápido e humanamente possível. Mantenha a atividade humana ao mínimo e evite usar cães em locais de captura. Também é aconselhável continuar a prealimentação em outros locais para que, quando o primeiro local estiver esgotado, a armadilha possa ser movida para outro local e continue a capturar indivíduos.

### *Abate*

As técnicas de abate são variadas, podendo incluir: perseguição (com e sem cães), tiro em espera com ceva, tiro sem ceva, tiro aéreo, entre outros. Como método de controle, a caça é adequada somente em áreas relativamente pequenas e de fácil acesso. Ela é geralmente considerada como uma ação de eliminação dos indivíduos residuais após outras técnicas terem sido empregadas. A caça com cães tem apresentados resultados melhores que a sem cães quando as populações estão em baixas densidades e os esforços fazem parte de um programa formal de erradicação com múltiplas técnicas de controle<sup>[127]</sup>. A caça recreativa tende a não ser efetiva como estratégia de controle. Estima-se que os caçadores recreativos consigam matar apenas 15 a 20% da população de javalis anualmente, em áreas acessíveis<sup>[128]</sup>. A perturbação regular por estimular a dispersão. Existe o risco do estímulo à cultura da caça estimular novas introduções e um manejo mais desportivo que de controle.

### *Envenenamento*

É um método custo-efetivo amplamente utilizado em alguns países<sup>[129]</sup>. No Brasil não existem produtos autorizados para esta finalidade e seu uso não está regulamentado. Os venenos tendem a causar uma morte relativamente lenta. As drogas mais empregadas no controle de javalis são fluoroacetato de sódio (1080) e para amino propiofenona (PAPP), indisponíveis no país. A especificidade do emprego de drogas depende da forma de apresentação, contudo há muitas preocupações com relação à contaminação de espécies não alvo.

### *Esterilização*

Não existem evidências de que técnicas anticoncepcionais sejam eficazes em programas contínuos de controle. Os maiores problemas do uso de contraceptivos são os custos elevados, a não especificidade dos produtos e dificuldade em alcançar esterilizações suficientes.

## ASPECTOS COMPLEMENTARES

---

### Presença de porcos-do-mato

A presença de cateto (*Tayassu pecari*) e queixada (*Pecari tajacu*) pode trazer dificuldades na aplicação de certas técnicas de estimativa populacional e de controle de danos. Quando a presença dessas espécies nativas é confirmada, é importante reforçar as medidas de educação ambiental focando nas diferenças com o javali. Os protocolos de vistoria das técnicas que envolvem armadilhamento devem levar em consideração a captura indesejada das espécies nativas.

### Boas práticas

Seja qual for a estratégia, é importante adotar sempre as melhores práticas, aplicadas por profissionais treinados. Privilegie equipes multidisciplinares, que serão mais capazes de cobrir as múltiplas facetas de um programa de controle. Os principais aspectos a serem observados incluem<sup>[130]</sup>:

- A segurança dos profissionais e do público;
- A especificidade e os riscos para animais não-alvo;
- O bem-estar animal;
- O respeito à cultura local e aos atores sociais;
- A preparação para emergências;
- A precaução em relação a efeitos adversos;
- A vigilância em relação a riscos previstos e imprevistos;
- Os efeitos indesejados em espécies nativas, especialmente porcos-do-mato.

### Destinação das carcaças

No caso da opção pelo abate dos animais, é necessário prever a destinação segura das carcaças. Enterramento em valas, incineração ou compostagem são opções viáveis, dependendo do local do manejo, da quantidade de animais e da disponibilidade de instalações. Recomenda-se a participação de um profissional habilitado para orientar o planejamento da destinação.

Não é recomendada o consumo dos javalis, nem mesmo por animais, como os cachorros, devido ao risco de contágio de doenças<sup>[131,132,133,134]</sup>. São proibidas a distribuição e a comercialização de quaisquer produtos e subprodutos obtidos por meio do manejo de javalis que vivem em liberdade.

No caso do enterramento no local de origem das carcaças o Manual de Boas Práticas para o Controle de Javali<sup>[130]</sup> traz: a) a área aberta não deve ser em local de grande circulação de pessoas nem de animais; b) a área não deve ser próxima de corpos d'águas; c) deve estar localizada, no

mínimo, a 100 m das áreas de proteção ambiental; d) deve ser em local com declividade menor que 20%; e) as valas devem ter, no mínimo, 2,5 metros de profundidade por 2,5 metros de largura (dimensões para até quatro javalis); f) os animais devem ser posicionados lado a lado; g) a camada de cobertura de terra deve ser de, no mínimo, 60 cm.

## Colaboração com pesquisa

A colaboração com instituições de pesquisa pode facilitar a coleta de informações e a elaboração da parte metodológica. Uma maneira de procurar pesquisadores possivelmente interessados é através dos sites de grupos de pesquisa de diferentes universidades, principalmente nos departamentos de agricultura, veterinária e biociências.

## Legislação e Procedimentos legais

Historicamente, a legislação referente à caça de fauna vem sendo atualizada ano a ano. Entre as legislações vigentes, encontram-se, especificamente, as normas relacionadas à caça do javali. Listas com as legislação histórica e vigente podem ser encontradas no site do IBAMA (<https://www.ibama.gov.br/legislacao/javali>) e no Anexo II (páginas 39 - 42) do Manual de Boas Práticas para o Controle de Javali ([http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual do Javali Digital.pdf](http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual%20do%20Javali%20Digital.pdf)). É importante se manter atualizado sobre todas as legislações pertinentes nas diferentes esferas administrativas.

Para a prática do manejo e para as diferentes pessoas envolvidas é fundamental estar ciente dos procedimentos legais necessários para as diferentes ações e papéis dos participantes. No Manual de Boas Práticas para o Controle de Javali há uma breve descrição das normas e autorizações necessárias para o manejo (páginas 16) e no Anexo I (páginas 36 e 37) há um Checklist do controlador com indicação dos documentos para diferentes tipos de manejos, voltado tanto para gestores de UCs como proprietários rurais.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

---

### V. Planejamento

- 📖 Manejo Adaptativo: primeiras experiências na Restauração de Ecossistemas (**Livro de exemplos**) – [https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2014/01/Manejo\\_Adaptativo\\_Primeiras\\_Experiencias\\_na\\_Restauracao\\_de\\_Ecossistemas.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2014/01/Manejo_Adaptativo_Primeiras_Experiencias_na_Restauracao_de_Ecossistemas.pdf)
- 📖 Padrões Abertos para a Prática da Conservação (**Guia sobre uma adaptação da abordagem MEA**) – <HTTPS://CMP-OPENSTANDARDS.ORG/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/07/CMP-OPEN-STANDARDS-FOR-THE-PRACTICE-OF-CONSERVATION-V4.0.PDF>
- 📖 Manual de Planejamento para a Conservação de Áreas, PCA Ecossistemas (**Livro aprofundando alguns passos do MEA**) – [HTTPS://WWW.CONSERVATIONGATEWAY.ORG/DOCUMENTS/PCA\\_TNC\\_PORT.PDF](HTTPS://WWW.CONSERVATIONGATEWAY.ORG/DOCUMENTS/PCA_TNC_PORT.PDF)
- 📖 Plano de Manejo Adaptativo para a Reserva Natural Salto Morato (**Website contendo o documento completo para download**) – <HTTPS://SITES.GOOGLE.COM/SITE/MANEJOADAPTATIVO/RELATORIO-FINAL-DOS-WORKSHOPS-SALTO-MORATO>
- 📖 Conceptualizing and Planning Conservation Projects and Programs (**Guia em inglês sobre MEA**) – [HTTPS://FOSONLINE.ORG/WP-CONTENT/UPLOADS/2011/11/CONCEPTUALIZING-AND-PLANNING-CONSERVATION-PROJECTS-AND-PROGRAMS-DRAFT\\_2019.PDF](HTTPS://FOSONLINE.ORG/WP-CONTENT/UPLOADS/2011/11/CONCEPTUALIZING-AND-PLANNING-CONSERVATION-PROJECTS-AND-PROGRAMS-DRAFT_2019.PDF)
- 📖 Ecosystem management: adaptive, community-based conservation (**Livro em inglês base sobre o MEA**) – <https://books.google.com.br/books?id=APiKqPBkStcC&pg=PR3&lpq=PP1&focus=viewport&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>

### Detectar e Estimar a População de Javalis

- 📖 Estimativa e Monitoramento das Populações de Javalis: Protocolo de amostragem para coleta de dados (**Guia em português com técnicas de monitoramento**) – [https://www.researchgate.net/publication/336197324\\_ESTIMATIVA\\_E\\_MONITORAMENTO\\_DAS\\_POPULACOES\\_DE\\_JAVALIS\\_Protocolo\\_de\\_amostragem\\_para\\_coleta\\_de\\_dados](https://www.researchgate.net/publication/336197324_ESTIMATIVA_E_MONITORAMENTO_DAS_POPULACOES_DE_JAVALIS_Protocolo_de_amostragem_para_coleta_de_dados)
- 📖 Manual de Boas Práticas para o Controle de Javali (**Para informações sobre amostragem e monitoramento ver páginas 27-31**) – [http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual\\_do\\_Javali\\_Digital.pdf](http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual_do_Javali_Digital.pdf)
- 📖 Cartilha: O javali asselvajado - Norma e medidas de controle (**Cartilha com informações básicas sobre o Javali**) – [https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/manejo-e-controle-de-javalis/20201029\\_Folder\\_Javali\\_A4.pdf](https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/manejo-e-controle-de-javalis/20201029_Folder_Javali_A4.pdf)
- 📖 Javalis, Javaporcos e Suiformes Nativos (**Cartilha com informações sobre diferenças entre javali e espécies nativas**) – <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96883/1/final7340.pdf>
- 📖 Javali: Uma ameaça ao agronegócio paranaense (**Cartilha informativa com aspectos básicos e diferenças entre ele e espécies nativas**) – <https://sistemafaep.org.br/wp->



[content/uploads/2020/08/Javali\\_Uma-amea%C3%A7a-ao-Agroneg%C3%B3cio-Paranaense\\_web.pdf](content/uploads/2020/08/Javali_Uma-amea%C3%A7a-ao-Agroneg%C3%B3cio-Paranaense_web.pdf)

## Custos e Benefícios

- 📖 Custo-efetividade e padrões ambientais: implicações para tratamento de esgotos no Brasil (**Dissertação**) – <https://repositorio.unb.br/handle/10482/2482>
- 📖 Custo-efetividade ecológica da compensação de reserva legal entre propriedades no estado de São Paulo (**Dissertação**) – <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286184>
- 📖 A análise custo-efetividade: sua aplicação como auxílio para a definição de políticas de regulamentação do uso de agrotóxicos (**Dissertação**) – <https://repositorio.unb.br/handle/10482/7092>
- 📖 Custo efetividade na conservação dos serviços ecossistêmicos: estudo de caso no Sistema Produtor de Água Cantareira (**Dissertação**) – <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/286544>

## Delinear o Plano de Manejo

- 📖 Statistical Methods for Adaptive Management Studies (**Livro em inglês explicando os as análises estatísticas**) - [https://wrrb.ca/sites/default/files/public\\_registry/17.Sit\\_Adaptive\\_management\\_statistcs\\_BC\\_1998.pdf](https://wrrb.ca/sites/default/files/public_registry/17.Sit_Adaptive_management_statistcs_BC_1998.pdf)
- 📖 Adaptive management of natural resources—framework and issues (**Artigo em inglês que apresenta um framework de tomada de decisão**) - <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.10.041>
- 📖 Passive and active adaptive management: Approaches and an example (**Artigo em inglês que apresenta exemplos**) - <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.10.039>
- 📖 Experimental or precautionary? Adaptive management over a range of time horizons (**Artigo em inglês que apresenta diferentes estratégias de controle**) - <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01395.x>

## VI. Técnicas de Controle

- 📖 Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (Sus scrofa) no Brasil (**Tabela com as técnicas de controle ver páginas 44 a 46**) – <http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2017/2017-PlanoJavali-2017.2022.pdf>

## Cercamento

- 📖 Wild Boar Fencing (**Guia em inglês contendo inf. sobre diferentes tipos de cercas**) – [https://www.wild-boar.org.uk/pdf/WildBoar\\_fencing.pdf](https://www.wild-boar.org.uk/pdf/WildBoar_fencing.pdf)
- 📖 Cartilha Proteção às Nascentes contra o Javali (**Cartilha com inf. sobre como proteger nascentes usando cercas**) – <https://www.briead.com.br/javali>

## Armadilhamento

- 📖 Guia para produtor rural: Construção de Jaula Curral Modelo Pampa (**Guia completo para montagem da armadilha tipo curral**) – [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia\\_para\\_produtor\\_rural\\_controle\\_javalis\\_jaula\\_curral\\_modelo\\_pampa.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia_para_produtor_rural_controle_javalis_jaula_curral_modelo_pampa.pdf)

- 📖 Manual de Boas Práticas para o Controle de Javali (**Para informações sobre armadilhas ver páginas 23-26**) –

[http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual\\_do\\_Javali\\_Digital.pdf](http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual_do_Javali_Digital.pdf)

## Abate

- 📖 Manual de Boas Práticas para o Controle de Javali (**Para inf. sobre perseguição e tiro ver páginas 26 e 27**) – [http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual\\_do\\_Javali\\_Digital.pdf](http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual_do_Javali_Digital.pdf)

## VII. Aspectos Complementares

### Presença de porcos-do-mato

- 📖 Cartilha: O javali asselvajado - Norma e medidas de controle (**Cartilha com informações básicas sobre o Javali**) – [https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/manejo-e-controle-de-javalis/20201029\\_Folder\\_Javali\\_A4.pdf](https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/manejo-e-controle-de-javalis/20201029_Folder_Javali_A4.pdf)
- 📖 Javalis, Javaporcos e Suiformes Nativos (**Cartilha com informações sobre diferenças entre javali e espécies nativas**) – <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96883/1/final7340.pdf>
- 📖 Javali: Uma ameaça ao agronegócio paranaense (**Cartilha informativa com aspectos básicos e diferenças entre ele e espécies nativas**) – [https://sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Javali\\_Uma-amea%C3%A7a-ao-Agroneg%C3%B3cio-Paranaense\\_web.pdf](https://sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Javali_Uma-amea%C3%A7a-ao-Agroneg%C3%B3cio-Paranaense_web.pdf)

### Destinação das carcaças

- 📖 Manual de Boas Práticas para o Controle de Javali (**Para inf. sobre destinação ver página 32**) – [http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual\\_do\\_Javali\\_Digital.pdf](http://ibama.gov.br/phocadownload/javali/2020/2020-12-17-Manual_do_Javali_Digital.pdf)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- [1] RICHARDSON, David M.; PYŠEK, Petr. Fifty years of invasion ecology—the legacy of Charles Elton. **Diversity and Distributions**, v. 14, n. 2, p. 161-168, 2008.
- [2] LOWE, Sarah *et al.* **100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database**. Auckland: Invasive Species Specialist Group, 2000.
- [3] BOUGHTON, Elizabeth H.; BOUGHTON, Raoul K. Modification by an invasive ecosystem engineer shifts a wet prairie to a monotypic stand. **Biological Invasions**, v. 16, n. 10, p. 2105-2114, 2014.
- [4] CROOKS, Jeffrey A. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. **Oikos**, v. 97, n. 2, p. 153-166, 2002.
- [5] CUDDINGTON, Kim; HASTINGS, Alan. Invasive engineers. **Ecological Modelling**, v. 178, n. 3-4, p. 335-347, 2004.
- [6] GONGORA, J. *et al.* Evolutionary relationships and taxonomy of suidae and tayassuidae. **Ecology conservation and management of wild pigs and peccaries**, p. 1-19, 2017. doi:10.1017/9781316941232.003
- [7] KEULING, O. *et al.* Eurasian Wild Boar *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758). In M. Melletti & E. Meijaard (Eds.), *Ecology, Conservation and Management of Wild Pigs and Peccaries* (pp. 202-233). 2017. doi:10.1017/9781316941232.023
- [8] LONG J. Introduced mammals of the world: their history distribution and influence. CSIRO Publishing, 2003.
- [9] MASSEI, GIOVANNA; GENOV, PETER V. The environmental impact of wild boar. **Galemys**, v. 16, n. 1, p. 135-145, 2004.
- [10] JAKSIC, Fabian M. *et al.* Invaders without frontiers: cross-border invasions of exotic mammals. **Biological Invasions**, v. 4, n. 1-2, p. 157-173, 2002.
- [11] HEGEL, C. G. Z. *et al.* Invasion and spatial distribution of wild pigs (*Sus scrofa* L.) in Brazil. **Biological Invasions**, p. 1-12, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02872-w>
- [12] DEBERDT, A. J.; SCHERER, S. B. O javali asselvajado: ocorrência e manejo da espécie no Brasil. *Natureza & Conservação*, v. 5, n. 2, p. 31-44, 2007.
- [13] PEDROSA, F. *et al.* Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. *Natureza & Conservação* 13: 84-87. 2015.
- [14] EVIN, Allowen; DOBNEY, Keith; CUCCHI, Thomas. A history of pig domestication: new ways of exploring a complex process. In: **Ecology, conservation and management of wild pigs and peccaries**. Cambridge University Press, 2017. p. 39-48.
- [15] GOEDBLOED, D. J. *et al.* Genome-wide single nucleotide polymorphism analysis reveals recent genetic introgression from domestic pigs into Northwest European wild boar populations. **Molecular ecology**, v. 22, n. 3, p. 856-866, 2013.
- [16] MAYER, J. J.; BRISBIN JR., I. L. **Wild Pigs in the United States: their history, comparative morphology, and current status**. Athens: University of Georgia Press, 1991.

- [17] KEITER, David A.; MAYER, John J.; BEASLEY, James C. What is in a “common” name? A call for consistent terminology for nonnative *Sus scrofa*. **Wildlife Society Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 384-387, 2016.
- [18] DESBIEZ, Arnaud Leonard Jean et al. Invasive species and bushmeat hunting contributing to wildlife conservation: the case of feral pigs in a Neotropical wetland. **Oryx**, v. 45, n. 1, p. 78-83, 2011.;
- [19] MOURÃO, G. de M. et al. Levantamentos aéreos de espécies introduzidas no Pantanal: porcos ferais (porco monteiro), gado bovino e búfalos. **Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2004.
- [20] IBAMA. Instrução Normativa No 3, de 31 de janeiro de 2013, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), decreta a nocividade do javali e dispõe sobre o seu manejo e controle. *Diário Oficial da União*, nº 23, seção 1, p. 88. 2013
- [21] BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (Sus scrofa) no Brasil**. Brasília; MMA; MAPA, 2017.
- [22] SALVADOR, C. H.; FERNANDEZ, F. A. S. Using the Eurasian wild boar phenotype as a basis to document a new process of invasion by *Sus scrofa* L. in a Neotropical biodiversity hotspot. *Wildlife Biology in Practice*, v. 10, n. 3, p. 22–29, 2014.
- [23] DUNCAN, Robert W. Reproductive biology of the European wild hog (*Sus scrofa*) in the Great Smoky Mountains National Park. 1974.,
- [24] SWEENEY, J. M., J. R. SWEENEY, S. W. SWEENEY. Feral Hog, *Sus scrofa*. p. 1164-1179. In: G. A. FELDHAMMER, B. C. THOMPSON, J. A. CHAPMAN (eds.), **Wild Mammals of North America: Biology, Management, And Conservation**. The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, Maryland. 2003.
- [26] DA CUNHA NOGUEIRA, Selene Siqueira et al. Feral pigs in Hawaii ‘i: Using behavior and ecology to refine control techniques. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 108, n. 1-2, p. 1-11, 2007
- [27] COBLENTZ, Bruce E.; BABER, Daniel W. Biology and control of feral pigs on Isla Santiago, Galapagos, Ecuador. **Journal of Applied Ecology**, p. 403-418, 1987.
- [28] ROSVOLD, Jorgen; ANDERSEN, Reidar. Wild boar in Norway—is climate a limiting factor. **NTNU Vitesnskapsmuseet Rapp. Zool**, v. 1, p. 1-23, 2008.
- [29] BARRETT, Reginald et al. The feral hog at Dye Creek ranch, California. **Hilgardia**, v. 46, n. 9, p. 283-355, 1978.
- [30] DIONG, Cheong H. **Population biology and management of the feral pig (Sus scrofa L.) in Kipahulu Valley, Maui**. 1982. Tese de Doutorado. University of Hawaii at Manoa.
- [31] SAUNDERS, Glen Richard. **The ecology and management of feral pigs in New South Wales**. 1988. Tese de Doutorado. Macquarie University.
- [32] CERVO, I. B.; GUADAGNIN, Demétrio Luiz. Wild boar diet and its implications on agriculture and biodiversity in Brazilian forest–grassland ecoregions. **Animal biodiversity and conservation**, v. 43, n. 1, p. 123-136, 2020.

