

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 29/05/2024.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE

EFEITOS DE UMA EXÓTICA INVASORA AMPLAMENTE DISTRIBUÍDA
(*Leucaena leucocephala*) NAS DINÂMICAS LOCAL E REGIONAL DE
COMUNIDADES EM REGENERAÇÃO

JULIANO ZARDETTO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA, EVOLUÇÃO E
BIODIVERSIDADE

**EFEITOS DE UMA EXÓTICA INVASORA AMPLAMENTE DISTRIBUÍDA
(*Leucaena leucocephala*) NAS DINÂMICAS LOCAL E REGIONAL DE
COMUNIDADES EM REGENERAÇÃO**

JULIANO ZARDETTO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia, Evolução e Biodiversidade.

Orientador: Tadeu de Siqueira Barros

Z36e

Zardetto, Juliano

Efeitos de uma exótica invasora amplamente distribuída (Leucaena leucocephala) nas dinâmicas local e regional de comunidades em regeneração / Juliano Zardetto. -- Rio Claro, 2023

114 f. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Tadeu Siqueira

1. Bioinvasão. 2. Ecologia vegetal. 3. Leucena. 4. Florestas Reprodução. 5. Ecologia espacial. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: O papel de uma exótica invasora amplamente distribuída (*Leucaena leucocephala*) nas dinâmicas local e regional de comunidades em regeneração

AUTOR: JULIANO ZARDETTO

ORIENTADOR: TADEU DE SIQUEIRA BARROS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ecologia e Biodiversidade, área: Biodiversidade pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. TADEU DE SIQUEIRA BARROS (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / Unesp - IB Rio Claro

Profa. Dra. MICHELE DE SÁ DECHOUM (Participação Virtual)
Departamento de Ecologia e Zoologia / Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. VÂNIA REGINA PIVELLO (Participação Virtual)
Departamento de Ecologia / Universidade de São Paulo

Rio Claro, 29 de maio de 2023



Documento assinado digitalmente

TADEU DE SIQUEIRA BARROS
Data: 04/06/2023 05:36:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Título alterado para: "Efeitos de uma exótica invasora amplamente distribuída (*Leucaena leucocephala*) nas dinâmicas local e regional de comunidades em regeneração"

Dedico este trabalho aos meus
familiares; aos que ainda vivem
e aos que se foram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Tadeu pelo trabalho e profissionalismo. Esta dissertação é fruto de uma excelente relação. Sou grato ao imensurável aprendizado e sua participação direta na construção do meu futuro como cientista. Muito obrigado.

Agradeço à minha família, a quem dedico este trabalho. Pai, mãe, avó, tia, irmão e cunhada, obrigado pelo suporte indiscriminado e incondicional. Vocês são minha vida. Pai, obrigado por incentivar em mim o espírito de ecólogo, e fazer com que, desde criança, eu olhe para a natureza sob uma perspectiva especial. Eu não aprendi ecologia na faculdade, aprendi com você. Este trabalho também leva seu nome.

Agradeço aos muitos amigos que estiveram comigo, nada seria possível sem vocês. Um agradecimento especial aos amigos que realizaram trabalhos de campo comigo e me ajudaram em análises (Will, Chico, Luiggi, Eduardo e Camila). Obrigado Wolf e Hector por dividirmos um lar.

Agradeço aos profissionais que cuidaram de minha saúde e possibilitaram com que, apesar das difíceis circunstâncias, eu chegasse inteiro até aqui.

Obrigado às pessoas incríveis que participaram de avaliações, qualificação e defesa desta dissertação.

Pelo financiamento e subsídio à pesquisa, agradeço à FAPESP - processo nº 2020/14104-6, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