- [33] SCHLEY, Laurent; ROPER, Timothy J. Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. **Mammal review**, v. 33, n. 1, p. 43-56, 2003.
- [34] SINGER, Francis J. et al. Home ranges, movements, and habitat use of European wild boar in Tennessee. **The Journal of Wildlife Management**, p. 343-353, 1981.
- [35] SWEITZER, Richard A. et al. Estimating sizes of wild pig populations in the north and central coast regions of California. **The Journal of Wildlife Management**, p. 531-543, 2000.
- [36] KAMINSKI, Gwenaël et al. Life-history patterns in female wild boars (*Sus scrofa*): mother–daughter postweaning associations. **Canadian Journal of Zoology**, v. 83, n. 3, p. 474-480, 2005.
- [37] GABOR, Timothy M. et al. Demography, sociospatial behaviour and genetics of feral pigs (*Sus scrofa*) in a semi-arid environment. **Journal of Zoology**, v. 247, n. 3, p. 311-322, 1999.
- [38] HEGEL, Carla Grasiela Zanin et al. Padrões de ocupação do javali (*Sus scrofa* L.) na Mata Atlântica brasileira. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 4, 2019.
- [39] COBLENTZ, Bruce; BOUSKA, Cassie. Pest risk assessment for feral pigs in Oregon. **Other Publications in Wildlife Management**, p. 35, 2007.
- [40] JANEAU, G. et al. Role of daily movements in the sociospatial organization of wild boar populations (*Sus-Scrofa* L). **REVUE D ECOLOGIE-LA TERRE ET LA VIE**, v. 50, n. 1, p. 35-48, 1995.
- [41] MORAIS, T. A. et al. Factors affecting space use by wild boars (*Sus scrofa*) in high-elevation tropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, v. 97, n. 11, p. 971-978, 2019.
- [42] MARTINS, Fernando I. et al. Activity pattern and habitat selection by invasive wild boars (*Sus scrofa*) in brazilian agroecosystems. **Embrapa Pantanal-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2019.
- [43] SINGER, Francis J. Wild pig populations in the national parks. **Environmental Management**, v. 5, n. 3, p. 263-270, 1981.
- [44] CUSHMAN, J. Hall; TIERNEY, Trisha A.; HINDS, Jean M. Variable effects of feral pig disturbances on native and exotic plants in a California grassland. **Ecological Applications**, v. 14, n. 6, p. 1746-1756, 2004.
- [45] SANDOM, Christopher J.; HUGHES, Joelene; MACDONALD, David W. Rewilding the Scottish Highlands: do wild boar, *Sus scrofa*, use a suitable foraging strategy to be effective ecosystem engineers? **Restoration Ecology**, v. 21, n. 3, p. 336-343, 2013.
- [46] WELANDER, Jonas. Spatial and temporal dynamics of wild boar (*Sus scrofa*) rooting in a mosaic landscape. **Journal of Zoology**, v. 252, n. 2, p. 263-271, 2000.
- [47] BELDEN, R. C.; RC, BELDEN; MR, PELTON. Wallows of the European wild hog in the mountains of east Tennessee. 1976.
- [48] STEGEMAN, LeRoy C. The European wild boar in the Cherokee national forest, Tennessee. **Journal of Mammalogy**, v. 19, n. 3, p. 279-290, 1938.
- [49] CONLEY, R. H.; HENRY, V. G.; MATSCHKE, G. H. European hog research project W-34, final report. **Tennessee Wildlife Resource Agency, Nashville**, p. 1-259, 1972.

- [50] GRAVES, H. B. Behavior and ecology of wild and feral swine (*Sus scrofa*). **Journal of animal science**, v. 58, n. 2, p. 482-492, 1984.
- [51] MAYER, John J.; MARTIN, F. Douglas; BRISBIN JR, I. Lehr. Characteristics of wild pig farrowing nests and beds in the upper Coastal Plain of South Carolina. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 78, n. 1, p. 1-17, 2002.
- [52] HANSON, R. P.; KARSTAD, Lars. Feral swine in the southeastern United States. **The Journal of wildlife management**, v. 23, n. 1, p. 64-74, 1959.
- [53] FRÄDRICH, Hans. A comparison of behaviour in the Suidae. **The behaviour of ungulates and its relation to management**, v. 1, p. 133-143, 1974.
- [54] HONE, Jim. Feral pigs in Namadgi National Park, Australia: dynamics, impacts and management. **Biological Conservation**, v. 105, n. 2, p. 231-242, 2002.
- [55] ENETWILD CONSORTIUM et al. Guidance on estimation of wild boar population abundance and density: methods, challenges, possibilities. **EFSA Supporting Publications**, v. 15, n. 7, p. 1449E, 2018.
- [56] MELIS, Claudia et al. Biogeographical variation in the population density of wild boar (*Sus scrofa*) in western Eurasia. **Journal of biogeography**, v. 33, n. 5, p. 803-811, 2006.
- [57] BOSCH, Jaime et al. Distribution, abundance and density of the wild boar on the Iberian Peninsula, based on the CORINE program and hunting statistics. **Journal of Vertebrate Biology**, v. 61, n. 2, p. 138-151, 2012.
- [58] VERCAUTEREN, Kurt C. et al. (Ed.). **Invasive wild pigs in North America: ecology, impacts, and management**. CRC Press, 2019.
- [59] GONÇALVES, F. A invasão do javali na Serra da Mantiqueira: aspectos populacionais, uso do habitat e sua relação com o homem. 2015. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Lavras, Lavras, 92p, 2015.
- [60] MASSEI, G.; TONINI, L. The management of wild boar in the Maremma Natural Park. In: SPITZ, F.; JANEAU, G.; GONZALEZ, G.; AULAGNER, S. (eds.). Paris: Ongulés/Ungulates 91, SFEPM-IRGM, 1992. p. 443-445.
- [61] MAYER, John; BRISBIN, I. Lehr. **Wild pigs: biology, damage, control techniques and management**. Savannah River Site (SRS), Aiken, SC (United States), 2009.
- [62] ANDERSON, Stephen J.; STONE, Charles P. Snaring to control feral pigs *Sus scrofa* in a remote Hawaiian rain forest. **Biological Conservation**, v. 63, n. 3, p. 195-201, 1993.
- [63] KLINGER, R. et al. What does it take to eradicate a feral pig population. **Island Invasions, Eradication and Management: IUCN**, p. 78-86, 2011.
- [64] HESS, Steven C. et al. **Efficacy of feral pig removals at Hakalau Forest National Wildlife Refuge**. Transactions of the Western Section of the Wildlife Society. 42: 53-67, 2006.
- [65] SALINAS, Rene A. et al. An individual-based model for feral hogs in great smoky mountains national park. **Natural Resource Modeling**, v. 28, n. 1, p. 18-36, 2015.

- [66] PEPIN, Kim M.; DAVIS, Amy J.; VERCAUTEREN, Kurt C. Efficiency of different spatial and temporal strategies for reducing vertebrate pest populations. **Ecological Modelling**, v. 365, p. 106-118, 2017.
- [67] MCMAHON, Clive R. et al. Spatially explicit spreadsheet modelling for optimising the efficiency of reducing invasive animal density. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 1, n. 1, p. 53-68, 2010.
- [68] BARRIOS-GARCIA, M. Noelia; BALLARI, Sebastian A. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. **Biological Invasions**, v. 14, n. 11, p. 2283-2300, 2012.
- [69] SINGER, Francis J.; SWANK, Wayne T.; CLEBSCH, Edward EC. Effects of wild pig rooting in a deciduous forest. **The Journal of wildlife management**, p. 464-473, 1984.
- [70] MAURI, Luca; SALLUSTIO, Lorenzo; TAROLLI, Paolo. The geomorphologic forcing of wild boars. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 44, n. 10, p. 2085-2094, 2019.
- [71] SIEMANN, Evan et al. Experimental test of the impacts of feral hogs on forest dynamics and processes in the southeastern US. **Forest ecology and management**, v. 258, n. 5, p. 546-553, 2009.
- [72] CUEVAS, María Fernanda et al. Food habits and impact of rooting behaviour of the invasive wild boar, *Sus scrofa*, in a protected area of the Monte Desert, Argentina. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 11, p. 1582-1585, 2010.
- [73] LIU, Yanchun et al. Wild boar grubbing causes organic carbon loss from both top- and sub-soil in an oak forest in central China. **Forest Ecology and Management**, v. 464, p. 118059, 2020.
- [74] TIERNEY, Trisha A.; CUSHMAN, J. Hall. Temporal changes in native and exotic vegetation and soil characteristics following disturbances by feral pigs in a California grassland. **Biological Invasions**, v. 8, n. 5, p. 1073-1089, 2006.
- [75] TISDELL, Clement Allan. *Wild pigs: environmental pest or economic resource?*. Elsevier, 2013.
- [76] BRATTON, Susan Power. The effect of the European wild boar, *Sus scrofa*, on gray beech forest in the Great Smoky Mountains. **Ecology**, v. 56, n. 6, p. 1356-1366, 1975.
- [77] HOWE, Thomas D.; SINGER, Francis J.; ACKERMAN, Bruce B. Forage relationships of European wild boar invading northern hardwood forest. **The Journal of Wildlife Management**, v. 45, n. 3, p. 748-754, 1981.
- [78] KOTANEN, Peter M. Responses of vegetation to a changing regime of disturbance: effects of feral pigs in a Californian coastal prairie. **Ecography**, v. 18, n. 2, p. 190-199, 1995.
- [79] DRAKE, Donald R.; PRATT, Linda W. Seedling Mortality in Hawaiian Rain Forest: The Role of Small-Scale Physical Disturbance 1. **Biotropica**, v. 33, n. 2, p. 319-323, 2001.
- [80] MITCHELL, J. et al. Ecological impacts of feral pig diggings in north Queensland rainforests. **Wildlife Research**, v. 34, n. 8, p. 603-608, 2007.

- [81] DESBIEZ, Arnaud Leonard Jean et al. Niche partitioning among white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*), collared peccaries (*Pecari tajacu*), and feral pigs (*Sus scrofa*). **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 1, p. 119-128, 2009.
- [82] BUSBY, Posy E.; VITOUSEK, Peter; DIRZO, Rodolfo. Prevalence of tree regeneration by sprouting and seeding along a rainfall gradient in Hawai'i. **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 80-86, 2010.
- [83] WEBBER, Bruce L.; NORTON, Briony A.; WOODROW, Ian E. Disturbance affects spatial patterning and stand structure of a tropical rainforest tree. **Austral Ecology**, v. 35, n. 4, p. 423-434, 2010.
- [84] RECHER, Harry F.; CLARK, Stephen S. A biological survey of Lord Howe Island with recommendations for the conservation of the island's wildlife. **Biological Conservation**, v. 6, n. 4, p. 263-273, 1974.
- [85] CHALLIES, Chris Neville. Feral pigs (*Sus scrofa*) on Auckland Island: status, and effects on vegetation and nesting sea birds. **New Zealand journal of zoology**, v. 2, n. 4, p. 479-490, 1975.
- [86] BARRETT, R. The feral hog on the Dye Creek Ranch, California. *Bilgardia*, 46 (9): 283-355. **Agric. Sc. Publ. Univ. California**, 1978.
- [87] BRATTON, Susan Power. The effect of the European wild boar (*Sus scrofa*) on the high-elevation vernal flora in Great Smoky Mountains National Park. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, p. 198-206, 1974.
- [88] CHOQUENOT, David; MCILROY, John; KORN, Theresa M. **Managing vertebrate pests**. AGPS, 1996.
- [89] CRUZ, Felipe et al. Conservation action in the Galapagos: feral pig (*Sus scrofa*) eradication from Santiago Island. **Biological Conservation**, v. 121, n. 3, p. 473-478, 2005.
- [90] FORDHAM, Damien et al. Feral pig predation threatens the indigenous harvest and local persistence of snake-necked turtles in northern Australia. **Biological Conservation**, v. 133, n. 3, p. 379-388, 2006.
- [91] MEANS, D. Bruce; TRAVIS, Joseph. Declines in ravine-inhabiting dusky salamanders of the southeastern US coastal plain. **Southeastern Naturalist**, v. 6, n. 1, p. 83-96, 2007.
- [92] WILCOX, Jeffery T.; VAN VUREN, Dirk H. Wild pigs as predators in oak woodlands of California. **Journal of Mammalogy**, v. 90, n. 1, p. 114-118, 2009.
- [93] DOUPÉ, Robert G. et al. Efficacy of exclusion fencing to protect ephemeral floodplain lagoon habitats from feral pigs (*Sus scrofa*). **Wetlands Ecology and Management**, v. 18, n. 1, p. 69-78, 2010.
- [94] KALLER, Michael D.; KELSO, William E. Swine activity alters invertebrate and microbial communities in a coastal plain watershed. **The American midland naturalist**, v. 156, n. 1, p. 163-177, 2006.
- [95] DUNKELL, Dashiell O. et al. Runoff, Sediment Transport, and Effects of Feral Pig (*Sus scrofa*) Exclusion in a Forested Hawaiian Watershed1. **Pacific Science**, v. 65, n. 2, p. 175-194, 2011.



- [96] BROWNING, Chad A. **A preliminary examination of the effects of feral pigs (*Sus scrofa*) on water quality and soil loss within a Hawaiian watershed**. 2008. Tese de Doutorado.
- [97] SETTER, Melissa et al. Pond apple: are the endangered cassowary and feral pig helping this weed to invade Queensland's wet tropics. In: **Proc. Aust. Weeds Conf.** 2002. p. 173-176.
- [98] LEAL, Mariana Santos et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 146-155, 2017.
- [99] DA ROSA, Clarissa Alves; HEGEL, Carla Grasielle Zanin. **JAVALIS E IMPACTOS NAS NASCENTES** Protocolo de redução de danos em nascentes. 2019.
- [100] STONE, Charles P. Alien animals in Hawaii's native ecosystems: toward controlling the adverse effects of introduced vertebrates. **Hawai'i's terrestrial ecosystems: Preservation and management**, p. 251-297, 1985.
- [101] LEASE, J. K.; DUSEK, R. J.; ATKINSON, C. T. Feral pig control is effective in reducing mosquito populations. In: **Hawaii conservation conference, Hawaii**. 1996.
- [102] WARNER, Richard E. The role of introduced diseases in the extinction of the endemic Hawaiian avifauna. **The Condor**, v. 70, n. 2, p. 101-120, 1968.
- [103] SALAFSKY, Nick; MARGOLUIS, Richard; REDFORD, Kent. Adaptive management. **A tool for conservation practitioners**. (Washington DC: Biodiversity Support Programme), 2001.
- [104] MEFFE, Gary et al. **Ecosystem management: adaptive, community-based conservation**. Island Press, 2012.
- [105] WESTGATE, Martin J.; LIKENS, Gene E.; LINDENMAYER, David B. Adaptive management of biological systems: a review. **Biological Conservation**, v. 158, p. 128-139, 2013.
- [106] MORELLE, Kevin; LEJEUNE, Philippe. Seasonal variations of wild boar *Sus scrofa* distribution in agricultural landscapes: a species distribution modelling approach. **European Journal of Wildlife Research**, v. 61, n. 1, p. 45-56, 2015.
- [107] MCCANN, Blake E.; GARCELON, David K. Eradication of feral pigs from Pinnacles National Monument. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 6, p. 1287-1295, 2008.
- [108] MYERS, Judith H. et al. Eradication revisited: dealing with exotic species. **Trends in ecology & evolution**, v. 15, n. 8, p. 316-320, 2000.
- [109] SIMBERLOFF, Daniel. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. **Ecological impacts of non-native invertebrates and fungi on terrestrial ecosystems**, p. 149-157, 2008.
- [110] BOMFORD, Mary; O'BRIEN, Peter. Eradication or control for vertebrate pests?. **Wildlife society bulletin**, p. 249-255, 1995.
- [111] BODENCHUK, Michael J. Method-specific costs of feral swine removal in a large metapopulation: the Texas experience. In: **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**. 2014.

- [112] MORRISON, S. A. et al. The essential non-science of eradication programmes: creating conditions for success. **Island invasives: eradication and management. Gland, Switzerland: IUCN**, p. 461-6, 2011.
- [113] MORRISON, Scott A. Reducing risk and enhancing efficiency in non-native vertebrate removal efforts on islands: a 25 year multi-taxa retrospective from Santa Cruz Island, California. **Managing vertebrate invasive species**, p. 31, 2007.
- [114] DAVIS, Eithne et al. Communications, outreach and citizen science: spreading the word about invasive alien species. **Management of Biological Invasions**, v. 9, n. 4, p. 415, 2018.
- [115] CRUZ, Felipe et al. Bio-economics of large-scale eradication of feral goats from Santiago Island, Galapagos. **The Journal of Wildlife Management**, v. 73, n. 2, p. 191-200, 2009.
- [116] Koichi K and Halliday D, Harris C. Glovebox Guide for Managing Feral Pigs v2.0. PestSmart Toolkit publication. The Centre for Invasive Species Solutions, Canberra, ACT. (ed) 2020.
- [117] HONE, J. I. M. Feral pig rooting in a mountain forest and woodland: distribution, abundance and relationships with environmental variables. **Australian Journal of Ecology**, v. 13, n. 4, p. 393-400, 1988.
- [118] HONE, Jim. Spatial and temporal aspects of vertebrate pest damage with emphasis on feral pigs. **Journal of Applied Ecology**, p. 311-319, 1995.
- [119] WITTENBERG, Rüdiger; COCK, Matthew JW (Ed.). **Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices**. CABI, 2001.
- [120] FEINSINGER, Peter. Designing field studies for biodiversity conservation. Island Press, 2001.
- [121] PITT, William C.; BEASLEY, James; WITMER, Gary W. (Ed.). Ecology and management of terrestrial vertebrate invasive species in the United States. CRC Press, 2017.
- [122] REIDY, Matthew M.; CAMPBELL, Tyler A.; HEWITT, David G. Evaluation of electric fencing to inhibit feral pig movements. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 4, p. 1012-1018, 2008.
- [123] LITTAUER, Gary A. Control techniques for feral hogs. Em Feral swine: a compendium for resource managers. Texas Agricultural Extension Service, San Angelo, Texas, USA, p. 139-148, 1993.
- [124] MASSEI, Giovanna; ROY, Sugoto; BUNTING, Richard. Too many hogs? A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. **Human-Wildlife Interactions**, v. 5, n. 1, p. 79-99, 2011.
- [125] PARKES, John P. et al. Rapid eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) from Santa Cruz Island, California. **Biological Conservation**, v. 143, n. 3, p. 634-641, 2010.
- [126] GASKAMP, Joshua A. et al. Effectiveness and Efficiency of Corral Traps, Drop Nets and Suspended Traps for Capturing Wild Pigs (*Sus scrofa*). **Animals**, v. 11, n. 6, p. 1565, 2021
- [126] MAYER, John J.; HAMILTON, Rollie E.; BRISBIN JR, I. Lehr. Use of trained hunting dogs to harvest or control wild pigs. Em **Wild Pigs: Biology, Damage, Control Techniques and Management**. SRNL-RP-2009-00869. Savannah River National Laboratory, Aiken, SC. p. 275, 2009.

[127] MAYER, J. **Estimation of the number of wild pigs found in the United States.** Savannah River Site (SRS), Aiken, SC (United States), 2014.

[128] CALEY, Peter; OTTLEY, Brett. The effectiveness of hunting dogs for removing feral pigs (*Sus scrofa*). **Wildlife Research**, v. 22, n. 2, p. 147-154, 1995.

[129] IBAMA. Manual de boas práticas para o controle de javali [recursos eletrônico] / Grazielle Oliveira Batista, organização. Brasília, DF. 2020. ISBN 978-65-5799-012-4

[130] SEVERO, Diego Rodrigo Torres et al. Health profile of free-range wild boar (*Sus scrofa*) subpopulations hunted in Santa Catarina State, Brazil. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 68, n. 2, p. 857-869, 2021.

[131] KMETIUK, Louise B. et al. Ticks and serosurvey of anti-Rickettsia spp. antibodies in wild boars (*Sus scrofa*), hunting dogs and hunters of Brazil. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 13, n. 5, p. e0007405, 2019.

[132] DE OLIVEIRA, Stefan Vilges et al. The nature of attacks by wild boar (*Sus scrofa*) and wild boar/domestic pig hybrids (‘javaporcos’) and the conduct of anti-rabies care in Brazil. **InterAmerican Journal of Medicine and Health**, v. 1, 2018.

[133] MACHADO, Dália Monique Ribeiro et al. *Toxoplasma gondii* infection in wild boars (*Sus scrofa*) from the State of São Paulo, Brazil: Serology, molecular characterization, and hunter's perception on toxoplasmosis. **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, v. 23, p. 100534, 2021.

# CAPÍTULO 3 - CONCEPTUAL MODEL DEVELOPMENT AND VALIDATION FOR WILD BOAR IN ARAUCARIA ECOREGION

---

## Conceptual Model Development and Validation for Wild boar in Araucaria Ecoregion

Matheus Fragoso Etges, Demétrio Luis Guadagnin, Andreas Kindel

### Abstract

Conservation projects involve intricate interactions of social, political, economic, cultural, and environmental factors. One approach proposed and used to reduce costs and unite social and environmental demands is the creation of conceptual models, which are a tool for visually depicting the context and the major forces that influence the biodiversity under scrutiny. They are useful planning tools for project teams to determine which actions may influence their scenario and what factors to monitor to determine the project success. As a case study, we used the presence and effects of wild boar in the Araucaria Forest, an endangered Brazilian ecosystem. With the expansion of the wild boar, which preys on the seeds of the Araucaria, environmental managers are concerned with the survival of the forest and animals that depend on the seeds. In this work, we propose a conceptual model construction method using Araucaria Forest demand as an example. The methodology is divided into two phases: creating and validating the hypothetical conceptual model. The first phase involves the raising demands and concerns of the managers and knowledge of the specialists, stressors, system effects, endpoints, and external agents. The second phase is validating the cause-effect links through systematic review. Cause-effect can be validated either in the target ecosystem for specific invasive species or in invasion history through literature review. With that, we will have highlighted the linkages that have already been demonstrated in the system, those that have been demonstrated in other systems, and the knowledge gaps that need to be addressed.