RESUMO

Invasões biológicas são processos complexos cujos efeitos podem se apresentar em mais de uma escala espacial. A ecologia de metacomunidades fornece ferramentas úteis aos estudos com espécies exóticas invasoras (EEI) pois consideram explicitamente escalas locais e regionais, além dos três componentes da biodiversidade: alfa, beta e gama. A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) é uma importante EEI em florestas sob regeneração natural na Mata Atlântica (Brasil). As invasões de leucena fornecem uma estrutura espacial única e interessante: a espécie forma populações densas e homogêneas, em vez de espalhar indivíduos pelas áreas invadidas. Aqui, aproveitamos essa configuração espacial única formada por fragmentos de floresta nativa, áreas em regeneração e manchas de leucena para investigar como as dinâmicas locais e regionais de (meta-)comunidades vegetais sob regeneração natural são afetadas pela leucena. Realizamos levantamentos florísticos em 131 comunidades distribuídas em 29 metacomunidades de florestas em regeneração que tiveram diferentes idades de invasão por leucena. Encontramos (i) respostas espelhadas entre as escalas local e regional: em ambas as escalas, a riqueza de espécies nativas diminuiu com o aumento da idade de invasão, enquanto a riqueza de EEI aumentou; e (ii) a diversidade- β diminuiu com o aumento da idade de invasão, mostrando que o avanço temporal da invasão levou a um efeito homogeneizador. Também encontramos evidências de que o avanço das manchas de leucena em direção às florestas em regeneração aumenta com o tempo e com a proximidade ao fragmento florestal. Nossos resultados podem ser consequências de efeitos bióticos indiretos e sugerem que os efeitos das invasões de leucena em florestas em regeneração podem ser tão vigorosos que se propagam de escala local para regional, através de diminuição da diversidade- β . Reforçamos a importância de considerar abordagens multiescala na avaliação dos efeitos das invasões biológicas por plantas.

Palavras-chave: espécies invasoras; leucena; metacomunidades; regeneração natural; escalas espaciais.

ABSTRACT

Biological invasions are complex scale-dependent processes. Metacommunity ecology frameworks are useful to understand the effects of invasive non-native species (INNS) because they explicitly consider local and regional scales and the three main components of biodiversity: alpha, beta, and gamma. White-popinac (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) is an important INNS in regenerating forests in the Atlantic Forest (Brazil). White-popinac invasions form an interesting, unique spatial structure because the species forms dense and homogeneous patches, instead of spreading individuals throughout invaded areas. Here we took advantage of this unique spatial configuration formed by patches of native forest, regenerating areas, and patches of white-popinac to investigate how local and regional dynamics of plant (meta-)communities under natural regeneration are affected by white-popinac. We conducted floristic surveys in 131 communities distributed among 29 metacommunities of regenerating forests that had different ages of white-popinac invasion. We found (i) mirrored responses among local and regional scales: at both scales, native species richness decreased with the increase of invasion age, whereas INNS richness increased; and (ii) β -diversity decreased with the increase of invasion age, showing that time-advance of invasion led to a homogenizing effect. We also found evidence that the advance of white-popinac patches towards regenerating forests increases with time and proximity to the forest fragment. Our results may be consequences of biotic indirect effects, and they suggest that the effects of white-popinac invasions on regenerating forests can be so vigorous that they propagate from local to regional scale, via decrease in β -diversity. We reinforce the importance of considering multiscale approaches on assessing effects of plant invasions.

Key-words: invasive species; white-popinac; metacommunities; natural regeneration; spatial scales.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1 Apresentação.....	7
1.2 Introdução geral.....	8
1.2.1 Invasões biológicas – um panorama.....	8
1.2.1.1 Terminologia.....	10
1.2.1.2 Principais hipóteses.....	13
1.2.2 Florestas Estacionais Semidecíduais (FESs) – um cenário de invasão.....	18
1.2.2.1 Plantas exóticas invasoras em FESs sob regeneração natural no interior do estado de São Paulo.....	20
1.2.3 <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.....	23
1.2.3.1 Cenário internacional de invasão.....	26
1.2.3.2 Cenário brasileiro de invasão.....	28
2. CAPÍTULO 1.....	30
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE – A.....	81

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação

Este trabalho buscou responder questões acerca dos efeitos da invasão por leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) em comunidades e metacomunidades vegetais sob regeneração natural da vegetação. O trabalho está dividido em partes que seguem a sequência:

- a) **Introdução geral:** esta introdução geral é constituída por uma revisão bibliográfica, em português, em torno de temas que serão abordados no capítulo, incluindo um espaço para uma escrita com caráter levemente opinativo. É dividida em três seções, sendo:
 - i. uma contextualização teórica sobre invasões biológicas, especialmente em comunidades vegetais, com enfoque nas principais hipóteses e modelos teóricos;
 - ii. uma breve descrição da fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecidual na Mata Atlântica do estado de São Paulo, sob um contexto de invasão; e uma lista com todas as espécies de plantas exóticas invasoras que foram registradas nos campos deste projeto de mestrado;
 - iii. uma revisão bibliográfica sucinta sobre a espécie-alvo deste trabalho, a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), nos âmbitos internacional e brasileiro quanto à invasão por esta espécie.
- b) **Capítulo 1:** este capítulo é o conteúdo principal do trabalho. Está escrito em língua inglesa, em formato de artigo científico, que será submetido à revista *Biological Invasions*. A formatação do artigo segue os padrões exigidos pela revista. O artigo conta com sua própria lista de referências e uma seção de Material Suplementar, que é apresentada no Apêndice A dessa dissertação.
- c) **Considerações finais:** esta seção finaliza o texto e estabelece discussões, em português, sobre os resultados gerais do trabalho e traz reflexões sobre perspectivas futuras no âmbito de produção científica acerca de invasões por leucena.

1.2. Introdução geral

1.2.1 Invasões biológicas – um panorama

Espécies exóticas são espécies que se encontram fora de sua área natural de distribuição geográfica (RICHARDSON et al., 2000b). A categorização de uma espécie como exótica depende de conhecimento taxonômico e biogeográfico prévio, visto que sua área de distribuição natural depende de um contexto geográfico de especiação e história natural (LEVIN, 2003). Quando espécies exóticas são introduzidas por ações humanas – intencionalmente ou não -, e são capazes de estabelecer populações sem manejo humano, podendo causar impactos nos ecossistemas naturais e seminaturais, trata-se de um evento de invasão biológica (BLACKBURN et al., 2011; PYŠEK; HULME, 2005). Assim, nem toda espécie exótica é necessariamente invasora, ainda que muitas delas podem, eventualmente e em contextos específicos, tornarem-se invasoras (REJMANEK; RICHARDSON, 1996; STRAUSS; WEBB; SALAMIN, 2006). O processo de invasão é gradativo, passa por estágios com duração de tempo distinta, e não é necessariamente linear (BLACKBURN et al., 2011; THEOHARIDES; DUKES, 2007).

Os eventos de invasão biológica estão intimamente relacionados às movimentações humanas na paisagem ao longo da História. Graças à maior conexão intercontinental, as invasões aumentaram expressivamente nas últimas décadas (HULME, 2009; KANNAN; SHACKLETON; UMA SHAANKER, 2013; WESTPHAL et al., 2008). Atualmente, as invasões biológicas estão listadas entre os principais drivers de perda de diversidade biológica (DÍAZ et al., 2019)

Invasões biológicas podem alterar processos locais e regionais, e às vezes as consequências são extremamente prejudiciais em termos de conservação e áreas protegidas (SHACKLETON et al., 2020). O processo de invasão geralmente causa diferentes respostas de diversidade dependendo da escala (FRIDLEY et al., 2007; SAX; GAINES, 2008), como modificação da sucessão ecológica e processos ecossistêmicos (WALLER et al., 2020), mudanças na diversidade funcional (RENAULT et al., 2022) e alterações em relações tróficas (HOFFMEISTER et al., 2005). Por consequência, invasões biológicas podem culminar em extinção local e regional de espécies

(CHASE et al., 2020) e aumento da suscetibilidade das comunidades a novos eventos de invasão (CAVIERES, 2021).

As invasões biológicas também podem afetar sistemas de produção agropecuária, e trazendo consequências econômicas severas (HANLEY; ROBERTS, 2019; HOFFMANN; BROADHURST, 2016; LOVELL; STONE; FERNANDEZ, 2006; OLSON, 2006; PIMENTEL; ZUNIGA; MORRISON, 2005). Plantas invasoras podem ocupar áreas de agricultura, transmitindo patógenos e competindo por espaço e nutrientes (MANGLA; INDERJIT; CALLAWAY, 2008; MONTESINOS, 2022; PIMENTEL, 2009; SUN et al., 2020). Neste contexto, é comum o emprego de termos adjacentes, não sinônimos a “plantas invasoras”, como “planta daninha” (equivalente a *weed*, em inglês) ou “praga” (*pest*, em inglês, com algumas diferenças no significado); este último se refere a um espectro mais amplo de formas de vida que ameaçam severamente sistemas de produção agropecuária (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011; CATFORD; JANSSON; NILSSON, 2009).