Keywords: *Sus scrofa*, Conservation biology, Ecological risk assessment, *Araucaria angustifolia*

### *Introduction*

Invasive species have a large and diverse range of impacts that can have profound, adverse effects on biodiversity (BELLARD; CASSEY; BLACKBURN, 2016), ecosystem functioning and services (KUMSCHICK et al., 2015), human health (OGDEN et al., 2019) and welfare (JONES, 2017), and the economy (BRADSHAW et al., 2016). Therefore, management plans have been prepared to mitigate its effects. However, managing those species is a challenge

due to the complex cross-level interactions in the ecosystem, which leads to difficulty in understanding the whole scenario (JOHNSON et al., 2009; MILLS; RADER; BELK, 2004; ORCHAN et al., 2013). To make it more complex, the need management plans need to consider social, economic, and cultural values that can delay their elaboration and the execution of actions (ARCHIBALD et al., 2020; BEEVER et al., 2019; LARSON et al., 2011). Thus, the costs for the control of invasive species can be very high, making it difficult for the public and the government accept the expenses and the continuity of actions. As an example, the European Union co-funded an eradication program to eliminate ruddy duck (*Oxyura jamaicensis*) populations in the United Kingdom that were threatening white-headed duck (*Oxyura leucocephala*) populations, which the cost of 3.7 million euros for the 2005–2011 period, approximately 0.5 million euros per year (ROBERTSON et al., 2015). To be adopted and receive public support, control and eradication plans must be effective and efficient, reducing costs and while maximizing benefits of managing invasive species (SUTHERLAND et al., 2004) .

Adaptive management has been proposed as an approach to be formally recognized while creating invasive species control plans because it tends to be more effective and efficient than the traditional method (FOXCROFT, 2004; FOXCROFT; MCGEOCH, 2011; OWENS, 2009; ZALBA; ZILLER, 2007). Based on the explicit presentation of objectives and recommended actions and informations that support their selection, and continuous monitoring of outcomes, the plan can be regularly improved as foreseen and unforeseen situations arise. One of the critical step for adaptive management adoption is the elaboration of a conceptual ecological model. (CEM). A CEM is a tool for visually depict the context within which a project operates and the major forces influencing the biodiversity of concern at the site (DIGENNARO et al., 2012). CEM uses a series of shapes and arrows to succinctly represent a set of presumed causal relationships among factors that are expected or are known to impact one or more conservation targets. CEM is also a helpful planning tool for project teams because it can advise them to identify what actions may be more effective and what driving factors they should monitor to determine if they are changing with project implementation. For example, in Florida, several CEMs were designed to guide management actions for the recovery of the Everglades and South Florida ecosystems (GENTILE et al., 2001).

Despite the great utility of conceptual models in simplifying the visualisation of complex relationships, one thing lacking in conservation is the validation of relationships. In a scenario where evidence-based conservation is increasingly desired, although validation maybe not be necessary for some purposes, such as in awareness campaigns, concerning the management of invasive species, the validation of relationships must be pursued (BENNETT, 2016; PULLIN; KNIGHT, 2005; SEGAN et al., 2011; SUTHERLAND et al., 2004). Despite being especially important in the construction of hypothetical relationships, the knowledge of specialists must be

validated, as the information cannot always be generalised and may change from case to case (BURGMAN, 2001). Furthermore, validation can show gaps in knowledge, indicating points that should be further researched if relevant. It may reveal misunderstandings in knowledge or prejudices regarding the effects of invasive species. The standard literature review approach is the narrative review (GATES, 2002).

Narrative reviews usually provide only a qualitative assessment of the published results and are primarily based on the experience and subjective judgement of the author(s). This can lead to biases towards a particular side of an issue instead of being based on the best evidence we have available to us. They also frequently lack methodological transparency and, therefore, cannot easily be repeated or updated on a regular basis (EGGER; HIGGINS; SMITH, 2022; MULROW, 1994). Review articles have been identified as a leading source of information used by nature conservation practitioners when producing management plans (PULLIN et al., 2004). However, more systematic use of evidence in creating conservation management plans is still required. Numerous examples of conservation advice and actions are undertaken without a traceable source of evidence to show why the practitioner came to their decision (SUTHERLAND; HILL, 1995). In the absence of evidence, managers rely on personal experiences or revert to "traditional" methods, especially in the cases such as grazing regimes and coppicing (PULLIN; KNIGHT, 2001). The systematic review emerges as an alternative to reduce search bias. A systematic review starts with a specific question and then creates a research protocol where the search words will be decided and which databases will be used. Afterwards, the search is executed, and the results are evaluated (PULLIN; STEWART, 2006). In the case of CEM validation, we can think of each interaction link as a question to be searched for.

Due to the urgency of the environmental situation and the demands of environmental managers, this study aims to propose and validate, through systematic reviews, an ecological conceptual model to help wild boar management in the Araucaria forests ecoregion. More specifically is to expose the possible stressors and effects of wild boar in the forests with Araucaria located within conservation units, focusing on *Araucaria angustifolia* regeneration. We hope that the proposed rationale can serve as a general framework for preparing conceptual models for managing invasive alien species on a local scale.

## *Methods*

### *Study system*

Araucaria forest, or Mixed Ombrophilous Forest (Fig. 1), is an ecoregion of the Atlantic Forest that spans mountainous areas in southern and southeastern Brazil and extends into northeastern Argentina (DOS REIS; LADIO; PERONI, 2014). These forests are a relic of a once widespread ecosystem of mixed coniferous and broad-leafed trees. Currently, Araucaria Forest is

restricted to highland plateaus in southern Brazil at altitudes above 500m, covering 177,600 km<sup>2</sup> in Brazil (LEITE; KLEIN, 1990) and a small extent (2,100 km<sup>2</sup>) in northeast Argentina (SHABECOFF, 2000). *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucaria) is the key species in this ecoregion and the only species of the Araucariaceae family found in Brazil (FONSECA, 2009). This species takes advantage of environmental conditions created by gaps, fire, or logging, regenerates after the establishment of pioneer species, and plays a crucial role in ecological succession by providing adequate microhabitats for other species (SOARES, 1979). More than 50 species are associated with araucaria trees, including fungi, lichens, bryophytes, vascular epiphytes, insects, and others (BARETTA; BARETTA; CARDOSO, 2008; BOELTER; ZARTMAN; FONSECA, 2011; KÄFFER; GANADE; MARCELLI, 2009; KETTERL et al., 2003; MECKE; GALILEO, 2004). Also, araucaria seeds are an essential food resource used by birds and mammals (Job and Vieira 2008; Vasconcelos and D'Angelo Neto 2009). Because of

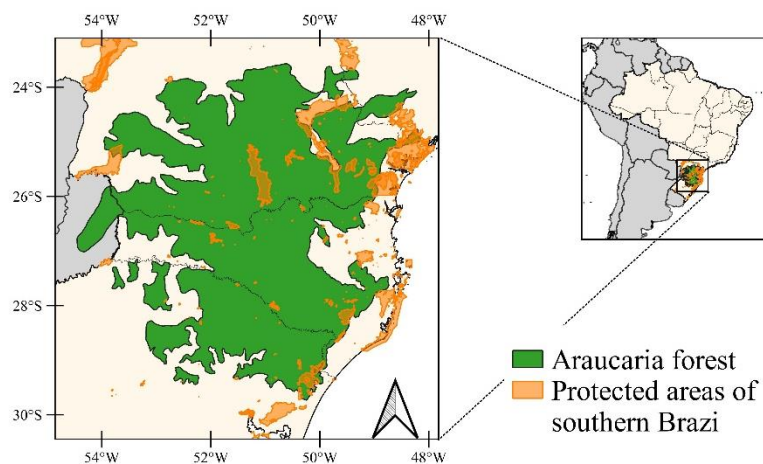


Figure 1. Extension of the Forest with Araucaria ecoregion in southern Brazil and together with the presence of Protected Areas.

intense exploitation and resultant fragmentation of its habitat since the early 20th century, *Araucaria angustifolia* is now considered at risk of extinction (IUCN, 2011), with only 12.6% of its original occurrence area remaining (RIBEIRO et al., 2009). Most Araucaria Forests are now confined to private properties in dispersed fragments, while just 3.1% of the remaining area is in protected areas (RIBEIRO et al., 2009).

One of the main threats to this ecosystem is the presence of the wild boar. The expansion of wild boar (*Sus scrofa*) in Brazil can increase the risk of species extinction within this ecosystem (BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012). Wild pigs are distributed throughout Brazil, can be found in more than 39 conservation units (BONESSO; SCHMIDT, 2013; ZILLER; DECHOUM, 2013), and are mainly concentrated in the Brazilian Atlantic Forest Biome (HEGEL et al., 2022; PEDROSA et al., 2015). When it was introduced, the species brought economic losses and environmental damage (DEBERDT; SCHERER, 2007; HEGEL; MARINI, 2013; PIMENTEL; ZUNIGA; MORRISON, 2005). This species is known worldwide for causing effects on several

ecosystems due to its behaviour of altering the landscape (BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012). Due to the consumption of fruits and seeds, wild boar can be decisive in altering plant communities since vegetables comprise an essential part of their diet (BALLARI; BARRIOS-GARCÍA, 2014; CERVO; GUADAGNIN, 2020). In addition, competition with animals for resources is another characteristic of the species. *Sus scrofa* is a competitor with different South American vertebrates, such as giant land turtles in the Galapagos (COBLENTZ; BABER, 1987), pampas deer in the Argentine Pampa (PÉREZ CARUSI et al., 2009), and tayassuids in the Pantanal (GALETTI et al., 2015). Potential competition with tayassuids led to changes in the activities of native species due to niche overlap with wild boar in the Pantanal (GALETTI et al., 2015). As previously mentioned, the araucaria forest is known to prey on pine nuts, which are fundamental for forest regeneration and an essential resource for biodiversity (SANGUINETTI; KITZBERGER, 2010).

#### *Conceptual model development and validation process*

For the development of the conceptual model, we used a similar approach suggested by Gentile et al. (2001) and Margoluis et al. (2009). We simplify the steps for development into four steps (Fig. 2): first step is the brainstorming of possible system effects (SE) using information from specialists, environmental managers, and other participants in society; the second step is similar to the previous one, using the same people, the focus of this brainstorm is to propose the means (Stressors - ST) that the species uses to generate the effects, usually related to the behaviour of the species; the third step is logically organising the SE and ST, similar ST must be agglutinated, and rethink if there are effects that can also be stressors; the fourth step is to think about the confounding factors (CF) and, which are external factors that can cause the same effects as the target species or that may influence populations leading to fluctuations in the number of individuals of the target species, putting in doubt the results of the management. Usually, this step is closely related to the temporal and the spatial sphere defined in the conceptual model. This step is essential for creating a management plan where there must be a minimum certainty of the factors that can change the results of the control actions.

The validation process is a sequence of systematic reviews with different focuses that can be organised into four steps (Fig. 3). We classified as a systematic review the process of searching for information in a database using keywords defined a priori and with the use of inclusion and exclusion criteria for the articles found (COOK; POSSINGHAM; FULLER, 2013; PULLIN; STEWART, 2006). The keywords for each step are different, changing according to purpose. As inclusion and exclusion criteria, the type of publication can be used (scientific article, technical reports, theses, and dissertations), the date, if the study shows or indicates a correlation or cause and effect.



The first step focuses on finding what is known about the target species within the ecosystem that wishes to be managed. This search will provide an overview of all research involving the target ecosystem and species. For this, we propose to use as keywords the scientific and popular name of the species plus the name of the ecosystem. The second step focuses on the history of the invasion of the target species. It is known that invasion history can be used to predict the possible effects in a new invasion site (LOCKWOOD; HOOPES; MARCHETTI, 2013b). The keywords in this step are related to the specie and the stressors or system effects. The third step focuses on links not filled in by previous surveys involving confounding factors and possible ST and SE not yet considered. The final step is the analysis of the links that the reviews have not yet supported. The decision to keep the link does not involve its relevance in the target ecosystem. The lack of literature does not necessarily indicate that the hypothesis is false but may be due to a specification of the relationship with the target ecosystem that has not yet been studied. However, it is essential to know that there is no study to base the relationship on and that it may be the focus of further research.

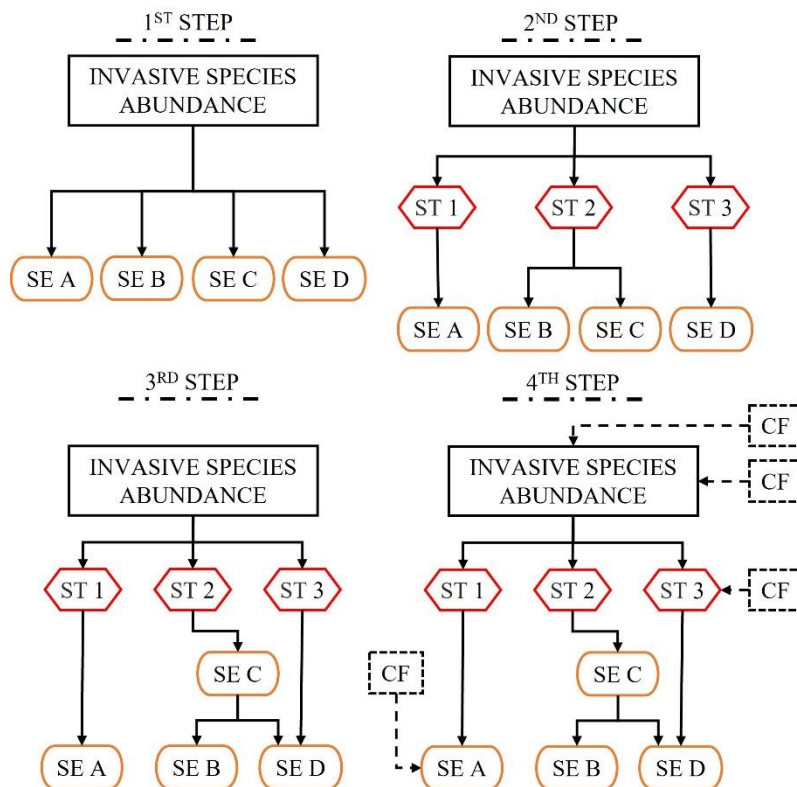


Figure 2. Illustration showing the four steps in assembling the conceptual model. The first step shows the invasive species and the possible systemic effects (SE) on the environment to be managed. The second step shows the placement of possible stressors (ST) that generate the effects. The third step shows the readjustment between stressors and systemic effects considering the relationship between systemic effects. The fourth step shows the placement of possible confounding factors (CF) referring to the target environment that may mask the management results.

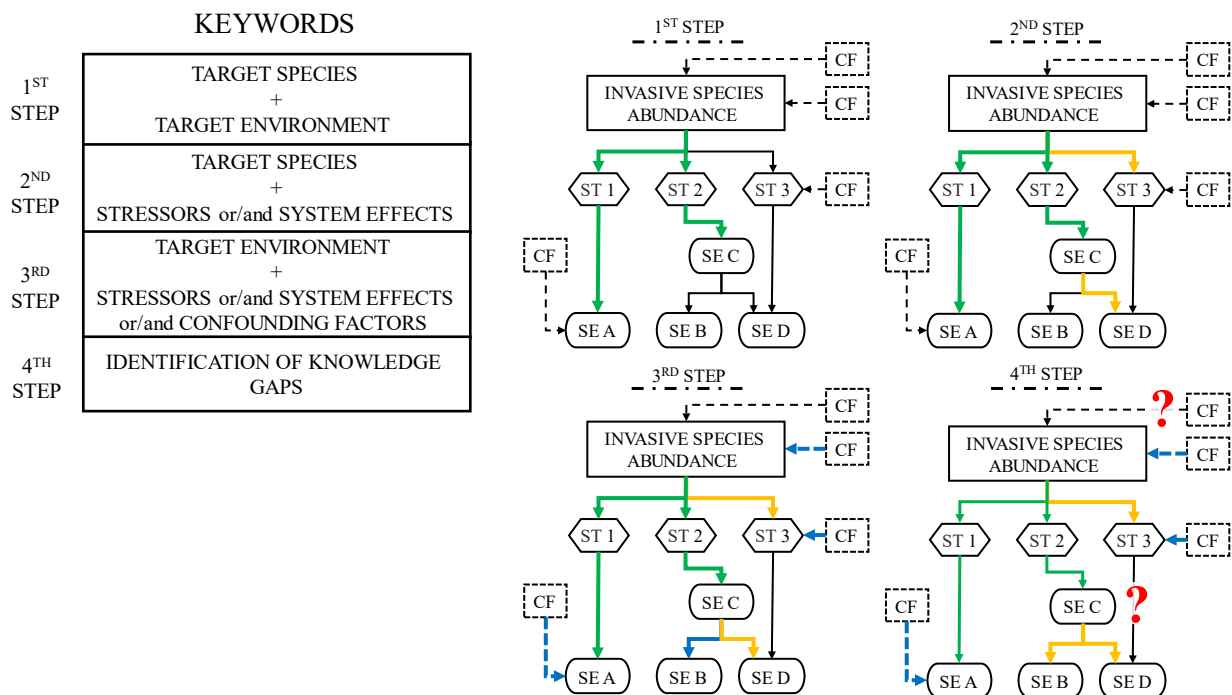


Figure 3. Outline showing the four steps of validation. In the first step, the research is focused on reviewing information about the species in the target system. In the second step, the research is focused on using the history of invasion in other systems. In the third step, the search is focused on links that have not yet been validated. In the fourth step, knowledge gaps are identified, and a decision is made to keep them or not.

### Results

Three experts proposed the hypothetical conceptual model considering the opinions and concerns of environmental managers. Initially, six main potential systematic effects of wild boar were chosen, being them: a decrease in the abundance of native

animals, a decrease in the recruitment of the Araucaria, a change in the abundance and richness of vegetables, an increased richness and abundance of invasive species, decrease in the availability of pine nuts, modification in soil structures.

The second step was to think about how the wild boar could do that effectively. For this, the main behaviours of the species were used, which led to five stressors: competition, araucaria seed predation, wallowing, trampling, and zoochory.

In the third step, the systematic effects and the stressors were organised, taking into account the interactions between the systematic effects. So it came to two levels of systematic effects (Fig 3).

In the last step, confounding factors were added to the hypothetical model. For the choice, problems related to the situation of protected areas were raised. Three confounding factors were identified that could mask the systemic effects of wild boar (illegal collection of araucaria seeds, presence of cattle, and abiotic factors that can influence araucaria germination) were identified, and three that can affect wild boar abundance (illegal hunting, availability of resources and the presence of puma). The final hypothetical concept consists of six main potential systematic effects, five stressors, six confounding factors, and the presence of wild boar, which total 26 links and 18 nodes.

For the validations of the 26 link where used the Web of Knowledge (WoK), Google Academic (GS - a maximum of 90 first results were analysed), and CAPES Journals databases. Articles and grey literature that showed a causal relationship, a correlation, or reported a possible correlation were accepted. Papers were sorted by title and abstract, and the information was later removed from the body of the text. Duplicates were deleted.

The keywords used for each step can be found in the supplementary material. In the first step, the search results in eight accepted works from 108 (6 from WoK, 12 from CAPES, 90 from GS). These eight works supported ten links (3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 14, 15, 21) (Table 1, Fig. 3). In the second step, seven links (1, 2, 7, 13, 17, 18, 20) were validated using the species' invasion history. In the third step, the links were validated with the invasion history. In the third step, we tried to validate the nine missing links, eight of which were successfully validated, the link 12 missings. In the last step, it was decided to keep the missing link.

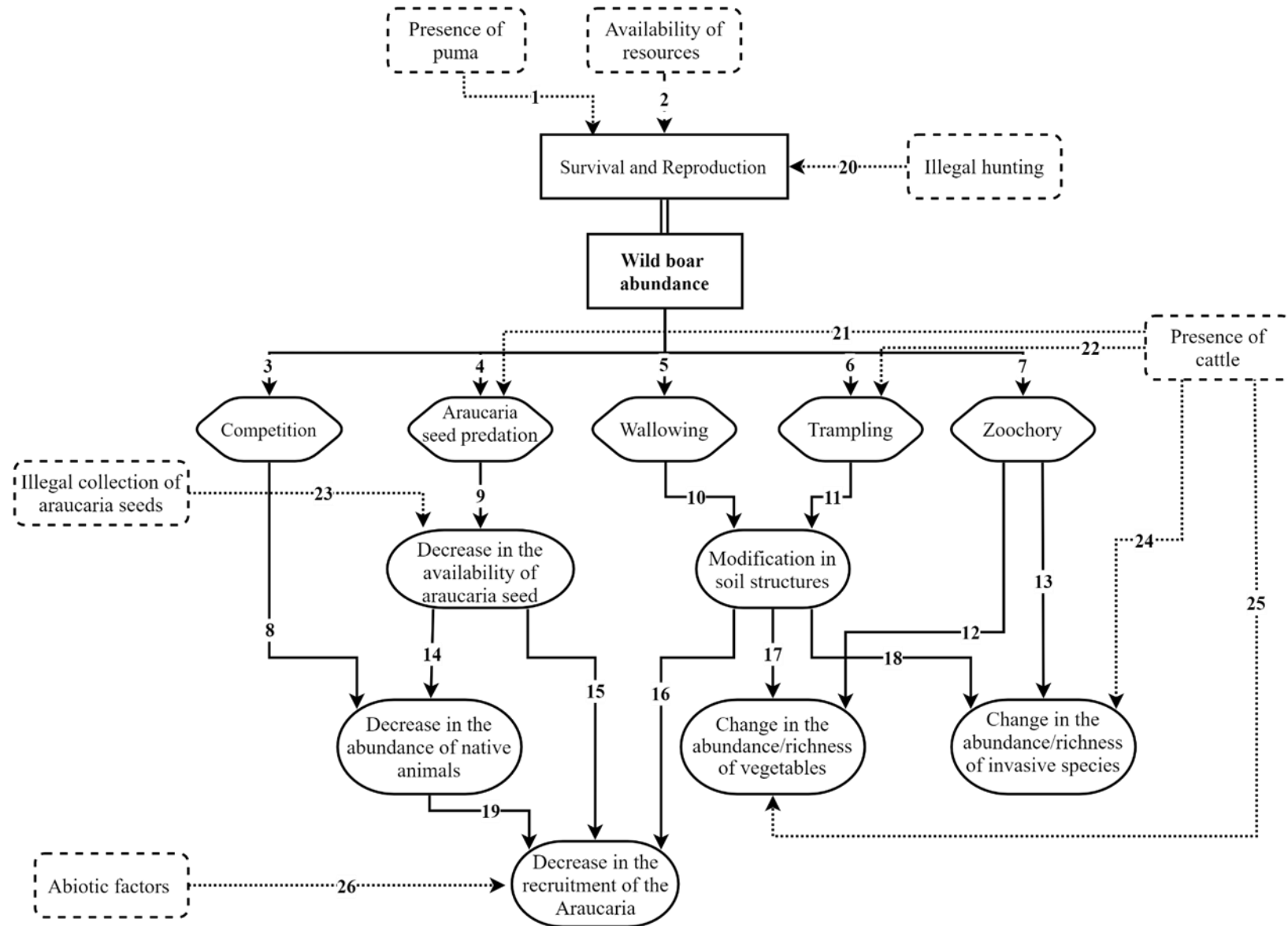


Figure 3. Final conceptual model of the possible effects of wild boar in the Araucaria Forest ecoregion in Protected Areas. The five hexagons represent the mechanisms (stressors) that can lead to systemic effects (represented by ellipses). Confounding factors that may influence or mask possible management outcomes are identified by the dotted lines.

1	There are records of predation on juvenile wild boars by cougars. Nevertheless, the influence of this predation on wild boar populations was not estimated. Other studies show that the presence of cougars does not change the behaviour of wild boars.	Pescador et al. 2009; Skewes et al. 2012; Caruso et al. 2018; Oliveira et al. 2020
2	Articles show the wild boar's high reproductive plasticity related to resource fluctuations, including environments with extreme peaks in resource availability.	Bieber and Ruf 2005; Cutini et al. 2013; Gamelon et al. 2017; Touzot et al. 2020
3	The wild boar has aggressive behaviour, and studies have found an overlap and/or a decrease in populations of smaller South American mammals in the presence of wild boar.	Hegel et al. 2019b; Oliveira et al. 2020
4	There are studies showing araucaria seed predation by wild boar.	Brocardo et al. 2018; Dénes et al. 2018; Cervo and Guadagnin 2020; Rosa et al. 2021
5	Wallowing is a behaviour common to the species, tends to increase with increasing abundance, and was recorded for areas of Araucaria Forest.	Hegel and Marini 2013
6	When moving in groups, the wild boar tends to create trails in the forest, and the trail's width is positively related to the abundance. These were registered for areas of the Araucaria Forest.	Hegel and Marini 2013
7	The dispersion of seeds through faeces in other systems has been proven.	Heinken et al. 2002; Schmidt et al. 2004
8	Studies show a decrease in occurrence and change in the behaviour of native mammals in the presence of wild boar.	Hegel et al. 2019b; Oliveira et al. 2020
9	The consumption of araucaria seeds was considered additive, being able to consume all the available resources, where the increase in abundance would reduce the availability of araucaria seeds in the soil.	Brocardo et al. 2018; Dénes et al. 2018; Rosa et al. 2021
10	Wallowing can lead to changes in water permeability and nutrient loss.	Leal et al. 2017
11	The soil compaction in the trail areas alters the soil's permeability and harms the edges of water bodies.	Leal et al. 2017
12	No studies were found showing changes in the dispersion of native species.	
13	Studies show the wild boar disperses exotic plants in other environments.	Dovrat et al. 2012; Nuñez et al. 2013
14	The decrease of araucaria seeds available in the system negatively impacts populations dependent on this resource, especially small mammals.	Galiano 2010; Berto and Carolina 2012; Welter 2012; Prestes et al. 2014
15	No article was found relating the decrease in viable pine nuts to the reduction in regeneration. However, with the addition of wild boar predation in the ecosystem, the strategy of satiating natural predators used by the araucaria is impaired, thus leaving few or no seeds for regeneration.	Brocardo et al. 2018; Dénes et al. 2018
16	The disturbance caused in the soil can make the fixation and germination of the araucaria seed impossible. No study was found proving this relationship in the target system. However, there are records for other plant formations.	Móseno and Dillenburg 2004; Baretta et al. 2008; Pereira et al. 2013; Cassana et al. 2016

17	Due to compaction and changes in the tree layer, plant regeneration is impaired, leading to a loss of abundance and species. No study was found to prove this relationship. However, there are records for other plant formations.	Ickes et al. 2001; Siemann et al. 2009; Cuevas et al. 2012; Cole and Litton 2014; Horčíčková et al. 2019
18	Environmental disturbance can facilitate their propagation when invasive alien species are present, increasing their abundance within the PA. No study was found proving this relationship in the target system. However, there are records for other plant formations.	Aplet et al. 1991; Cushman et al. 2004; Tierney and Cushman 2006; Cole and Litton 2014
19	Works demonstrating the importance of these species for dispersal. However, the reduction of species responsible for the dispersion of pine nuts leading to a decrease in the regeneration of the araucaria was not demonstrated.	Iob and Vieira 2008; Vieira and Iob 2009; Brocardo 2017
20	Active hunting is one of the most used methods to control wild boar in Brazil, having the ability to reduce the local abundance of populations.	Mcilroy and Saillard 1989; Cruz et al. 2005; Keuling et al. 2008; Parkes et al. 2010; Salvador 2012
21	The predation of araucaria seeds by cattle was proven. However, no articles were found estimating how much this affects the availability of seeds in the system.	Dénes et al. 2018
22	When cattle move within the forest, they open trails, generating the effects of trampling.	Schneider et al. 1978
23	No article was found linking the collection with the decrease in the resource for the fauna. However, the illegal collection of pine nuts reduces the number of pine nuts available on the ground, as the araucaria seeds cones are removed from the top of the trees.	Silveira et al. 2007
24	By consuming exotic plants, cattle can disperse their seeds into the PA.	Hester et al. 2006; Chuong et al. 2016
25	Study showing the effect of vegetation on mixed ombrophiles forest.	Sampaio and Guarino 2007
26	Several factors of abiotic origin can either facilitate or hinder the regeneration of the araucaria. Among them stands out the burning, which in low intensity can facilitate recruitment, the frost that kills the seedlings and the light that, depending on the degree, can harm or help.	Soares 1979; Longhi 1980; Duarte and Dillenburg 2000; Paludo et al. 2011

## *Discussion*

The issue of non-indigenous species has become a concern to environmental managers, and there are demands for easy-to-apply techniques that help create efficient management plans for already established species (HILLEBRAND; GUREVITCH, 2016; OWENS, 2009; PULLIN; STEWART, 2006; SALAFSKY et al., 2002; WILLIAMS, 2011). By simplifying the current methods available for creating conceptual models and adapting the steps to focus on the reality of invasive species already established in protected areas, our approach made it possible to create the conceptual model for the reality of protected areas in the Araucaria Forest. Thus, the first step in the elaboration of an adaptive management plan is facilitated.

The process of creating a conceptual model to assess the impacts of direct and indirect drivers on biodiversity poses several challenges. Primarily there is the intrinsic limitation of all conceptual models to represent complex realities, given the impossibility of the inclusion of all variables and all possible relationships in one single model. As a strategy to mitigate these limitations, our conceptual model focuses on the main known stressors for the wild boar (BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012) and how these are related to the main concerns of environmental managers in areas with araucaria (HESS et al., 2018; MARCHIORO; SANTOS; SIMINSKI, 2020; ROSA et al., 2021). For the stressors, characteristics related to the behavior of the species were chosen, thus facilitating the understanding of the causes of these actions in the targets of conservation interest. Wild boar behavior is very well documented, as well as its effects on ecosystems, thus reinforcing their choice as stressors (BARRIOS-GARCIA; BALLARI, 2012). In the scenario of the Araucaria Forest, we chose to emphasize the predation of Araucaria seeds instead of just considering the predation of plants in general (CERVO; GUADAGNIN, 2020). The choice to restrict it to only araucaria seeds is due to the high consumption of the same by the species and these are key resources of this environment (IOB; VIEIRA, 2008; MEDINA et al., 2020; ROSA et al., 2021; SANGUINETTI; KITZBERGER, 2010). In order not to completely exclude the effect on the consumption of other plant species, we include zoochory as a possible stressor. This has a double effect, as it is related both to the possibility of spreading invasive alien species (DOVRAT; PEREVOLOTSKY; NE'EMAN, 2012; NUÑEZ et al., 2013) and restricting the distribution of native species, however during the validation process no study proved the effect on the dispersion of native species.

Related to possible effects on vegetation, two more stressors were added, Wallowing and Trampling. Because these have an effect on the soil, they have the ability to affect the landscape in general (LEAL et al., 2017). Although no studies were found relating these behaviors to changes in araucaria regeneration, using other systems as a reference, it is likely that there will be some effect, although it is not known how much.

The last stressor included involves the dynamics of the wild boar with native mammal species, where due to the size and aggressiveness of the wild boar, it actively competes for territory and resources, thus being able to chase away smaller individuals (HEGEL et al., 2019a; OLIVEIRA et al., 2020). With the reduction of native species (which in turn can be the target of conservation in some protected areas) the regeneration of araucaria is possibly impacted, since the same species serve as dispersers (BROCARDO, 2017; IOB; VIEIRA, 2008). However, no work related to the decrease of species with the decrease of regeneration was found.

Confounding factors are strictly related to the focus ecosystem and local scale. Thus, having three related to population dynamics (hunting, presence of puma and resource availability), and three related to the environment of protected areas (presence of cattle, illegal collection of araucaria seed and abiotic factors). Hunting is the most used method in Brazil to control wild boar (ROSA; WALLAU; PEDROSA, 2018), so illegal hunters can influence the number of individuals either by removing them or by driving them away (MCILROY; SAILLARD, 1989; ROSA; WALLAU; PEDROSA, 2018). Cougar predation, despite having been recorded and therefore included in the conceptual model, there are no studies showing the real influence on the abundance or behavior of wild boar individuals (CARUSO et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2020; PESCADOR et al., 2009; SKEWES et al., 2012). Resource availability is the factor that can most easily influence the size of wild boar populations (BIEBER; RUF, 2005; CUTINI et al., 2013; GAMELON et al., 2017; TOUZOT et al., 2020). Thus, quantification and monitoring of the availability of key resources would be essential as a control variable.

The presence of cattle within the protected areas allows the native grassland areas to be maintained, however, within the forest environment the cattle create trails, compact the soil and consume araucaria seeds (DÉNES et al., 2018; SCHNEIDER; GALVÃO; LONGHI, 1978). Thus, it would be able to mask the size of the wild boar effects. Therefore, the identification of the main predators and how much they remove the seeds is fundamental in the management. The illegal collection of pine nuts must be fought as it removes the resource before it is available for the fauna and soil, however there are no studies quantifying the size of this influence or the quantification of this action. Regarding abiotic factors, many of these are not related to human presence, however they may end up influencing the amount of germination.

The validation process as proposed was able to provide useful results in the construction of the conceptual model. Only for a link no related articles were found. Despite being heavily based on prior knowledge to build the conceptual model, validation with systematic search provided the theoretical foundation to discuss the theme. Increasing focus has been placed on evidence-based management (ROBERTS; STEWART; PULLIN, 2006; SUTHERLAND et al., 2004). Thus, this structured validation increases the reliability of the links and thus, of the



decisions. In addition, it allows identifying gaps in knowledge, as there are still many biases in this area of invasive species management (RICCIARDI; RYAN, 2018).

Our work, despite having successfully built an applicable conceptual model, the validation proposal increases the preparation time. We understand that each environment has its peculiarities, so there may not be studies addressing the desired theme, however our proposal aims to highlight these gaps. Once these gaps are identified, a conscious decision can be made on how to deal with them.

The management of invasive species is a topic that covers several scales (federal, state, municipal), for each of which, different measures must be taken. Our work proposes to assist in the elaboration and validation of a conceptual ecological model for smaller local scales. By simplifying the design steps, we were able to successfully create a model for wild boar presence in protected areas in the Araucaria Forest ecoregion. Our validation proposal was also successful in basing the CEM links and finding possible information gaps. We hope that with our work, the management of this species in this environment will be facilitated, in addition to serving as an example in the elaboration of other invasive species.

#### BIBLIOGRAFIA

ALLENDORF, F. W.; LUNDQUIST, L. L. Introduction: Population Biology, Evolution, and Control of Invasive Species. **Conservation Biology**, v. 17, n. 1, p. 24–30, 2003.

AMENDOLIA, S. et al. Seasonal spatial ecology of the wild boar in a peri-urban area. **Mammal Research**, v. 64, n. 3, p. 387–396, 1 jul. 2019.

ANDREU, J.; VILÀ, M.; HULME, P. E. An Assessment of Stakeholder Perceptions and Management of Noxious Alien Plants in Spain. **Environmental Management**, v. 43, n. 6, p. 1244–1255, 1 jun. 2009.

APLET, G. H.; ANDERSON, S. J.; STONE, C. P. Association between feral pig disturbance and the composition of some alien plant assemblages in Hawaii Volcanoes National Park. **Vegetatio**, v. 95, n. 1, p. 55–62, 1 ago. 1991.

ARCHIBALD, J. L. et al. The relevance of social imaginaries to understand and manage biological invasions in southern Patagonia. **Biological Invasions**, v. 22, n. 11, p. 3307–3323, 1 nov. 2020.

BAARD, J. A. et al. Biological invasions in South African National Parks. **Bothalia - African Biodiversity & Conservation**, v. 47, n. 2, p. 1–12, 22 maio 2017.

BALLARI, S. A. et al. Diet of wild boar (*Sus scrofa*) in a protected area of Argentina: the importance of baiting. **Mammal Research**, v. 60, n. 1, p. 81–87, 1 jan. 2015.

BALLARI, S. A.; BARRIOS-GARCÍA, M. N. A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. **Mammal Review**, v. 44, n. 2, p. 124–134, 2014.

- BARETTA, D.; BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. SPE, p. 2683–2691, dez. 2008.
- BARRIOS-GARCIA, M. N.; BALLARI, S. A. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. **Biological Invasions**, v. 14, n. 11, p. 2283–2300, 1 nov. 2012.
- BCMFR. **Adaptive Management - Province of British Columbia**. Disponível em: <<https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/natural-resource-stewardship/land-based-investment/forests-for-tomorrow/adaptive-management>>. Acesso em: 7 dez. 2022.
- BEEVER, E. A. et al. Social–ecological mismatches create conservation challenges in introduced species management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 17, n. 2, p. 117–125, 2019.
- BELLARD, C.; CASSEY, P.; BLACKBURN, T. M. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biology Letters**, v. 12, n. 2, p. 20150623, 29 fev. 2016.
- BENNETT, N. J. Using perceptions as evidence to improve conservation and environmental management. **Conservation Biology**, v. 30, n. 3, p. 582–592, 2016.
- BERTO, D.; CAROLINA, A. Padrão de atividade temporal de pequenos mamíferos não voadores em floresta ombrófila mista nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. 2012.
- BIEBER, C.; RUF, T. Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 6, p. 1203–1213, 2005.
- BLACKBURN, T. M. et al. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 26, n. 7, p. 333–339, 1 jul. 2011.
- BOELTER, C. R.; ZARTMAN, C. E.; FONSECA, C. R. Exotic tree monocultures play a limited role in the conservation of Atlantic Forest epiphytes. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 6, p. 1255–1272, 1 jun. 2011.
- BONESSO, A.; SCHMIDT, I. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. 17 set. 2013.
- BRADSHAW, C. J. A. et al. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. **Nature Communications**, v. 7, n. 1, p. 12986, 4 out. 2016.
- BRASIL, P. J. **Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento do Javali (*Sus scrofa*) no Brasil**. , 2017.
- BROCARD, C. R.; PEDROSA, F.; GALETTI, M. Forest fragmentation and selective logging affect the seed survival and recruitment of a relictual conifer. **Forest Ecology and Management**, v. 408, p. 87–93, 15 jan. 2018.
- BROCARD, C. R. [UNESP. Defaunação e fragmentação florestal na Mata Atlântica Subtropical e suas consequências para a regeneração de *Araucaria angustifolia*. 13 jun. 2017.
- BURGMAN, M. A. Flaws in Subjective Assessments of Ecological Risks and Means for Correcting Them. **Australian Journal of Environmental Management**, v. 8, n. 4, p. 219–226, 1 jan. 2001.

- BURNS, K. C. A Theory of Island Biogeography for Exotic Species. **The American Naturalist**, v. 186, n. 4, p. 441–451, out. 2015.
- BUTCHART, S. H. M. et al. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. **Science**, v. 328, n. 5982, p. 1164–1168, 28 maio 2010.
- BÜYÜKTAHTAKIN, İ. E.; HAIGHT, R. G. A review of operations research models in invasive species management: state of the art, challenges, and future directions. **Annals of Operations Research**, v. 271, n. 2, p. 357–403, 1 dez. 2018.
- CARUSO, N. et al. Summer habitat use and activity patterns of wild boar *Sus scrofa* in rangelands of central Argentina. **PLOS ONE**, v. 13, n. 10, p. e0206513, 24 out. 2018.
- CASSANA, F. F. et al. Effects of soil water availability on foliar water uptake of *Araucaria angustifolia*. **Plant and Soil**, v. 399, n. 1, p. 147–157, 1 fev. 2016.
- CASTILHO, L. C. et al. Attitudes and Behaviors of Rural Residents Toward Different Motivations for Hunting and Deforestation in Protected Areas of the Northeastern Atlantic Forest, Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 11, p. 1940082917753507, 1 jan. 2018.
- CERVO, I. B.; GUADAGNIN, D. L. Wild boar diet and its implications on agriculture and biodiversity in Brazilian forest–grassland ecoregions. **Animal Biodiversity and Conservation**, p. 123–136, jun. 2020.
- CHALMERS, I. The Cochrane Collaboration: Preparing, Maintaining, and Disseminating Systematic Reviews of the Effects of Health Care. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 703, n. 1, p. 156–165, 1993.
- CHOQUENOT, D.; KILGOUR, R. J.; LUKINS, B. S. An evaluation of feral pig trapping. **Wildlife Research**, v. 20, n. 1, p. 15–21, 1993.
- CHUONG, J. et al. Cattle as Dispersal Vectors of Invasive and Introduced Plants in a California Annual Grassland. **Rangeland Ecology & Management**, v. 69, n. 1, p. 52–58, 1 jan. 2016.
- COBLENTZ, B. E.; BABER, D. W. Biology and Control of Feral Pigs on Isla Santiago, Galapagos, Ecuador. **Journal of Applied Ecology**, v. 24, n. 2, p. 403–418, 1987.
- COELHO, R. et al. **Controle de porcos ferais – Javalis, Construção de jaula curral modelo Pampa, Guia para o Produtor Rural**. [s.l.] Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente., 2018.
- COLAUTTI, R. I.; MACISAAC, H. I. A neutral terminology to define “invasive” species. **Diversity and Distributions**, v. 10, n. 2, p. 135–141, 2004.
- COLE, R. J.; LITTON, C. M. Vegetation response to removal of non-native feral pigs from Hawaiian tropical montane wet forest. **Biological Invasions**, v. 16, n. 1, p. 125–140, 1 jan. 2014.
- CONROY, M. J. et al. Conservation in the face of climate change: The roles of alternative models, monitoring, and adaptation in confronting and reducing uncertainty. **Biological Conservation**, Adaptive management for biodiversity conservation in an uncertain world. v. 144, n. 4, p. 1204–1213, 1 abr. 2011.
- COOK, C. N.; POSSINGHAM, H. P.; FULLER, R. A. Contribution of Systematic Reviews to Management Decisions. **Conservation Biology**, v. 27, n. 5, p. 902–915, 2013.

- COURCHAMP, F.; CHAPUIS, J.-L.; PASCAL, M. Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. **Biological Reviews**, v. 78, n. 3, p. 347–383, 2003.
- CRONK, Q. C. B.; FULLER, J. L. **Plant Invaders**. London: Chapman & Hall, 1995.
- CRUZ, F. et al. Conservation action in the Galàpagos: feral pig (*Sus scrofa*) eradication from Santiago Island. **Biological Conservation**, v. 121, n. 3, p. 473–478, 1 fev. 2005.
- CUEVAS, M. F. et al. Effects of wild boar disturbance on vegetation and soil properties in the Monte Desert, Argentina. **Mammalian Biology**, v. 77, n. 4, p. 299–306, 1 jul. 2012.
- CUSHMAN, J. H.; TIERNEY, T. A.; HINDS, J. M. Variable Effects of Feral Pig Disturbances on Native and Exotic Plants in a California Grassland. **Ecological Applications**, v. 14, n. 6, p. 1746–1756, 2004.
- CUTINI, A. et al. Mast seeding in deciduous forests of the northern Apennines (Italy) and its influence on wild boar population dynamics. **Annals of Forest Science**, v. 70, n. 5, p. 493–502, 1 jul. 2013.
- DARRIGRAN, G.; DRAGO, I. E. **Distribuição de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), em la Cuenca Del Plata. Region Neotropical. Medio Ambiente Ambientes Aquaticos**, 2000.
- DE POORTER, M. **Invasive alien species and protected areas: a scoping report. Part 1. Scoping the scale and nature of invasive alien species threats to protected areas, impediments to invasive alien species management and means to address those impediments**. Global Invasive Species Programme, , 2007.
- DE SOUZA, J. B.; ALVES, R. R. N. Hunting and Wildlife use in an Atlantic Forest Remnant of Northeastern Brazil. **Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 1, p. 145–160, 1 mar. 2014.
- DEBERDT, A. J.; SCHERER, S. B. The wild boar: occurrence and management of the species in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 101–114, 2007.
- DÉNES, F. V. et al. Combined impacts of multiple non-native mammals on two life stages of a critically endangered Neotropical tree. **Biological Invasions**, v. 20, n. 11, p. 3055–3068, 1 nov. 2018.
- DI CASTRI, F. History of biological invasions with special emphasis on the Old World. Em: **Biological invasions: a global perspective**. [s.l.: s.n.]. p. 1–30.
- DIGENNARO, B. et al. Using Conceptual Models and Decision-Support Tools to Guide Ecosystem Restoration Planning and Adaptive Management: An Example from the Sacramento–San Joaquin Delta, California. **San Francisco Estuary and Watershed Science**, v. 10, n. 3, 22 out. 2012.
- DOS REIS, M. S.; LADIO, A.; PERONI, N. Landscapes with Araucaria in South America: evidence for a cultural dimension. **Ecology and Society**, v. 19, n. 2, 2014.
- DOVRAT, G.; PEREVOLOTSKY, A.; NE'EMAN, G. Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. **Journal of Arid Environments**, v. 78, p. 49–54, 1 mar. 2012.
- DUARTE, L. DA S.; DILLENBURG, L. R. Ecophysiological responses of Araucaria angustifolia seedlings to different irradiance levels. **Australian Journal of Botany**, v. 48, n. 4, p. 531–537, 2000.