Animais invasores podem ser vetores de doenças, inclusive de potencial pandêmico, e podem causar danos à produção pecuária (CROWL et al., 2008; KADING et al., 2018; TORCHIN; MITCHELL, 2004). Os sistemas de aquicultura e pesca também são extremamente afetados por espécies invasoras aquáticas, o que levou inclusive ao estabelecimento de regulações internacionais de prevenção, controle e manejo de invasão (BAILEY, 2015; NIIMI, 2004; VAN DER VEER; NENTWIG, 2015; WERSCHKUN et al., 2014).

No contexto de saúde pública, os efeitos de invasões biológicas podem ser severos e custosos. Diferentes patógenos podem aumentar sua distribuição geográfica por meio de introduções de espécies exóticas (DUNN; HATCHER, 2015; HULME, 2014; PYŠEK; RICHARDSON, 2010). Em um contexto brasileiro, a dengue é um marcante exemplo de doença potencialmente fatal que está intimamente relacionada a eventos de invasão biológica (CARRINGTON et al., 2005; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al., 2004). Modelos teóricos em biologia das invasões são muito úteis para abordar contextos epidemiológicos, especialmente quando consideram vias de dispersão e uma perspectiva espacial multiescala (ANDERSEN et al., 2004). Alguns autores propõem que considerar doenças infecciosas emergentes como espécies invasoras é indispensável para o estabelecimento de políticas internacionais de combate e prevenção efetivos e duradouros (OGDEN et al., 2019). Esta proposta integra o conceito interdisciplinar e unificado de One Biosecurity (HULME, 2021).

As comunidades tradicionais (no Brasil, sendo representadas pelas comunidades indígenas, ribeirinhas, caiçaras, quilombolas, entre outras estabelecidas pelo Decreto nº 8750/2016) constituem um grupo especialmente vulnerável aos efeitos de invasões biológicas (PEJCHAR; MOONEY, 2009; REO et al., 2017), embora haja escassa produção científica neste tema no Brasil. Alterações em serviços ecossistêmicos e disseminação de patógenos são causas principais de consequência socioeconômica que afligem comunidades tradicionais afetadas por espécies invasoras (LINDERS et al., 2020; MCNEELY, 2001). É indiscutível a importância da inclusão destas comunidades como partes interessadas em manejo de espécies invasoras, principalmente em espaços territoriais especialmente protegidos (PEREIRA; SCARDUA, 2008). Apesar dos potenciais problemas concorrentes às invasões biológicas, é importante destacar que, sob pontos de vista etnográficos, algumas comunidades tradicionais consideram espécies invasoras sob outras perspectivas contexto-específicas, disjuntas à dualidade “nativa ou exótica” (HELMREICH, 2005; REO; OGDEN, 2018). No cenário brasileiro, a relação entre visões etnográficas e invasões biológicas é ainda escassamente estudado e há uma importante lacuna de conhecimento neste tema.

1.2.2.1 Terminologia

Em português, o termo mais comum para se referir às espécies invasoras é **espécie exótica invasora** (EEI; LEÃO et al. 2011). O termo **espécie invasora**, sem o adjetivo “exótica” tem significado equivalente, mas abre brechas para o debate de se espécies nativas podem ser consideradas invasoras (VALÉRY et al., 2009). Alguns autores defendem que uma espécie nativa com ampla distribuição, forte dispersão, e que se sobressaia em abundância e/ou densidade em relação às outras da comunidade, causando alterações em diversidade e estrutura dos ecossistemas, deve ser chamada de **superdominante** (PIVELLO et al., 2018). Este debate é intenso e, por esta razão, escolhemos usar o termo espécie exótica invasora (EEI) ao longo do trabalho.

Se em português já temos um termo relativamente consagrado, a terminologia em inglês é mais ampla: *exotic invasive species*, *invasive alien species*, *non-indigenous invasive species* e *invasive non-native species* são exemplos ocorrentes em órgãos de conservação da natureza e em bibliografia científica (EHRENFELD, 2008;

HUGHES et al., 2020; RICHARDSON; REJMÁNEK, 2011; SOUSA et al., 2008). O termo ***invasive non-native species*** (INNS) parece ter se consagrado nos últimos anos. Colautti e MacIsaac (2004) propuseram um *framework* que buscou resolver impasses em terminologia, considerando diferentes estágios de invasão. Os autores discordam que uma abordagem geográfica ao invés de taxonômica resolveria a maior parte das diferenças em escolha de termos para futuros estudos. Ainda assim, todos os termos previamente citados continuam a aparecer em estudos atuais.