- DUDLEY, N.; STOLTON, S. **Arguments for Protected Areas: Multiple Benefits for Conservation and Use.** [s.l.] Routledge, 2010.
- EGGER, M.; HIGGINS, J. P. T.; SMITH, G. D. **Systematic Reviews in Health Research: Meta-Analysis in Context.** [s.l.] John Wiley & Sons, 2022.
- FARIA, L. et al. Invasive species policy in Brazil: a review and critical analysis. **Environmental Conservation**, p. 1–6, 16 nov. 2022.
- FAZEY, I. et al. Can methods applied in medicine be used to summarize and disseminate conservation research? **Environmental Conservation**, v. 31, n. 3, p. 190–198, set. 2004.
- FERRARO, P. J.; PATTANAYAK, S. K. Money for Nothing? A Call for Empirical Evaluation of Biodiversity Conservation Investments. **PLOS Biology**, v. 4, n. 4, p. e105, 11 abr. 2006.
- FONSECA, C. R. **Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável.** [s.l.] Holos Editora, 2009.
- FOXCROFT, L. C. An Adaptive Management Framework for Linking Science and Management of Invasive Alien Plants. **Weed Technology**, v. 18, p. 1275–1277, 2004.
- FOXCROFT, L. C. et al. Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. **Biological Invasions**, v. 19, n. 5, p. 1353–1378, 1 maio 2017a.
- FOXCROFT, L. C. et al. Erratum to: Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. **Biological Invasions**, v. 19, n. 8, p. 2503–2505, 1 ago. 2017b.
- FOXCROFT, L. C.; MCGEOCH, M. Implementing invasive species management in an adaptive management framework. **Koedoe : African Protected Area Conservation and Science**, v. 53, n. 2, p. 1–11, jan. 2011.
- FRYXELL, J. M.; SINCLAIR, A. R. E.; CAUGHLEY, G. **Wildlife Ecology, Conservation, and Management.** [s.l.] John Wiley & Sons, 2014.
- GALETTI, M. et al. Diet Overlap and Foraging Activity between Feral Pigs and Native Peccaries in the Pantanal. **PLOS ONE**, v. 10, n. 11, p. e0141459, 4 nov. 2015.
- GALIANO, D. Dinâmica populacional e efeitos de variáveis ambientais sobre a fauna de pequenos mamíferos em um fragmento de floresta com araucária no sul do Brasil. 2010.
- GALLARDO, B. et al. Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. **Global Change Biology**, v. 23, n. 12, p. 5331–5343, 2017.
- GAMELON, M. et al. Reproductive allocation in pulsed-resource environments: a comparative study in two populations of wild boar. **Oecologia**, v. 183, n. 4, p. 1065–1076, 1 abr. 2017.
- GATES, S. Review of methodology of quantitative reviews using meta-analysis in ecology. **Journal of Animal Ecology**, v. 71, n. 4, p. 547–557, 2002.
- GEISSER, H.; REYER, H.-U. Efficacy of Hunting, Feeding, and Fencing to Reduce Crop Damage by Wild Boars. **The Journal of Wildlife Management**, v. 68, n. 4, p. 939–946, 2004.
- GENOVESI, P.; MONACO, A. Guidelines for Addressing Invasive Species in Protected Areas. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges.** Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 487–506.

- GENTILE, J. H. et al. Ecological conceptual models: a framework and case study on ecosystem management for South Florida sustainability. **Science of The Total Environment**, Toxicology and Risk Assessment Approaches. v. 274, n. 1, p. 231–253, 2 jul. 2001.
- GEORGES, A.; HONE, L. J.; NORRIS, R. H. Applied Ecology. Em: JØRGENSEN, S. E.; FATH, B. D. (Eds.). **Encyclopedia of Ecology**. Oxford: Academic Press, 2008. p. 227–232.
- GÜRTLER, R. E. et al. Differential long-term impacts of a management control program of axis deer and wild boar in a protected area of north-eastern Argentina. **Biological Invasions**, v. 20, n. 6, p. 1431–1447, 1 jun. 2018.
- HANSON, L. B. et al. Effect of experimental manipulation on survival and recruitment of feral pigs. **Wildlife Research**, v. 36, n. 3, p. 185–191, 15 abr. 2009.
- HEBERT, P. D. N. et al. Demography and ecological impacts of the invading mollusc *Dreissena polymorpha*. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, n. FEBRUARY, p. 405–409, 1991.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Wild pig (*Sus scrofa* L.) occupancy patterns in the Brazilian Atlantic forest. **Biota Neotropica**, v. 19, 15 ago. 2019a.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Is the wild pig the real “big bad wolf”? Negative effects of wild pig on Atlantic Forest mammals. **Biological Invasions**, v. 21, n. 12, p. 3561–3574, 1 dez. 2019b.
- HEGEL, C. G. Z. et al. Invasion and spatial distribution of wild pigs (*Sus scrofa* L.) in Brazil. **Biological Invasions**, 21 jul. 2022.
- HEGEL, C. G. Z.; MARINI, M. Â. Impact of the wild boar, *Sus scrofa*, on a fragment of Brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 8, n. 1, p. 17–24, 4 fev. 2013.
- HEINKEN, T. et al. Dispersal of vascular plants by four species of wild mammals in a deciduous forest in NE Germany. **Phytocoenologia**, p. 627–643, 9 dez. 2002.
- HESS, A. F. F. et al. FOREST MANAGEMENT FOR THE CONSERVATION OF *Araucaria angustifolia* IN SOUTHERN BRAZIL. **FLORESTA**, v. 48, n. 3, p. 373–382, 14 jun. 2018.
- HESTER, A. et al. Impacts of large herbivores on plant community structure and dynamics, pages 97-141. **Large Herbivore Ecology and Ecosystem Dynamics**, 25 maio 2006.
- HIGGINS, J. P. T. et al. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2019.
- HILLEBRAND, H.; GUREVITCH, J. Meta-Analysis and Systematic Reviews in Ecology. Em: **eLS**. [s.l.] John Wiley & Sons, Ltd, 2016. p. 1–11.
- HOLWAY, D. A.; SUAREZ, A. V. Animal behavior: an essential component of invasion biology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 8, p. 328–330, 1 ago. 1999.
- HORČIČKOVÁ, E.; BRŮNA, J.; VOJTA, J. Wild boar (*Sus scrofa*) increases species diversity of semidry grassland: Field experiment with simulated soil disturbances. **Ecology and Evolution**, v. 9, n. 5, p. 2765–2774, 2019.
- HURYN, A. D. Ecosystem-level evidence for top-down and bottom-up control of production in a grassland stream system. **Oecologia**, v. 115, n. 1–2, p. 173–183, 1998.

- HYGNSTROM, S. E. et al. Prevention and Control of Wildlife Damage, 5th Edition. **Proceedings of the Vertebrate Pest Conference**, v. 26, n. 26, 2014.
- IBAMA. **Manual de boas práticas para o controle de javali**. Brasília, DF: Grazielle Oliveira Batista, 2020.
- ICKES, K.; DEWALT, S. J.; APPANAH, S. Effects of Native Pigs (*Sus scrofa*) on Woody Understorey Vegetation in a Malaysian Lowland Rain Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 2, p. 191–206, 2001.
- IOB, G.; VIEIRA, E. M. Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian *Araucaria* Forest: influence of deposition site and comparative role of small and ‘large’ mammals. **Plant Ecology**, v. 198, n. 2, p. 185–196, 1 out. 2008.
- IUCN. **Araucaria angustifolia: Thomas, P.: The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T32975A2829141**. International Union for Conservation of Nature, , 16 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/32975/0>>. Acesso em: 23 nov. 2022
- JAUREGUIBERRY, P. et al. The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. **Science Advances**, v. 8, n. 45, p. eabm9982, 9 nov. 2022.
- JOHNSON, P. T. J. et al. Interactions among invaders: community and ecosystem effects of multiple invasive species in an experimental aquatic system. **Oecologia**, v. 159, n. 1, p. 161–170, 1 fev. 2009.
- JONES, B. A. Invasive Species Impacts on Human Well-being Using the Life Satisfaction Index. **Ecological Economics**, v. 134, p. 250–257, 1 abr. 2017.
- JORI, F. et al. 8. Management of wild boar populations in the European Union before and during the ASF crisis. Em: **Understanding and combatting African Swine Fever**. [s.l.] Wageningen Academic Publishers, 2021. p. 197–228.
- KÄFFER, M. I.; GANADE, G.; MARCELLI, M. P. Lichen diversity and composition in *Araucaria* forests and tree monocultures in southern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 13, p. 3543, 4 jun. 2009.
- KATSANEVAKIS, S. et al. Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: A pan-European review. **Aquatic Invasions**, v. 9, n. 4, p. 391–423, 2014.
- KEITER, D. A.; BEASLEY, J. C. Hog Heaven? Challenges of Managing Introduced Wild Pigs in Natural Areas. **Natural Areas Journal**, v. 37, n. 1, p. 6–16, jan. 2017.
- KETTERL, J. et al. Spectrum of Ants Associated with *Araucaria angustifolia* Trees and Their Relations to Hemipteran Trophobionts. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 38, n. 3, p. 199–206, 1 dez. 2003.
- KEULING, O.; STIER, N.; ROTH, M. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? **European Journal of Wildlife Research**, v. 54, n. 4, p. 729–737, 1 out. 2008.
- KEULING, O.; STRAUSS, E.; SIEBERT, U. Regulating wild boar populations is “somebody else’s problem”! - Human dimension in wild boar management. **Science of The Total Environment**, v. 554–555, p. 311–319, 1 jun. 2016.

- KEULING, O.; STRAUSS, E.; SIEBERT, U. How Do Hunters Hunt Wild Boar? Survey on Wild Boar Hunting Methods in the Federal State of Lower Saxony. **Animals**, v. 11, n. 9, p. 2658, set. 2021.
- KIRINGE, J. W.; OKELLO, M. M.; EKAJUL, S. W. Managers' perceptions of threats to the protected areas of Kenya: prioritization for effective management. **Oryx**, v. 41, n. 3, p. 314–321, jul. 2007.
- KLINGER, T.; PADILLA, D. K.; BRITTON-SIMMONS, K. Two invaders achieve higher densities in reserves. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 16, n. 3, p. 301, 2006.
- KMETIUK, L. B. et al. Ticks and serosurvey of anti-Rickettsia spp. antibodies in wild boars (*Sus scrofa*), hunting dogs and hunters of Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 5, p. e0007405, 30 maio 2019.
- KUMSCHICK, S. et al. Ecological Impacts of Alien Species: Quantification, Scope, Caveats, and Recommendations. **BioScience**, v. 65, n. 1, p. 55–63, 1 jan. 2015.
- LARSON, D. L. et al. A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 1, p. 14–22, 1 jan. 2011.
- LAURANCE, W. F. et al. Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. **Nature**, v. 489, n. 7415, p. 290–294, set. 2012.
- LEAL, M. S. et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 1, p. 146–155, fev. 2017.
- LEÃO, T. C. et al. Espécies exóticas invasoras no Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. **Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE**, v. 99, 2011.
- LEITE, P.; KLEIN, R. Vegetação. Em: **Geografia do Brasil -- Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v. 2p. 113–150.
- LENNOX, R. et al. Improving science-based invasive species management with physiological knowledge, concepts, and tools. **Biological Invasions**, v. 17, n. 8, p. 2213–2227, 1 ago. 2015.
- LEUNG, B. et al. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 269, n. 1508, p. 2407–2413, 7 dez. 2002.
- LINKOV, I. et al. From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: Recent developments and applications. **Environment International, Environmental Risk Management - the State of the Art**. v. 32, n. 8, p. 1072–1093, 1 dez. 2006.
- LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion ecology**. 2. ed. [s.l.] Wiley-Blackwell, 2013a.
- LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion Ecology**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013b.
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. Brasil: Universidade Federal do Paraná, 1980.



- MAČIĆ, V. et al. Biological Invasions in Conservation Planning: A Global Systematic Review. **Frontiers in Marine Science**, v. 5, 2018.
- MACIEL, A. L. G. et al. Tuberculosis in Southern Brazilian wild boars (*Sus scrofa*): First epidemiological findings. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 65, n. 2, p. 518–526, 2018.
- MARBUAH, G.; GREN, I.-M.; MCKIE, B. Economics of Harmful Invasive Species: A Review. **Diversity**, v. 6, n. 3, p. 500–523, set. 2014.
- MARCHIORO, C. A.; SANTOS, K. L.; SIMINSKI, A. Present and future of the critically endangered *Araucaria angustifolia* due to climate change and habitat loss. **Forestry: An International Journal of Forest Research**, v. 93, n. 3, p. 401–410, 14 maio 2020.
- MARGOLUIS, R. et al. Using conceptual models as a planning and evaluation tool in conservation. **Evaluation and Program Planning**, v. 32, n. 2, p. 138–147, 1 maio 2009.
- MASSEI, G.; ROY, S.; BUNTING, R. Too many hogs?: A review of methods to mitigate impact by wild boar and feral hogs. **Human-Wildlife Interactions**, v. 5, n. 1, p. 79–99, 2011.
- MCCANN, B. E.; GARCELON, D. K. Eradication of Feral Pigs From Pinnacles National Monument. **The Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 6, p. 1287–1295, 2008.
- MCILROY, J. C.; SAILLARD, R. J. The Effect of Hunting With Dogs on the Numbers and Movements of Feral Pigs, *Sus-Scrofa*, and the Subsequent Success of Poisoning Exercises in Namadgi-National-Park, Act. **Wildlife Research**, v. 16, n. 3, p. 353–363, 1989.
- MECKE, R.; GALILEO, M. H. M. A review of the weevil fauna (Coleoptera, Curculionoidea) of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (Araucariaceae) in South Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 505–513, set. 2004.
- MEDINA, M. et al. Native tree regeneration in native tree plantations: understanding the contribution of *Araucaria angustifolia* to biodiversity conservation in the threatened Atlantic Forest in Argentina. **Austral Ecology**, v. 45, n. 2, p. 229–239, 2020.
- MILLS, M. D.; RADER, R. B.; BELK, M. C. Complex interactions between native and invasive fish: the simultaneous effects of multiple negative interactions. **Oecologia**, v. 141, n. 4, p. 713–721, 1 dez. 2004.
- MIRANDA, R. J. et al. Brazil policy invites marine invasive species. **Science**, v. 368, n. 6490, p. 481–481, maio 2020.
- MONTALTO, L.; DE DRAGO, I. E. Tolerance to desiccation of an invasive mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae), under experimental conditions. **Hydrobiologia**, v. 498, p. 161–167, 2003.
- MOONEY, H. A. et al. **Invasive Alien Species: A New Synthesis**. [s.l.] Island Press, 2005.
- MORAIS, T. A. et al. Factors affecting space use by wild boars (*Sus scrofa*) in high-elevation tropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, v. 97, n. 11, p. 971–978, nov. 2019.
- MÓSENA, M.; DILLENBURG, L. R. Early growth of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*[Bertol.] Kuntze) in response to soil compaction and drought. **Plant and Soil**, v. 258, n. 1, p. 293–306, 1 jan. 2004.

- MULROW, C. D. Systematic Reviews: Rationale for systematic reviews. **BMJ**, v. 309, n. 6954, p. 597–599, 3 set. 1994.
- NEWTON, A. C. et al. Bayesian Belief Networks as a tool for evidence-based conservation management. **Journal for Nature Conservation**, v. 15, n. 2, p. 144–160, 13 jul. 2007.
- NUÑEZ, M. A. et al. Exotic Mammals Disperse Exotic Fungi That Promote Invasion by Exotic Trees. **PLOS ONE**, v. 8, n. 6, p. e66832, 24 jun. 2013.
- OGDEN, N. H. et al. Emerging infectious diseases and biological invasions: a call for a One Health collaboration in science and management. **Royal Society Open Science**, v. 6, n. 3, p. 181577, 13 mar. 2019.
- OLIVEIRA, Ê. S. DE et al. Who's afraid of the big bad boar? Assessing the effect of wild boar presence on the occurrence and activity patterns of other mammals. **PLOS ONE**, v. 15, n. 7, p. e0235312, 14 jul. 2020.
- ORCHAN, Y. et al. The complex interaction network among multiple invasive bird species in a cavity-nesting community. **Biological Invasions**, v. 15, n. 2, p. 429–445, 1 fev. 2013.
- ORROCK, J. L.; DANIELSON, B. J. Rodents balancing a variety of risks: Invasive fire ants and indirect and direct indicators of predation risk. **Oecologia**, v. 140, n. 4, p. 662–667, 2004.
- OWENS, P. N. Adaptive management frameworks for natural resource management at the landscape scale: implications and applications for sediment resources. **Journal of Soils and Sediments**, v. 9, n. 6, p. 578–593, 1 dez. 2009.
- PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. DOS. Regeneração de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Revista Árvore**, v. 35, p. 1107–1119, out. 2011.
- PARKES, J. P. et al. Rapid eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) from Santa Cruz Island, California. **Biological Conservation**, v. 143, n. 3, p. 634–641, 1 mar. 2010.
- PEDROSA, F. et al. Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 1, p. 84–87, 1 jan. 2015.
- PEREIRA, J. DE M. et al. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-068320130003000003&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-068320130003000003&lng=en&nrm=iso&tlng=en). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 572–586, jun. 2013.
- PÉREZ CARUSI, L. C. et al. Relaciones espaciales y numéricas entre venados de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus celer*) y chanchos cimarrones (*Sus scrofa*) en el Refugio de Vida Silvestre Bahía Samborombón, Argentina. **Ecología austral**, v. 19, n. 1, p. 63–71, abr. 2009.
- PESCADOR, M. et al. Expansion of the introduced Wild Boar (*Sus scrofa*) in the Andean region, Argentinean Patagonia. **Galemys**, v. 21, p. 121–132, 1 jan. 2009.
- PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological Economics**, Integrating Ecology and Economics in Control Bioinvasions. v. 52, n. 3, p. 273–288, 15 fev. 2005.
- PRESTES, N.; MARTINEZ, J.; KILPP, J. Consumo das sementes de *Araucaria angustifolia* por Amazona pretrei e Amazona vinacea em programa de conservação ex situ. **Ornithologia**, v. 6, p. 121–127, 1 set. 2014.

- PULLIN, A. S. et al. Do conservation managers use scientific evidence to support their decision-making? **Biological Conservation**, v. 119, n. 2, p. 245–252, 1 set. 2004.
- PULLIN, A. S.; KNIGHT, T. M. Effectiveness in Conservation Practice: Pointers from Medicine and Public Health. **Conservation Biology**, v. 15, n. 1, p. 50–54, 2001.
- PULLIN, A. S.; KNIGHT, T. M. Assessing Conservation Management's Evidence Base: a Survey of Management-Plan Compilers in the United Kingdom and Australia. **Conservation Biology**, v. 19, n. 6, p. 1989–1996, 2005.
- PULLIN, A. S.; STEWART, G. B. Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p. 1647–1656, 2006.
- PYŠEK, P. et al. Plant Invasions of Protected Areas in Europe: An Old Continent Facing New Problems. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 209–240.
- PYŠEK, P. et al. Scientists' warning on invasive alien species. **Biological Reviews**, v. 95, n. 6, p. 1511–1534, 2020.
- PYŠEK, P.; RICHARDSON, D. M. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 35, n. 1, p. 25–55, 2010.
- REASER, J. K. et al. The early detection of and rapid response (EDRR) to invasive species: a conceptual framework and federal capacities assessment. **Biological Invasions**, v. 22, n. 1, p. 1–19, 1 jan. 2020.
- REN, J. et al. An invasive species erodes the performance of coastal wetland protected areas. **Science Advances**, v. 7, n. 42, p. eabi8943, 13 out. 2021.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Conservation Issues in the Brazilian Atlantic Forest. v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 1 jun. 2009.
- RICCIARDI, A. Predicting the impacts of an introduced species from its invasion history: An empirical approach applied to zebra mussel invasions. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 6, p. 972–981, 2003.
- RICCIARDI, A. et al. Progress toward understanding the ecological impacts of nonnative species. **Ecological Monographs**, v. 83, n. 3, p. 263–282, 2013.
- RICCIARDI, A.; RYAN, R. The exponential growth of invasive species denialism. **Biological Invasions**, v. 20, n. 3, p. 549–553, 1 mar. 2018.
- RISCH, D. R.; RINGMA, J.; PRICE, M. R. The global impact of wild pigs (*Sus scrofa*) on terrestrial biodiversity. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 13256, 24 jun. 2021.
- ROBERTS, P. D.; PULLIN, A. S. The effectiveness of management options used for the control of *Spartina* species. **Systematic Review**, v. 22, 2006.
- ROBERTS, P. D.; STEWART, G. B.; PULLIN, A. S. Are review articles a reliable source of evidence to support conservation and environmental management? A comparison with medicine. **Biological Conservation**, v. 132, n. 4, p. 409–423, 1 out. 2006.

- ROBERTSON, P. A. et al. Towards the European eradication of the North American ruddy duck. **Biological Invasions**, v. 17, n. 1, p. 9–12, 1 jan. 2015.
- ROSA, C. et al. Seed removal of *Araucaria angustifolia* by native and invasive mammals in protected areas of Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 1, 2021.
- ROSA, C. A. D.; WALLAU, M. O.; PEDROSA, F. Hunting as the main technique used to control wild pigs in Brazil. **Wildlife Society Bulletin**, v. 42, n. 1, p. 111–118, 2018.
- ROSA, C. A. DA; PINTO, I. A.; JARDIM, N. S. **Controle do javali na Serra da Mantiqueira: um estudo de caso no Parque Nacional do Itatiaia e RPPN Alto-Montana . Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 285–303, 3 jun. 2018.
- ROUT, T. M.; MOORE, J. L.; MCCARTHY, M. A. Prevent, search or destroy? A partially observable model for invasive species management. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 3, p. 804–813, 2014.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian Protected Areas. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 612–618, 2005.
- S, G. et al. Management priorities for marine invasive species. **The Science of the total environment**, v. 688, 20 out. 2019.
- SALAFSKY, N. et al. Improving the Practice of Conservation: a Conceptual Framework and Research Agenda for Conservation Science. **Conservation Biology**, v. 16, n. 6, p. 1469–1479, 2002.
- SALVADOR, C. **Ecologia e manejo de javali (*Sus scrofa* L.) na América do Sul [Ecology and management of Eurasian wild boar (*Sus scrofa* L.) in South America]**. [s.l.: s.n.].
- SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 2, p. 32–49, 2013.
- SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. DE S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de floresta ombrófila mista. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1035–1046, dez. 2007.
- SANGUINETTI, J.; KITZBERGER, T. Factors controlling seed predation by rodents and non-native *Sus scrofa* in *Araucaria araucana* forests: potential effects on seedling establishment. **Biological Invasions**, v. 12, n. 3, p. 689–706, 1 mar. 2010.
- SCHINDLER, D. E.; KNAPP, R. A.; LEAVITT, P. R. **Alteration of nutrient cycles and algal production resulting from fish introductions into Mountain Lakes**. *Ecosystems*, 2001.
- SCHMIDT, M. et al. Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part I: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). **European Journal of Forest Research**, v. 123, n. 2, p. 167–176, 1 set. 2004.
- SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. INFLUÊNCIA DO PISOTEIO DE BOVINOS EM ÁREAS FLORESTAIS. **FLORESTA**, v. 9, n. 1, 1978.
- SEGAN, D. B. et al. Using Conservation Evidence to Guide Management. **Conservation Biology**, v. 25, n. 1, p. 200–202, 2011.
- SHABECOFF, P. **Earth Rising: American Environmentalism in the 21st Century**. [s.l.] Island Press, 2000.

- SIEMANN, E. et al. Experimental test of the impacts of feral hogs on forest dynamics and processes in the southeastern US. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 5, p. 546–553, 20 ago. 2009.
- SILVEIRA, C.; RODRIGUES, G.; GUERRA, T. A coleta de pinhão na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS: uso potencial sustentável. **Revista Brasileira de Biociências**, p. 93–95, 2007.
- SIMBERLOFF, D. et al. Impacts of biological invasions: what’s what and the way forward. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 1, p. 58–66, 1 jan. 2013.
- SIMON, K. S.; TOWNSEND, C. R. Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organisation, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. **Freshwater Biology**, v. 48, n. 6, p. 982–994, 2003.
- SKEWES, O. et al. The European wild boar (*Sus scrofa*): a biological invader as a recent prey of the American puma (*Puma concolor*) in southern Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 85, n. 2, p. 227–232, 2012.
- SOARES, R. V. CONSIDERAÇÕES SOBRE A REGENERAÇÃO NATURAL DA *Araucaria angustifolia*. **FLORESTA**, v. 10, n. 2, 1979.
- SPEAR, D. et al. Human population density explains alien species richness in protected areas. **Biological Conservation**, v. 159, p. 137–147, 1 mar. 2013.
- SUTHERLAND, W. J. et al. The need for evidence-based conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 6, p. 305–308, 1 jun. 2004.
- SUTHERLAND, W. J.; HILL, D. A. **Managing Habitats for Conservation**. [s.l.] Cambridge University Press, 1995.
- TIERNEY, T. A.; CUSHMAN, J. HALL. Temporal Changes in Native and Exotic Vegetation and Soil Characteristics following Disturbances by Feral Pigs in a California Grassland. **Biological Invasions**, v. 8, n. 5, p. 1073–1089, 1 jul. 2006.
- TOUZOT, L. et al. How does increasing mast seeding frequency affect population dynamics of seed consumers? Wild boar as a case study. **Ecological Applications**, v. 30, n. 6, p. e02134, 2020.
- TU, M.; ROBISON, R. A. Overcoming Barriers to the Prevention and Management of Alien Plant Invasions in Protected Areas: A Practical Approach. Em: FOXCROFT, L. C. et al. (Eds.). **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. p. 529–547.
- VASCONCELOS, M. F. DE; D’ANGELO NETO, S. First assessment of the avifauna of *Araucaria* forests and other habitats from extreme southern Minas Gerais, Serra da Mantiqueira, Brazil, with notes on biogeography and conservation. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 49, p. 49–71, 2009.
- VEITCH, C. R.; CLOUT, M. N. **Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species : Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives**. [s.l.] IUCN, 2002.
- VERCAUTEREN, K. C. et al. **Invasive Wild Pigs in North America: Ecology, Impacts, and Management**. [s.l.] CRC Press, 2019.

- VIEIRA, E.; IOB, G. Dispersão e predação de sementes da araucária (*Araucaria angustifolia*) Dispersal and predation of the Brazilian “pine” (*ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*) seeds. Em: **Floresta de Araucária: Ecologia, Conservação e Desenvolvimento Sustentável**. Ribeirão Preto, SP, Brasil: Editora Holos, 2009. p. 85–95.
- VILÀ, M. et al. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 8, n. 3, p. 135–144, 2010.
- VILÀ, M.; HULME, P. E. **Impact of biological invasions on ecosystem services**. [s.l.] Springer, 2017. v. 12
- WELTER, D. Uso do espaço por pequenos mamíferos não voadores em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. 2012.
- WEST, B.; COOPER, A.; ARMSTRONG, J. Managing Wild Pigs: A Technical Guide. **Human–Wildlife Interactions Monographs**, 1 jan. 2009.
- WILLIAMS, B. K. Passive and active adaptive management: Approaches and an example. **Journal of Environmental Management**, Adaptive management for Natural Resources. v. 92, n. 5, p. 1371–1378, 1 maio 2011.
- WILLIAMSON, M. **Biological Invasions**. London: Springer Science & Business Media, 1996.
- ZALBA, S.; ZILLER, S. R. Adaptive management of alien invasive species: putting the theory into practice. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 86–92, 2007.
- ZAVALETA, E. et al. Enhancing the Engagement of U.S. Private Foundations with Conservation Science. **Conservation Biology**, v. 22, n. 6, p. 1477–1484, 2008.
- ZENNI, R. D.; DE SÁ DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. **Biotemas**, v. 29, n. 1, p. 133–153, 2016.
- ZILLER, S. R. et al. A priority-setting scheme for the management of invasive non-native species in protected areas. **NeoBiota**, v. 62, p. 591–606, 15 out. 2020.
- ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. DE S. Plantas e vertebrados exóticos invasores em unidades de conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, n. 2, p. 4–31, 2013.

*Supplementary material*

**Supplementary table.** Set of words used in each validation step for each link.

<i>Step</i>	<i>Link N°</i>	<i>Keywords A</i>	<i>Keywords Group B</i>	<i>Results</i>
1°	3	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Hegel <i>et al.</i> , 2019, Silveira de Oliveira <i>et al.</i> , 2020
1°	4	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Cervo & Guadagnin, 2020; Brocardo <i>et al.</i> , 2018; Dénes <i>et al.</i> 2018; Rosa <i>et al.</i> , 2021
1°	5	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Hegel & Marini, 2013
1°	6	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Hegel & Marini, 2013
1°	9	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Brocardo <i>et al.</i> 2018; Dénes <i>et al.</i> 2018; Rosa <i>et al.</i> 2021
1°	10	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Leal <i>et al.</i> 2017
1°	11	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Leal <i>et al.</i> 2017
1°	14	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Hegel <i>et al.</i> , 2019; Silveira de Oliveira <i>et al.</i> , 2020
1°	15	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	("Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Brocardo <i>et al.</i> 2018; Dénes <i>et al.</i> 2018
1°	21	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	"Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Dénes <i>et al.</i> 2018
2°	1	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	"Puma concolor" OR "puma" OR "Onça-pintada" OR "Panthera onca")	Pescador <i>et al.</i> , 2009; Skewes <i>et al.</i> , 2012; Caruso <i>et al.</i> , 2018; Silveira de Oliveira <i>et al.</i> , 2020
2°	2	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	"population dynamics" OR "population fluctuation" OR "abundance of resources"	Bieber & Ruf 2005; Cutini <i>et al.</i> 2013; Gamelon <i>et al.</i> 2017; Touzot <i>et al.</i> , 2020

2°	7	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	zoochory	Heinken <i>et al.</i> , 2002; Schmidt <i>et al.</i> 2004
2°	12	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	"native plants" AND (dispersion OR distribution OR alteration)	
2°	13	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	"invasive plants" AND (dispersion OR distribution OR alteration)	Dovrat <i>et al.</i> , 2012; Nuñez <i>et al.</i> , 2013;
2°	17	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	impact OR effect AND (forest regeneration OR forest abundance OR forest richness OR plant richness) AND (wallowing OR trampling OR "soil")	Ickes, <i>et al.</i> 2001; Siemann <i>et al.</i> 2009; Cuevas <i>et al.</i> 2012; Cole & Litton 2014; Horčíčková <i>et al.</i> 2019
2°	18	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	impact OR effect AND (forest regeneration OR forest abundance OR forest richness OR plant richness) AND (wallowing OR trampling OR "soil")	Aplet <i>et al.</i> 1991; Cushman <i>et al.</i> 2004; Tierney & Cushman 2006; Cole & Litton 2014
2°	20	("Sus Scrofa" OR "wild boar" OR "wild pig")	hunting AND (abundance OR fluctuation OR "population dynamics")	McIlroy & Saillard, 1989; Cruz <i>et al.</i> , 2005; Keuling <i>et al.</i> , 2008; Parkes <i>et al.</i> , 2010, Slavador, 2012
3°	8	(population OR abundance OR richness) AND animals	"Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Galiano, 2010; Prestes <i>et al.</i> , 2014; da Silva Neto <i>et al.</i> , 2012; Dal Berto, 2012; Welter, 2012
3°	16	("soil modification" OR "soil disturbance" OR "soil alteration")	"Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Móseno & Dillenburg, 2004; Baretta <i>et al.</i> 2008; Pereira <i>et al.</i> 2013; Cassana <i>et al.</i> 2016
3°	19	animal AND dispersion OR regeneration	"Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Iob & Vieira 2008; Vieira & Iob 2009; Brocardo 2017
3°	22	cattle	trampling	Schneider <i>et al.</i> , 1978
3°	23	collection OR extractivism	pinion OR "araucaria nuts" OR "araucaria seed"	Rodrigues & Guerra 2007
3°	24	cattle	"native plants" AND (dispersion OR distribution OR alteration)	Hester <i>et al.</i> 2006; Chuong <i>et al.</i> 2016
3°	25	cattle	"invasive plants" AND (dispersion OR distribution OR alteration)	Sampaio & Guarino 2007
3°	26	regeneration OR abiotic factors	"Araucaria angustifolia" OR "araucaria forest" OR "Araucaria moist forest" OR "Mixed Ombrophilous Forest"	Soares, 1979; Longhi, 1980; Duarte & Dillenburg, 2010; Festa Paludo <i>et al.</i> , 2011



## CAPÍTULO 4 - ENVIRONMENTAL FACTORS RELATED TO THE PRESENCE OR ABSENCE OF WILD BOAR IN PROTECTED AREAS

---

### **Environmental factors related to the presence or absence of wild boar in protected areas**

Matheus Fragoso Etges, Demétrio Luis Guadagnin, Andreas Kindel

**Keywords:** sus scrofa, conservation, invasive species, Brazil

#### **Abstract**

Understanding the environmental factors that influence the presence and absence of invasive species is fundamental in the elaboration of plans to contain the expansion and in the planning of the management, mainly when referring to protected areas. The wild boar is an invasive species of rapid expansion and difficult to control, where, in Brazil, it is found in several states in various stages of invasion. Many species are already under the influence of wild boar's effects, including within protected areas that aim to preserve them. Worsening the situation, the wild boar is still expanding throughout the territory, jeopardizing the objective of many other areas of protection. Thus, our work aims to update the scenario of the presence of wild boar in southern Brazil and test different hypotheses about what differentiates areas of protection that have and do not have wild boars. For this, we used the degree of anthropization, environmental aptitude indexes, pig herd size, and variables related to environmental heterogeneity in discriminant analyses. We have that the presence of wild boar in the surroundings, high value of food and shelter, with greater breeding of pigs and low value of environmental heterogeneity are key variables in separating those that have and do not have wild boar. This being both within the PAs and in the surrounding municipalities. With this, we reinforce previous local knowledge for the species' occupation pattern, and allow the protection areas to better plan different management strategies, in case it presents a low or high probability of invasion.

## *Introduction*

The invasion of exotic species is one of the main causes of biodiversity loss today (Pimentel et al. 2005; Doherty et al. 2016; Mollot et al. 2017; Spatz et al. 2017) and particularly worry in protected areas (Gallardo et al. 2017; Foxcroft et al. 2017; Ren et al. 2021). Wild boar (*Sus scrofa*) is one of the 100 worst exotic and invasive species in the world given the negative impacts caused to the invaded environments and difficulty to manage (Boudjelas et al. 2000).

Once introduced in a region, wild boars must surpass environmental barriers in order to become established and disperse (Richardson et al. 2000). Considering that the species is already established in part of Brazil and inducing environmental and economic effects (Hegel et al. 2019b; Oliveira et al. 2020), recognize the barriers or favorable features to local dispersal and the suitability of local environments is key to understand the mosaic of occupation in the states where the species is found (N'Guyen et al. 2016; Hegel et al. 2019a; Morais et al. 2019) and perhaps identify priority areas for preventive or control actions.

Wild boar invasion in Brazil may have followed multiple pathways, including assisted jumping dispersal (intentional or non-avoided release) and gradual leading-edge dispersal or corridor dispersal from the first source areas (Wilson et al. 2009; Hegel et al. 2022). Originally the creation of wild boar for the commercialization of the meat was allowed, so many breeding sites were allowed, however wild boar raising is illegal in Brazil since 1998 (Hegel et al. 2022). So many of these breeders ended up illegally releasing the animals into the wild (Hegel et al. 2022).

Wild boar movement is barely known in his Brazilian area of occurrence and known home range ranges between 273 and 1253 ha in an agroecosystem in Midwest Brazil (Martins et al. 2019) and between 24.4 and 2388.5 ha in Brazil Pantanal (Oliveira-Santos et al. 2016) highlighting that invasion speed could be very contextual. Males are known to actively seek females, and pig farms or small raisings may be an attractor factor (Dexter 1999; McIlroy et al. 2005; Podgórski et al. 2014). Control measure frequency or intensity may be seen as barriers or filters to wild boar spread (Keuling and Massei 2021) but is seldom evaluated. However, the study of wild boar occupation in association to land use or cover classes erased some interesting patterns. Wild boars tend to select uncultivated fields (eg grasslands) versus cultivated fields using them according to the availability of forests (Boitani et al. 1994; Caley 1997). Preference for wetlands has been reported in several areas (Dardaillon 1986; Thurfjell et al. 2009), whereas human

presence tends to be avoided (Amendolia et al. 2019; Morais et al. 2019; Johann et al. 2020). Wild boars apparently prefer those habitats that offer high energy food, and have higher vegetation cover presumably for protection (mainly from hunters), as well as those close to water resources (Kurz and Marchinton 1972; Consortium et al. 2018). Heterogeneous landscapes are also known to favor high densities of wild boar as compared to homogeneous ones (Welandar 2000; Acevedo et al. 2006).

The accumulated experience with wild boar control in continental areas has demonstrated, until now, that once a region is invaded it is very difficult to eradicate the species and one possible approach is to control population to strongly reduce their damage (Keiter and Beasley 2017; Beasley et al. 2018). Due to their relevance for safeguarding biodiversity, ecosystem dynamics or ecosystem services, protected areas (PAs) should perhaps be our priority targets to avoid or reduce the environmental impacts of that species (Ballari et al. 2015; Keiter and Beasley 2017). In eastern South America, wild boar presence is known in PAs in Argentina, Brazil, and Uruguay however possible associations for the presence or absence of the species in the protected areas has not yet been explored at a larger scale. Most studies focus on the pattern of occupation within a single PA, rather than the comparison between unoccupied and occupied PAs (Ballari et al. 2015).

Our aim here is to update the presence of wild boars in and around protected areas in Southern Brazil and investigate how habitat and landscape features influence its presence. This latter question was addressed in two scenarios or data sets: a general one considering all PAs; and in a second one restricted only to PAs where the species is already established in their surroundings. The first is focused on explore the variables that are associated to the presence of the wild boar, and the second is a predictor model for a scenario where the species is assumed to be homogeneously distributed in the municipalities, to predict whether or not the species will enter the PAs. We expect that the establishment of wild boars in the protected areas is facilitated by their degree of anthropization, availability of selected resources (food, water and shelter) and the interspersed of open and closed habitats, as well as the local attractiveness due to raised swine population in the surroundings.

### *Methods*

#### *Study area*

The southern region of Brazil comprises the states of Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) and Parana (PR), with an area of 576,774 km<sup>2</sup>. Covering the Pampa and Atlantic Forest biomes where they present approximately 3% and 9.5% of their coverage within protection areas respectively (Ribeiro et al. 2021). In Brazil, protected areas can belong to three public administrative spheres (federal, state, and municipal) and are classified into two large groups, namely Strictly Protected Areas and Sustainable Use Areas (Rylands and Brandon 2005). The Strictly Protected ones aim to preserve nature, being admitted only the indirect use of its resources, whereas the Sustainable Use aims to make nature conservation compatible with the sustainable direct use of part of its resources. Private areas can also be turned into protected areas, if the owner so desires. We identified 713 protected areas for this region, being them public and private, most of them being private in the municipal and state sphere, however only 244 had contact information.

#### *Wild boar invasion*

The southern Brazil has a long history of invasion of the wild boar, whether by dispersal from neighboring countries or by illegal introduction and is one of the country regions most heavily invaded (Hegel et al. 2022). The colonization of wild pigs in Brazil was first noted around the late 1980s in RS (Deberdt and Scherer 2007) presumably dispersing from Uruguay. Wild boar found in the region favorable breeding ground for expanding, with a mosaic of agriculture and native forest supplying resources and they still occupy these areas today (Hegel et al. 2019a). These areas are also climatically similar to the ones the wild pigs are already adapted to (Sales et al. 2017). Furthermore, in the 1990, the popularity of wild boar as exotic meat increased, resulting in the expansion of commercial breeding operations across the country and consequently accelerating their distribution in the territory (Hegel et al. 2022). In this period, several breeding and rearing facilities, both legal and illegal, were set up in the Southern states (Salvador 2012). From around 2000 to 2005, the imposed restrictions and another economic issue led to the shutdown of commercial wild boar meat production, likely resulting in the widespread release of the animals into the wild (Salvador 2012), boosting the territorial expansion of wild pigs in the following years. Currently, the southern region is the second in number of records of the presence of wild boar in Brazil (Hegel et al. 2022).

#### *Data collection and preparation*

The information about wild boar presence/absence in the protected areas was acquired by questioning by e-mail to PA managers or other staff members of environmental agencies responsible for the target PA system. Four contact attempts were made to each PA, one in October and again in November 2019, and other in February followed by one in March 2020. After the collection of this information, the collection of the other variables referring to the environmental hypotheses was prepared (Fig. 1).

For the presence/absence of the species in the municipalities of each PA (WB variable), the SISBIO platform (<https://www.gov.br/icmbio/>) was used along with the last literature (Pedrosa et al. 2015). The swine herd data by municipality were downloaded from the IBGE platform (<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>) and we obtained the average size of the swine herd in the municipalities where the protected areas are located (SH).

We downloaded land use and cover data from the Mapbiomas platform (Souza et al. 2020). There were 22 cover classes (30x30m resolution), and we used the collection 6 (year 2020) for all analysis with this data base because this platform presents consolidated data updated annually, which are the basis for many articles. All analyzes used in land use and land cover classification can be found on the website (<https://mapbiomas.org/>). We calculated the conservation status of the PAs (NatAnt), as the rate of the unified cover/use classes of “less anthropized” per “highly anthropized”. The first one was obtained unifying the cover classes (Wetlands, River, Lake and Ocean, Forest Formation, Grassland, Mangrove, Wooded Restinga, Other non-Forest Formations Beach, Dune and Sand Spot) and the second included classes corresponding to intense human use (Rice, Aquaculture, Pasture, Mosaic Agriculture and Pasture Soybean, Forest Plantation, Coffee, Sugar cane, Other temporary Crops, Urban Area - Table 1). Salt Flat, Rocky Outcrop, Mining, Other non-Vegetated Areas were not taken into account in the calculations as these environments were considered too inhospitable for the species (Lewis et al. 2017). Values higher than one represent PA with more less anthropized area.