Outros termos por vezes intercambiáveis em invasões biológicas são “planta daninha”, “erva daninha” (para plantas não lenhosas); “praga agrícola” e “invasora de culturas” (ALCÂNTARA; NÓBREGA; FERREIRA, 2007; GAZZIERO et al., 2015; POLANCZYK et al., 2006). Vale ressaltar que estes termos se referem a um contexto de produção agrícola, sob um viés econômico e produtivo. Apesar de o senso comum considerar estes termos como equivalentes às espécies exóticas invasoras, principalmente por algumas EEI serem também consideradas plantas daninhas, as terminologias partem de diferentes perspectivas. Especialmente o termo “invasora de culturas”, que parte de um contexto agrícola, pode ser confundido com o conceito de EEI, que parte de um contexto geográfico/taxonômico.

Em inglês, há possibilidade de “planta daninha” ser traduzida como *weed*. Esta tradução pode não ser aplicável em todos contextos. Os termos *pest* ou *noxious* podem ser traduzidos – com ressalvas - como “praga”. Catford e colaboradores (2009) propõem delimitações para os termos “*introduced*”, “*weed*”, “*naturalized*”, “*invasive*” e “*noxious/pest*”, baseadas em estágios de invasão. Apesar de oportuna, essa proposta não foi integralmente adotada pela comunidade científica, e outros autores atribuem distintas nomenclaturas (BLACKBURN et al., 2011; COLAUTTI; MACISAAC, 2004; SAX; GAINES, 2008; SUN et al., 2020).

A denominação **espécie naturalizada** é essencialmente muito problemática. O termo pode se referir a estágios iniciais (RICHARDSON et al., 2000b) ou intermediários (CATFORD; JANSSEN; NILSSON, 2009) de invasão. Talvez o uso mais comum seja para referir a espécies que, apesar de capazes de se dispersarem sem intermédio humano, supostamente não interferem na biodiversidade nativa (ESSL et al., 2019; GALLAGHER; RANDALL; LEISHMAN, 2015; RICHARDSON et al., 2000b). A problemática da terminologia espécie naturalizada é justamente a sua inespecificidade. Espécie naturalizada aproxima-se ao o conceito de nativa (“tão natural que é quase nativa”), criando uma falsa ideia de que a espécie não é invasora ou potencialmente

invasora. Esta terminologia incerta é inclusive adotada pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ, 2023). Este caráter impreciso pode, inclusive, afetar decisões na esfera de políticas públicas.

Uma espécie exótica pode apresentar características ecológicas que a favoreçam num contexto de invasão (REJMANEK; RICHARDSON, 1996). Fatores como plasticidade fenotípica, altas taxas de reprodução, crescimento acelerado e resistência a patógenos podem facilitar o estabelecimento e dispersão da espécie exótica, agora sob a denominação de espécie exótica invasora (LOCKWOOD; CASSEY; BLACKBURN, 2005; RICHARDSON et al., 2000b; WALLER et al., 2020). A este conjunto de características inatas à espécie, damos o nome de **potencial de invasão**. Em inglês, existe o termo *invasiveness* (HUI et al., 2016; REJMANEK; RICHARDSON, 1996), que poderia ser cruamente traduzido para algo como “invasividade”, mas esta palavra não existe em português. O termo potencial de invasão cumpre esta definição e é um conceito amplamente empregado em português (ATTIAS; SIQUEIRA; BERGALLO, 2013; ZIMMERMANN, 2016).

As comunidades ou ecossistemas invadidos apresentam características intrínsecas que os conferem maior ou menor resistência à invasão (LONSDALE, 1999). Uma série de condições abióticas compõem este escopo, juntamente com elementos bióticos como presença de predadores (e.g. DERIVERA et al., 2005), competidores (e.g. CAVIERES, 2021), disponibilidade de recursos e habitat (e.g. HIERRO; MARON; CALLAWAY, 2005), patógenos (e.g. BLUMENTHAL et al., 2009), dispersores (e.g. NORTHFIELD et al., 2018) e mutualismos (e.g. MOLES et al., 2022). Este conjunto de condições das comunidades e ecossistemas passíveis de serem invadidos é definido como **suscetibilidade à invasão**. Assim como o potencial de invasão, este termo também tem um equivalente em inglês, que não existe em português. O termo *invasibility* é frequentemente empregado neste âmbito, e em tradução livre equivaleria a “invasibilidade” (CAVIERES, 2021; HOWETH, 2017; HUI et al., 2016; RENAULT et al., 2022).