For the hypothesis that the quality of the surrounding habitat affects the presence of wild boar in PAs, we used the Habitat Suitability Index (HSI). We considered habitat suitability as the ability of the environment to provide conditions appropriate for individual and population persistence (Hall et al. 1997). Thus, HSI quantifies the amount of available habitat, considering the ranking for a specific criterion (dimension) of the environment. The HSI for each dimension was calculated by adding the product of

multiplying the area (H) by the rank (R) for each type of cover (i) and then dividing by the total area:

$$HSI = \frac{\sum_1^n (H_i * R_i)}{\sum_1^n H_i}$$

HSI were calculated for three resource dimensions (food - HSI\_F, water - HSI\_W, shelter - HSI\_S) assigning rank values of 0, 1 and 2 to each cover class according to their potential use by wild boar, where 2 corresponds to a higher potential use and 0 to a very infrequent use or no use at all (Table 1). We chose these three dimensions of resources as they are known to affect the presence or absence of the species (Consortium et al. 2018).

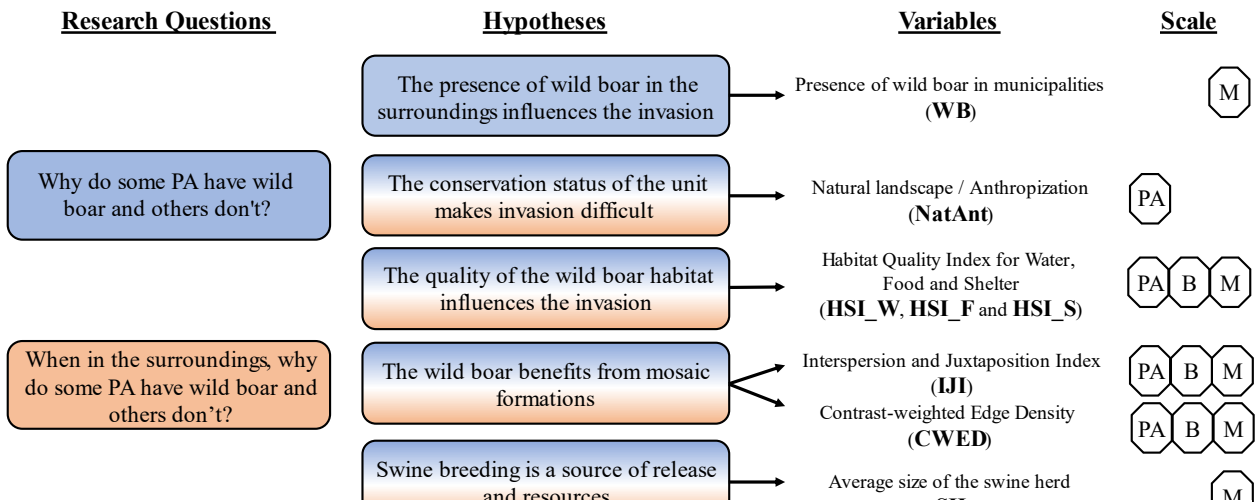
**Table 1.** List of land cover variables used in analyses. Type was used to generate the PA conservation variable (NatAnt). The groups were used to generate the environmental heterogeneity variables (IJI and CWED). The ranking of water, food, shelter was used to generate the habitat suitability

Groups	Type	Land Cover	Water	Food	Shelter
Group 1	Anthropogenic	Rice	2	2	0
Group 2	Natural	Wetlands	2	1	0
Group 3	Natural	River, Lake and Ocean	1	0	0
	Anthropogenic	Aquaculture	1	0	0
Group 4	Natural	Forest Formation	1	2	2
Group 5	Natural	Grassland	1	2	0
	Anthropogenic	Pasture	1	2	0
	Anthropogenic	Mosaic Agriculture and Pasture	1	2	0
Group 6	Anthropogenic	Soybean	0	2	0
Group 7	Anthropogenic	Forest Plantation	0	1	2
Group 8	Anthropogenic	Coffee	0	1	1
Group 9	Natural	Mangrove	0	1	0
	Natural	Wooded Restinga	0	1	0
	Natural	Other non-Forest Formations	0	1	0
	Natural	Beach, Dune and Sand Spot	0	1	0
Group 10	Anthropogenic	Sugar cane	0	1	2
	Anthropogenic	Other temporary Crops	0	1	0
Group 11	-	Salt Flat	0	0	0
	-	Rocky Outcrop	0	0	0
	-	Mining	0	0	0
	-	Other non-Vegetated Areas	0	0	0
Group 12	Anthropogenic	Urban Area	0	0	0

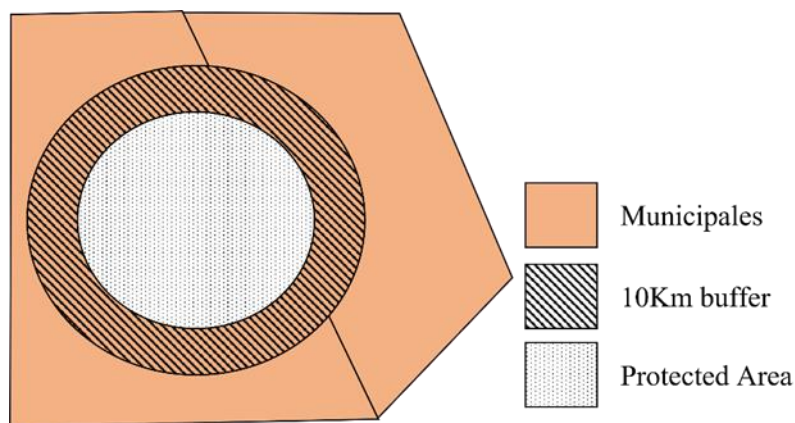
For the hypothesis that the wild boar prefers mosaic areas we calculated the Interspersion and Juxtaposition Index (IJI) and the Contrast-weighted Edge Density (CWED) using the Fragstats v4.2 tool. Both variables were selected because if CWED and IJI are high, it implies greater spatial heterogeneity (McGarigal and Marks 1995; Ries and Sisk 2010; Crooks et al. 2011). For calculations of this metrics, we grouped the land

cover variables with similar values for the F, W and S (Table 1) because, we hypothesized that from the species point of view, the interest in the different landscapes is in the offered resource. The IJI measures the extent to which patch types are interspersed and higher values result from landscapes in which the patch types are well interspersed (i.e., equally adjacent to each other), whereas lower values characterize landscapes in which the patch types are poorly interspersed (i.e., disproportionate distribution of patch type adjacencies). The CWED takes into account the edge contrast, in which the length of edges is multiplied by weight factors describing contrast between patches forming that edge. We used a friction table with three values 0 (no friction), 0.5 (moderate friction) and 1 (high friction). To base the friction table, we used the differences in the resource value table, where lower suitability environments present greater friction with higher suitability environments (McGarigal and Marks 1995; Ries and Sisk 2010; Crooks et al. 2011).

The previous variables were obtained for three different scales: the area of the PA, a 10km buffer around the PA limits, and the area of the municipalities where the PA is located, (Fig. 1, 2) except for the NatAnt variable, calculated only for the PA scale, and the SH calculated only for the municipalities. All data for calculating these variables were extracted using QGIS v3.16. (Fig. 1).



**Figure 1.** The figure shows the two research questions, the associated hypotheses and the variables used. The colors of the hypotheses refer to which questions they are associated with. The scales are restricted to the internal area of the protection areas (PA), restricted to the ten-kilometer buffer around the protection areas (B), and restricted to the municipalities to which the protection area is inserted (M).



**Figure 2.** Scheme representing the three scales of variables. Variables generated from the PA area only, variables generated from the buffer, and variables generated taking into account the entire municipality by removing the PA area.

### *Variable and model selection*

All analyses were made in R v4.1.1 using RStudio v1.4.1717, with the Tidyverse and Caret packages. For the two scenarios the selections protocol was de same. All variables were centralized, and standardized, and highly correlated ones (more than 0.8) were removed. For each variable removed, the average correlations were reevaluated, thus removing those that most influenced the correlation. To visualize the factors that separate the two groups of APs, we used Discriminant Analysis (Williams 1983; Xanthopoulos et al. 2013; Qin et al. 2022). Discriminant Analysis searches the axes that maximize the separation between the different groups of observations to highlight the data giving a spatial partition minimizing the variability within the groups and



maximizing the variability between them. We used a backwards variable selection to obtain the model with greater accuracy. The backwards feature selection tests different combinations of variables going from the complete model to the minimum of three variables, where the model with the highest accuracy and Cohen’s kappa was selected. Cohen’s kappa is more informative than overall accuracy when working with unbalanced data (Cohen 1960; Landis and Koch 1977; Ben-David 2008). The kappa values can go from -1 to 1 where values of 0–0.4 are considered to indicate slight to fair model performance, values of 0.4–0.6 moderate, 0.6–0.8 substantial and 0.8–1.0 almost perfect (Landis and Koch 1977).

After selecting the best discriminant model for the second scenario, it was used to project the probability of APs that do not have wild boar around being invaded if the species is available.

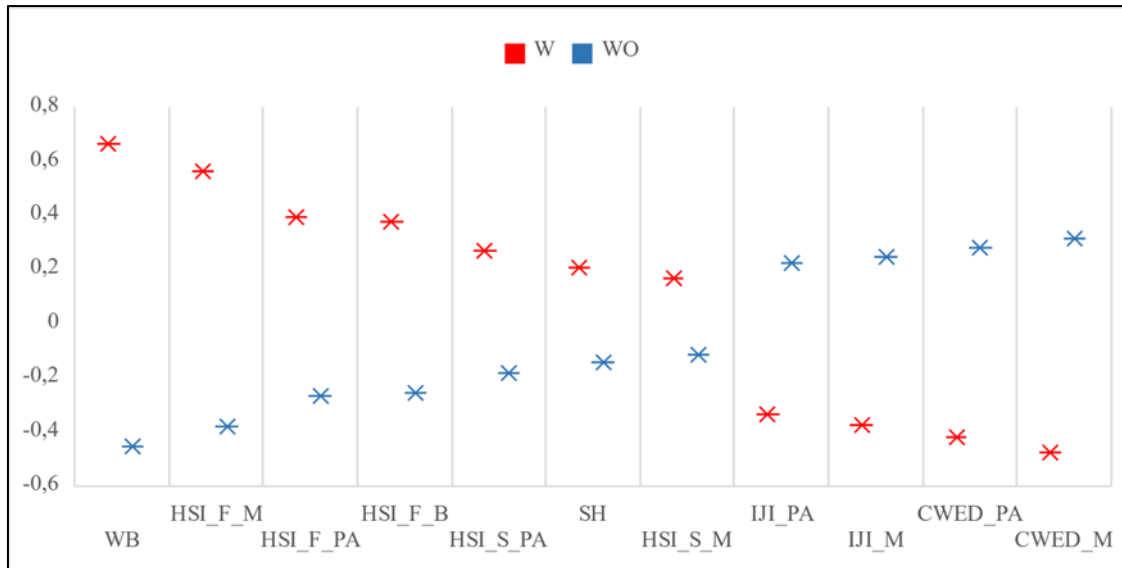
### Results

Data collection resulted in 77 answers (31% of the PAs contacted) from which 54 were from strictly protected PAs and 23 from sustainable use PAs. Wild boar was recorded in 31 PAs, and the species is present in the municipalities surrounding 22 out of the 46 protected areas without wild boar. Thus, for the second scenario, 31 PAs with and 22 without wild boar were used, while, for the first scenario, 77 were used. Regarding the variables, we used 14 variables for the first scenario and 13 for the second one (Table 2).

**Table 2.** Group of variables used in the analysis after the correlation filter. NatAnt= conservation status, WB= presence or absence of wild boar in surrounding municipalities, HSI\_F= Habitat Suitability Index for food, HSI\_W= Habitat Suitability Index for water, HSI\_S= Habitat Suitability Index for shelter, SH= average swine herd, IJI= Interspersion and Juxtaposition Index, CWED= Contrast-weighted Edge Density. Regarding the scales: PA= protection area, B= 10km buffer, M= municipalities

Variables	S1			S2		
	PA	B	M	PA	B	M
NatAnt	X	-	-	X	-	-
HSI_F	X	X	X	X	X	X
HSI_W	X	X		X		X
HSI_S	X		X	X		X
IJI	X		X	X		X
CWED	X		X	X		X
WB	-	-	X	-	-	-
SH	-	-	X	-	-	X

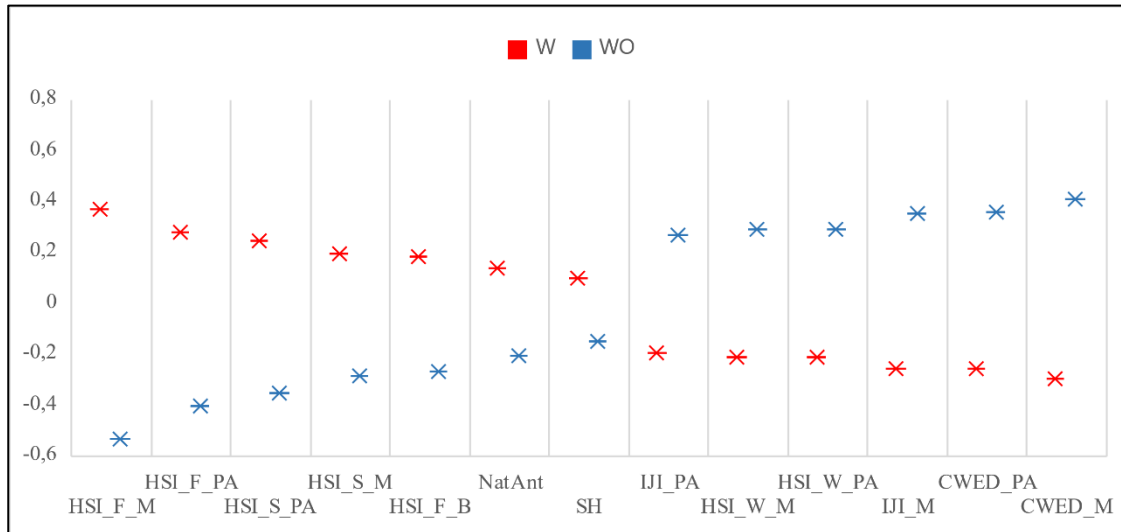
The best model comparing PAs with wild board, when compared with PAs without wild boar (first scenario), included 11 variables (Fig. 3) – the probability of wild boar presence in PAs is increases with the presence of wild boar in the surroundings, a high HSI\_F (for PA, B, and M), HSI\_S (for PA and M), SH, and a low IJI and CWED (both for PA and M). The model has an accuracy of 0.85 and a kappa of 0.73. Of the 31 PAs with wild boar two were misclassified (both are sustainable use), and of the 46 PAs without wild boar nine were misclassified (five sustainable use).



**Figure 3.** Average of variables for each group (PA with -W- and without -WO- wild boar). WB= presence or absence of wild boar in surrounding municipalities, HSI\_F= Habitat Suitability Index for food, HSI\_S= Habitat Suitability Index for shelter, SH= average swine herd, IJI= Interspersion and Juxtaposition Index, CWED= Contrast-weighted Edge Density. Regarding the scales: PA= protection area, B= 10km buffer, M= municipalities.

For the second scenario, the best classification model included 13 variables (Fig. 4) - the probability of wild boar presence in PAs is increases with the presence of wild boar in the surroundings, a high HSI\_F (for PA, B, and M), HSI\_S (for PA and M), SH, NatAnt, and a low HIS\_W, IJI and CWED (all for PA and M). The model has an accuracy of 0.86 and a kappa of 0.72. Of the 31 PAs with wild boar two were misclassified (both sustainable use), and of the 22 without wild boar five were misclassified (four sustainable use). Regarding the probabilities of invasion, of the 24 PAs, which do not present the wild boar in the surrounding municipalities and were not used in the construction of this model, 11 would have a chance of being invaded if the wild boar is present in the surroundings.

In both scenarios five PAs were misclassified in common. None of the erroneous classifications from the first scenario are in the group of PAs taken out for the creation of the second scenario. Of the 24 projected PAs, 11 have a different classification between the scenarios, where the second model projected that these would have the occurrence of the species.



**Figure 4.** Average of the variables for each group (PA with -W- and without -WO- wild boar in municipalities with wild boar). HSI\_F= Habitat Suitability Index for food, HSI\_W= Habitat Suitability Index for water, HSI\_S= Habitat Suitability Index for shelter, SB= average swine herd, IJI= Interspersion and Juxtaposition Index, CWED= Contrast-weighted Edge Density, NatAnt= Landscape Antropization. Regarding the scales: PA= protection area, B= 10km buffer, M= municipalities

### Discussion

In South Brazil, despite the long history of introduction of wild boars, more than half of the environmental managers responded (55%) that they have not yet registered its presence. In a first glimpse the representativeness of our effort, with nearly 1/3 of the PA universe evaluated, may be seen as limited but it included all the larger PAs of that region. Our study shows that once the wild boars reach the surroundings of a protected area, there is a great probability that it will be invaded. Moreover, we showed that in general protected areas with a high HSI for food and shelters, low environmental heterogeneity (IJI and CWED), and which are located in municipalities that follow the same pattern for HSI and heterogeneity, in addition to having larger herds of pigs have greater probability of occurrence of wild boards.

Digging deeper into the hypotheses, as expected, our research shows that wild boars occurrence in the surrounding is relevant in the distinction between PAs that are

occupied and do not occupy by the species. There are studies that discuss the role of protected areas as a refuge for invasive species and others that state that in the face of climate change they tend to suffer greater invasion pressure (Gallardo et al. 2017; Pyšek et al. 2020; Liu et al. 2020). In our study, we cannot state the source of the animals, however, the presence in the municipality is a strong indicator of the presence of the species within the PAs. Thus, the prevention of the colonization and establishment of the species in the municipalities around the PAs must be considered in PAs management strategies.

The conservation status of the PA (NatAnt) was not picked as a separation variable between the PAs in the first scenario, however in the second scenario (which is restricted only to those where the wild boar appears in the surroundings) this variable was used. This is because the difference in means in the first scenario is irrelevant, with both groups having very similar mean values for this variable, thus, this variable has no use in separating groups. Concerning the second scenario, however, the literature shows that more conserved environments present greater resistance to the process of biological invasion (Barney et al. 2016; Gallardo et al. 2017; Beaury et al. 2020; Mungi et al. 2021), where native species would already be occupying several dimensions of the competitor's niche (Herbold and Moyle 1986; deRivera et al. 2005; Moles et al. 2008; Beaury et al. 2020), and that in preserved environments, major stressors would not occur or, if they occur, the species would already be adapted to them (Didham et al. 2005; Bauer 2012; Miller et al. 2021; Wang et al. 2021). However, the PAs that present the wild boar have a higher average value, going against the previous notes. This may be related to the lack of competitors of the same size in the region. The native pigs (Tayassuidae) currently living in South Brazil have very small populations or are locally extinct (Jorge et al. 2013), in addition to being smaller than the wild boar. Along these lines, the lack of large predators could also put the resistance of less anthropic environments in check (Colautti et al. 2004; Heger and Jeschke 2014). Another point to be considered is the avoidance that this species has in relation to human presence in the area. The greater anthropization, which reduces the average value for this variable, may be related to greater human action, whether indirect or direct. Other studies that evaluated occupation patterns show that the wild boar avoids several variables related to human activities (Amendolia et al. 2019; Morais et al. 2019).

Resource availability (food, water, and shelter), in at least one of the scenarios as a PA category (invaded/non invaded) separation variable. Landscapes with a higher average value of food availability proxy, both inside the APs and in the surroundings, present wild boars. This result is in agreement with other studies that show the presence of the species related to greater availability of food (Ballari and Barrios-García 2014; Castillo-Contreras et al. 2018). Additionally, our work shows that the presence of food in the surroundings is relevant in the separation between PAs with and without wild boar. A greater number of resources may be associated with larger populations (Bieber and Ruf 2005; Morelle et al. 2015; Frauendorf et al. 2016; Mikulka et al. 2018), which would reinforce the propagule strength, resulting in a greater chance of colonization of the PA. Although our methodology does not allow us to state, this may be related to studies showing that the species presents seasonal movement in search of food (Caley 1997; Ballari and Barrios-García 2014), and reports from managers about the movement of individuals during harvesting times. The amount of shelter shows a similar pattern to the availability of food, higher mean values in areas with wild boar presence. This is consistent with studies of occupation patterns and what is known about the behavior of the species (Thurfjell et al. 2009; Bosch et al. 2014; Lombardini et al. 2017; Consortium et al. 2018). Management strategies can try to incorporate presence of shelter into their projects, however circulation avoidance techniques such as fencing are more practical.

Water availability was not used as a separation variable in the first cenary, and in the second, contradicting the expected pattern (Thurfjell et al. 2009; Consortium et al. 2018), where areas without wild boar had higher average values for potential water sources. Perhaps in ecoregions which do not have water scarcity, using this variable is not explanatory. The study by Hegel et al. (2019) detected a slight tendency for a negative effect of running watercourses and wetlands on wild boar occupation in Brazilian Atlantic Forest, which could be an indicator for the non-use of this variable in the first scenario due to its low influence, while it may explain the use in the second model. Going a little further, perhaps our classification of water availability may not have reflected the wild boar's perception, which may be related to other factors, such as the presence of large water bodies or large areas converted to rice production. The relationship between water availability and the presence of wild boar in Brazilian ecoregions remains unclear

It is expected that the wild boar has a preference for mosaic environments (Welander 2000; Acevedo et al. 2006) but in our work we observed the opposite. This is only and apparent contradiction however due to the adoption of different delimitations of what is a mosaic. The previous author applied the concept restricting to the heterogeneity within non-anthropogenic environments (forests, grasslands, wetlands), while in our work human-affected environments were also encompassed. Despite the species is known to occur in converted environments as cultivated areas (Consortium et al. 2018), a greater heterogeneity of unfavorable with favorable areas would be avoided both within the Protected Areas and in the municipalities. Since our results indicate that higher IJI and CWID are related to the absence of wild boar, our variable may be associated with the conversion and fragmentation of natural environments, rather than a conserved environmental heterogeneity.

Larger swine herds were consistently relevant in both scenarios as a variable discriminating invaded and non-invaded PAs, confirming previous described associations (Hegel et al. 2022). This may reflect and interest for wild boar raising in regions where pig raising was a tradition, where either intentional or unintentional releases led to invasion sources (Hegel et al. 2022). Another not mutually exclusive reason may be the fact that male wild boars actively search for females increasing density in pig raising regions (Dexter 1999; McIlroy et al. 2005; Podgórski et al. 2014). Due to their condition as reservoirs of pathogens with strong potential effects on commercial and subsistence pig raising (Cadenas-Fernández et al. 2019; Hayama et al. 2020) there is sufficient and convergent economic and conservation reasoning to prioritize PAs in these regions for wild boar invasion prevention and control, including the ban of breeders of this species.

In general, our work was able to find useful environmental factors in separating protected areas that have wild boar from those that do not, partially corroborating some of our hypotheses. In line with other works, the presence of food and shelter remains a strong marker of potential areas of invasion for this species. Along with the presence of the species in the surroundings. Regarding the availability of water, more studies need to be carried out for the Brazilian ecoregions, because unlike works outside Brazil, the relationship with the species seems to be contrary or absent. The landscape mosaic, despite having been used in the models, presents an unexpected behavior that also deserves to be studied in depth in future works. And in relation to weaknesses in our

work, the low response to the questionnaires may have some influence despite having managed to reach most of the largest areas of protection. The work also did not differentiate the two categories of protection or the administrative spheres, thus homogenizing all PAs. More work on the differences between PA types may be important to understand the exceptions in our models.

### *References*

- Acevedo P, Escudero MA, Muñoz R, Gortázar C (2006) Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriol* 51:327–336. <https://doi.org/10.1007/BF03192685>
- Amendolia S, Lombardini M, Pierucci P, Meriggi A (2019) Seasonal spatial ecology of the wild boar in a peri-urban area. *Mamm Res* 64:387–396. <https://doi.org/10.1007/s13364-019-00422-9>
- Ballari SA, Barrios-García MN (2014) A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. *Mammal Review* 44:124–134. <https://doi.org/10.1111/mam.12015>
- Ballari SA, Cuevas MF, Cirignoli S, Valenzuela AEJ (2015) Invasive wild boar in Argentina: using protected areas as a research platform to determine distribution, impacts and management. *Biol Invasions* 17:1595–1602. <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0818-7>
- Barney JN, Ho MW, Atwater DZ (2016) Propagule pressure cannot always overcome biotic resistance: the role of density-dependent establishment in four invasive species. *Weed Research* 56:208–218. <https://doi.org/10.1111/wre.12204>
- Bauer JT (2012) Invasive species: “back-seat drivers” of ecosystem change? *Biol Invasions* 14:1295–1304. <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0165-x>
- Beasley JC, Ditchkoff SS, Mayer JJ, et al (2018) Research priorities for managing invasive wild pigs in North America. *The Journal of Wildlife Management* 82:674–681. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21436>
- Beaury EM, Finn JT, Corbin JD, et al (2020) Biotic resistance to invasion is ubiquitous across ecosystems of the United States. *Ecology Letters* 23:476–482. <https://doi.org/10.1111/ele.13446>
- Ben-David A (2008) Comparison of classification accuracy using Cohen’s Weighted Kappa. *Expert Systems with Applications* 34:825–832. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.10.022>
- Bieber C, Ruf T (2005) Population dynamics in wild boar *Sus scrofa*: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers. *Journal of Applied Ecology* 42:1203–1213. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01094.x>
- Boitani L, Mattei L, Nonis D, Corsi F (1994) Spatial and Activity Patterns of Wild Boars in Tuscany, Italy. *Journal of Mammalogy* 75:600–612. <https://doi.org/10.2307/1382507>
- Bosch J, Torre ADL, Alexandrov T, et al (2014) Can habitat suitability predict the presence of wild boar? Suitable land uses vs. georeferenced data in Bulgaria. *fozo* 63:194–205. <https://doi.org/10.25225/fozo.v63.i3.a7.2014>
- Boudjelas S, Browne M, De Poorter M, Lowe S (2000) 100 of the world’s worst invasive alien species : a selection from the Global Invasive Species Database

- Cadenas-Fernández E, Sánchez-Vizcaíno JM, Pintore A, et al (2019) Free-Ranging Pig and Wild Boar Interactions in an Endemic Area of African Swine Fever. *Frontiers in Veterinary Science* 6:
- Caley P (1997) Movements, Activity Patterns and Habitat Use of Feral Pigs (*Sus scrofa*) in a Tropical Habitat. *Wildl Res* 24:77–87. <https://doi.org/10.1071/wr94075>
- Castillo-Contreras R, Carvalho J, Serrano E, et al (2018) Urban wild boars prefer fragmented areas with food resources near natural corridors. *Science of The Total Environment* 615:282–288. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.277>
- Cohen J (1960) A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement* 20:37–46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Colautti RI, Ricciardi A, Grigorovich IA, MacIsaac HJ (2004) Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? *Ecology Letters* 7:721–733. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00616.x>
- Consortium Enet, Croft S, Smith G, et al (2018) Wild boar in focus: Review of existing models on spatial distribution and density of wild boar and proposal for next steps. *EFSA Supporting Publications* 15:1490E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1490>
- Crooks KR, Burdett CL, Theobald DM, et al (2011) Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 366:2642–2651. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0120>
- Dardaillon M (1986) Seasonal variations in habitat selection and spatial distribution of wild boar (*Sus Scrofa*) in the Camargue, Southern France. *Behavioural Processes* 13:251–268. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(86\)90088-4](https://doi.org/10.1016/0376-6357(86)90088-4)
- Deberdt AJ, Scherer SB (2007) The wild boar: occurrence and management of the species in Brazil. *Natureza & Conservação* 5:101–114
- deRivera CE, Ruiz GM, Hines AH, Jivoff P (2005) Biotic Resistance to Invasion: Native Predator Limits Abundance and Distribution of an Introduced Crab. *Ecology* 86:3364–3376. <https://doi.org/10.1890/05-0479>
- Dexter N (1999) The influence of pasture distribution, temperature and sex on home-range size of feral pigs in a semi-arid environment. *Wildl Res* 26:755–762. <https://doi.org/10.1071/wr98075>
- Didham RK, Tylianakis JM, Hutchison MA, et al (2005) Are invasive species the drivers of ecological change? *Trends in Ecology & Evolution* 20:470–474. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.07.006>
- Doherty TS, Glen AS, Nimmo DG, et al (2016) Invasive predators and global biodiversity loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113:11261–11265. <https://doi.org/10.1073/pnas.1602480113>
- Foxcroft LC, Pyšek P, Richardson DM, et al (2017) Erratum to: Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. *Biol Invasions* 19:2503–2505. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1445-x>
- Frauendorf M, Gethöffer F, Siebert U, Keuling O (2016) The influence of environmental and physiological factors on the litter size of wild boar (*Sus scrofa*) in an agriculture dominated area



- in Germany. *Science of The Total Environment* 541:877–882.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.128>
- Gallardo B, Aldridge DC, González-Moreno P, et al (2017) Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. *Global Change Biology* 23:5331–5343.  
<https://doi.org/10.1111/gcb.13798>
- Hall LS, Krausman PR, Morrison ML (1997) The Habitat Concept and a Plea for Standard Terminology. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)* 25:173–182
- Hayama Y, Shimizu Y, Murato Y, et al (2020) Estimation of infection risk on pig farms in infected wild boar areas—Epidemiological analysis for the reemergence of classical swine fever in Japan in 2018. *Preventive Veterinary Medicine* 175:104873.  
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104873>
- Hegel CGZ, Faria GMM, Ribeiro B, et al (2022) Invasion and spatial distribution of wild pigs (*Sus scrofa* L.) in Brazil. *Biol Invasions*. <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02872-w>
- Hegel CGZ, Santos LR dos, Pichorim M, Marini MÂ (2019a) Wild pig (*Sus scrofa* L.) occupancy patterns in the Brazilian Atlantic forest. *Biota Neotrop* 19:.  
<https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0719>
- Hegel CGZ, Santos LR, Marinho JR, Marini MÂ (2019b) Is the wild pig the real “big bad wolf”? Negative effects of wild pig on Atlantic Forest mammals. *Biol Invasions* 21:3561–3574.  
<https://doi.org/10.1007/s10530-019-02068-9>
- Heger T, Jeschke JM (2014) The enemy release hypothesis as a hierarchy of hypotheses. *Oikos* 123:741–750. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.01263.x>
- Herbold B, Moyle PB (1986) Introduced Species and Vacant Niches. *The American Naturalist* 128:751–760. <https://doi.org/10.1086/284600>
- Johann F, Handschuh M, Linderoth P, et al (2020) Adaptation of wild boar (*Sus scrofa*) activity in a human-dominated landscape. *BMC Ecology* 20:4. <https://doi.org/10.1186/s12898-019-0271-7>
- Jorge MLSP, Galetti M, Ribeiro MC, Ferraz KMPMB (2013) Mammal defaunation as surrogate of trophic cascades in a biodiversity hotspot. *Biological Conservation* 163:49–57.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.04.018>
- Keiter DA, Beasley JC (2017) Hog Heaven? Challenges of Managing Introduced Wild Pigs in Natural Areas. *naar* 37:6–16. <https://doi.org/10.3375/043.037.0117>
- Keuling O, Massei G (2021) Does Hunting Affect the Behavior of Wild Pigs? *Human–Wildlife Interactions* 15:. <https://doi.org/10.26077/3a83-9155>
- Kurz JC, Marchinton RL (1972) Radiotelemetry Studies of Feral Hogs in South Carolina. *The Journal of Wildlife Management* 36:1240–1248. <https://doi.org/10.2307/3799254>
- Landis JR, Koch GG (1977) The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 33:159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lewis JS, Farnsworth ML, Burdett CL, et al (2017) Biotic and abiotic factors predicting the global distribution and population density of an invasive large mammal. *Sci Rep* 7:44152.  
<https://doi.org/10.1038/srep44152>

- Liu X, Blackburn TM, Song T, et al (2020) Animal invaders threaten protected areas worldwide. *Nat Commun* 11:2892. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16719-2>
- Lombardini M, Meriggi A, Fozzi A (2017) Factors influencing wild boar damage to agricultural crops in Sardinia (Italy). *Current Zoology* 63:507–514. <https://doi.org/10.1093/cz/zow099>
- Martins F, Mourão G, Campos Z, et al (2019) ACTIVITY PATTERN AND HABITAT SELECTION BY INVASIVE WILD BOARS (*SUS SCROFA*) IN BRAZILIAN AGROECOSYSTEMS. *Mastozoología Neotropical* 26:1–32. <https://doi.org/10.31687/saremMN.19.26.1.0.08>
- McGarigal K, Marks BJ (1995) FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen Tech Rep PNW-GTR-351 Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station 122 p 351:.  
<https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>
- McIlroy JC, Gifford EJ, McIlroy JC, Gifford EJ (2005) Are oestrous feral pigs, *Sus scrofa*, useful as trapping lures? *Wildl Res* 32:605–608. <https://doi.org/10.1071/WR05006>
- Mikulka O, Zeman J, Drimaj J, et al (2018) The importance of natural food in wild boar (*Sus scrofa*) diet during autumn and winter. *fozo* 67:165–172. <https://doi.org/10.25225/fozo.v67.i3-4.a3.2018>
- Miller AD, Inamine H, Buckling A, et al (2021) How disturbance history alters invasion success: biotic legacies and regime change. *Ecology Letters* 24:687–697. <https://doi.org/10.1111/ele.13685>
- Moles AT, Gruber MAM, Bonser SP (2008) A new framework for predicting invasive plant species. *Journal of Ecology* 96:13–17. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01332.x>
- Mollet G, Pantel JH, Romanuk TN (2017) Chapter Two - The Effects of Invasive Species on the Decline in Species Richness: A Global Meta-Analysis. In: Bohan DA, Dumbrell AJ, Massol F (eds) *Advances in Ecological Research*. Academic Press, pp 61–83
- Morais TA, Rosa CA, Azevedo CS, et al (2019) Factors affecting space use by wild boars (*Sus scrofa*) in high-elevation tropical forests. *Can J Zool* 97:971–978. <https://doi.org/10.1139/cjz-2019-0130>
- Morelle K, Podgórski T, Prévot C, et al (2015) Towards understanding wild boar *Sus scrofa* movement: a synthetic movement ecology approach. *Mammal Review* 45:15–29. <https://doi.org/10.1111/mam.12028>
- Mungi NA, Qureshi Q, Jhala YV (2021) Role of species richness and human impacts in resisting invasive species in tropical forests. *Journal of Ecology* 109:3308–3321. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13751>
- N'Guyen A, Hirsch PE, Adrian-Kalchhauser I, Burkhardt-Holm P (2016) Improving invasive species management by integrating priorities and contributions of scientists and decision makers. *Ambio* 45:280–289. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0723-z>
- Oliveira ÊS de, Rodrigues ML da F, Severo MM, et al (2020) Who's afraid of the big bad boar? Assessing the effect of wild boar presence on the occurrence and activity patterns of other mammals. *PLOS ONE* 15:e0235312. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235312>

- Oliveira-Santos LGR, Forester JD, Piovezan U, et al (2016) Incorporating animal spatial memory in step selection functions. *Journal of Animal Ecology* 85:516–524. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12485>
- Pedrosa F, Salerno R, Padilha FVB, Galetti M (2015) Current distribution of invasive feral pigs in Brazil: economic impacts and ecological uncertainty. *Natureza & Conservação* 13:84–87. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.005>
- Pimentel D, Zuniga R, Morrison D (2005) Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52:273–288. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.10.002>
- Podgórski T, Scandura M, Jędrzejewska B (2014) Next of kin next door – philopatry and socio-genetic population structure in wild boar. *Journal of Zoology* 294:190–197. <https://doi.org/10.1111/jzo.12167>
- Pyšek P, Hulme PE, Simberloff D, et al (2020) Scientists’ warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95:1511–1534. <https://doi.org/10.1111/brv.12627>
- Qin X, Lock TR, Kallenbach RL (2022) DA: Population structure inference using discriminant analysis. *Methods in Ecology and Evolution* 13:485–499. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13748>
- Ren J, Chen J, Xu C, et al (2021) An invasive species erodes the performance of coastal wetland protected areas. *Science Advances* 7:eabi8943. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abi8943>
- Ribeiro S, Moreira LFB, Overbeck GE, Maltchik L (2021) Protected Areas of the Pampa biome presented land use incompatible with conservation purposes. *Journal of Land Use Science* 16:260–272. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2021.1934134>
- Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, et al (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6:93–107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>
- Ries L, Sisk TD (2010) What is an edge species? The implications of sensitivity to habitat edges. *Oikos* 119:1636–1642. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18414.x>
- Rylands AB, Brandon K (2005) Brazilian Protected Areas. *Conservation Biology* 19:612–618. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00711.x>
- Sales LP, Ribeiro BR, Hayward MW, et al (2017) Niche conservatism and the invasive potential of the wild boar. *Journal of Animal Ecology* 86:1214–1223. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12721>
- Salvador C (2012) *Ecologia e manejo de javali (Sus scrofa L.) na América do Sul [Ecology and management of Eurasian wild boar (Sus scrofa L.) in South America]*
- Souza CM, Z. Shimbo J, Rosa MR, et al (2020) Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing* 12:2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- Spatz DR, Zilliacus KM, Holmes ND, et al (2017) Globally threatened vertebrates on islands with invasive species. *Science Advances* 3:e1603080. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1603080>

- Thurfjell H, Ball JP, Åhlén P-A, et al (2009) Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. *Eur J Wildl Res* 55:517–523. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0268-1>
- Wang Y, Tan W, Li B, et al (2021) Habitat alteration facilitates the dominance of invasive species through disrupting niche partitioning in floodplain wetlands. *Diversity and Distributions* 27:1861–1871. <https://doi.org/10.1111/ddi.13376>
- Welander J (2000) Spatial and temporal dynamics of wild boar (*Sus scrofa*) rooting in a mosaic landscape. *Journal of Zoology* 252:263–271. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2000.tb00621.x>
- Williams BK (1983) Some Observations of the Use of Discriminant Analysis in Ecology. *Ecology* 64:1283–1291. <https://doi.org/10.2307/1937836>
- Wilson JRU, Dormontt EE, Prentis PJ, et al (2009) Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends in Ecology & Evolution* 24:136–144. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.10.007>
- Xanthopoulos P, Pardalos PM, Trafalis TB (2013) Linear Discriminant Analysis. In: Xanthopoulos P, Pardalos PM, Trafalis TB (eds) *Robust Data Mining*. Springer, New York, NY, pp 27–33

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Apesar do javali ser uma espécie invasora manejada mundialmente ainda há muitas lacunas de informação a respeito das técnicas utilizadas e sua relação com Unidades de Conservação. As técnicas mais utilizadas são as letais, envolvendo caçada ativa e o uso de armadilhas como gaiolas e currais. Apesar destas técnicas não serem difíceis de serem aplicadas isoladamente, a utilização eficiente destas guiada por um plano de ação não é uma tarefa fácil. Ainda mais se incluirmos o fator humano e financeiro.

Com isso em mente, minha tese de doutorado buscou melhor entender qual a situação do manejo do javali nas unidades de conservação do sul do Brasil, e tentar a parti deste diagnóstico criar materiais para subsidiar as tomadas de descrição. Apesar da proposta original ter sido prejudicada pela falta de verba e por uma pandemia, entendo que a tese conseguiu atingir seus objetivos.

No capítulo 1 conseguimos coletar muitas informações a respeito do manejo e distribuição do javali, apesar das dificuldades em conseguir retorno dos gestores e em achar as informações de contato da UCs. Para este capítulo aprofundei ainda mais meu conhecimento da elaboração de questionários e em como analisá-los. Espero que os resultados deste capítulo auxiliar os tomadores de decisão a organizarem as campanhas de manejo de forma eficiente. Contudo, reconheço que ainda há muitas informações brutas que não foram realizadas, como por exemplo, o cálculo de esforço por campanha e o número de animais abatido por razão de esforço. Complementarmente, algumas informações foram realizadas superficialmente, como as motivação para não realizar o manejo. Visto a natureza qualitativa das respostas, se estas forem agregadas com outras perguntas que serem de indicadores mais análises podem ser realizadas, ainda mais se incluir as observações feitas pelos gestores no espaço livre no final do questionário.

O capítulo 2 foi um desafio devido a grande quantidade de informações a serem compiladas em poucas páginas para não ser de motivador a leitura e numa linguagem ao mesmo tempo técnica, mas acessível. Entendo que muita informação foi deixada de lado, principalmente relacionada ao histórico de invasão e efeitos na natureza, mas foi necessário para manter o texto mais enxuto. Como mitigação a esta omissão de informação, a sessão bibliografia complementar foi inserida, onde organizamos materiais disponíveis na internet que complementam cada tópico. Penso que este capítulo será de muita utilidade aos gestores e como exemplo para outras espécies.

O capítulo 3 surgiu do meu interesse por sistematizar as interações ecológicas e por uma demanda gerada no capítulo 2. Este capítulo passou por três estágios de elaboração, originalmente pensado para ser algo simples, servidor de exemplo para um dos tópicos do capítulo 2, posteriormente sendo extrapolado para espécies invasoras em geral, onde um passo a passo seria

elaborado, e por fim uma híbrido focando na relação javali, floresta com araucária e UCs. O objetivo geral deste capítulo ficou sendo usar o cenário local como modelo a ser replicado para outros locais e espécies. Por este capítulo ter sido realizado por último e ter o foco prático em desenvolver o modelo conceitual a discussão não foi tão aprofundada, sendo esse um ponto negativo. Contudo, acredito que o passo a passo proposto está suficiente mente detalhado e explicado permitindo a replicação do método para demais espécies e ambientes. Acredito que a utilização de modelos conceituais deve ser mais explorada na conservação, pois eles permitem a visualização das relações facilitando o entendimento do todo.

O capítulo 4 altera um pouco o rumo da tese, saindo do foco do manejo e indo para o foco das relações entre o ambiente e a espécie. De maneira geral, mostramos quais fatores estão associados com a presença ou ausência do javali nas UCs. Isso permite entender melhor o mosaico de distribuição da espécie, além de que, com o método utilizado (análises discriminantes) podemos prever o cenário de invasão para outras UCs a qual o javali não está presente na vizinhança. Este capítulo ainda precisa ser mais explorado neste contexto de precisão, contudo em termos dos fatores ambientais apresenta uma discussão profunda. Entendo que o propósito deste, apesar de não tratar de manejo diretamente, serve como alerta para as UCs que ainda não apresentam a espécie.

De forma geral, a tese envolveu muitos aprendizados de áreas diferentes, mas sem sair do foco de fazer ciência aplicada no contexto de invasões biológicas. Acredito que as informações desenvolvidas serão úteis para os gestores. No contexto da academia, acredito que foi explorado conceitos fundamentais da relação presença versus ambiente e desenvolvido protocolos que permitem a extrapolação para outras espécies e cenários. Com a finalização desta tese, posso afirmar que como cientista tive um crescimento em métodos e conteúdo, e pude começar a entender o tópico de conservação baseada em evidência, algo que adquiri interesse sem notar, mas que sempre guiou minhas pesquisas.