Outro conceito essencial no estudo de invasões biológicas é **pressão de propágulos** (*propagule pressure*). Propágulos, no contexto de invasão biológica, são unidades de reprodução de espécies (como sementes, esporos, ou partes vegetativas com potencial reprodutivo) que chegam a um local em cada evento de invasão. A pressão de propágulos compreende o número de propágulos em cada evento de invasão (*propagule size*) e a quantidade de eventos de invasão (*propagule number*; LOCKWOOD;

CASSEY; BLACKBURN, 2005). Desta maneira, alta pressão de propágulos está associada a maior potencial de invasão (KING; HOWETH, 2019; LONSDALE, 1999; PYŠEK; RICHARDSON, 2006). Alguns autores consideram ainda o número de populações-fonte e os padrões espaciais e temporais da chegada de propágulos como partes também componentes do conceito de pressão de propágulos (DE JONG; FOWLER, 2018; SIMBERLOFF, 2009). Ademais, alguns autores também propõem que pressão de propágulos pode funcionar como modelo nulo em invasões biológicas (CASSEY et al., 2018; COLAUTTI; GRIGOROVICH; MACISAAC, 2006).

1.2.2.2 Principais hipóteses

A ecologia de invasões é historicamente marcada por uma abundância de hipóteses e modelos teóricos que, se por um lado representam avanço científico, por outro mostram que há forte redundância em terminologia. Muitos autores propõem termos caso-específicos, com baixo poder de generalização, e com pouca comunicabilidade com estudos prévios. Esta crítica à ecologia de invasões é recorrente, e muitos autores propuseram *frameworks* que visam conciliar hipóteses semelhantes, e padronizar os diferentes termos empregados para explicar os mesmos mecanismos (e.g. ALPERT, 2006; BLACKBURN et al., 2011; BROWN; BARNEY, 2021; CATFORD; JANSSON; NILSSON, 2009; FOXCROFT; PICKETT; CADENASSO, 2011; PERKINS; LEGER; NOWAK, 2011). Nesta seção, abordaremos hipóteses marcantes e mais frequentemente abordadas em estudos de invasão, que estão mais diretamente relacionadas a este trabalho. Todas elas compartilham, em diferentes proporções, componentes bióticos, abióticos e pressão de propágulos (BLACKBURN et al., 2011). Existem muitas outras hipóteses que não serão abordadas aqui (ver CATFORD; JANSSON; NILSSON, 2009).

1.2.2.2.1 Global competition

A hipótese de **global competition** se baseia em pressão de propágulos, mas não é espécie-específica. Propõe que quanto mais espécies exóticas são introduzidas em um local, maiores são as chances de alguma dessas espécies superarem as barreiras impostas pela comunidade nativa (ALPERT, 2006; COLAUTTI; MACISAAC, 2004).

Em essência, este modelo é completamente baseado em uma abordagem de invasão por plantas, proposta por Richardson e colaboradores (2000), onde a invasão é definida pelas barreiras as quais uma espécie invasora supera. Talvez a hipótese de *global competition* seja aplicável a modelos de invasão por animais, baseados em Williamson (1996), mas algumas adaptações conceituais seriam necessárias. Reconhecemos que esta hipótese compartilha, indiretamente, algumas semelhanças com dinâmicas neutras em teoria de metacomunidades (HUBBELL, 2005; THOMPSON et al., 2020) e teoria de biogeografia de ilhas (MACARTHUR; WILSON, 1967).

1.2.2.2.2. Ideal weed

A hipótese de ***ideal weed*** considera história natural e atributos de uma EEI como os principais fatores que facilitam sua invasão (BAKER, 1965; SUTHERLAND, 2004). São exemplos de fatores relacionados à uma *invasive weed*: alta plasticidade fenotípica e genotípica, reprodução precoce e com muitos propágulos, crescimento acelerado, generalismo de habitat e resistência a patógenos (LOCKWOOD; CASSEY; BLACKBURN, 2005; REJMANEK; RICHARDSON, 1996; RICHARDSON et al., 2000b; SULTAN; MATESANZ, 2015; WALLER et al., 2020). O papel dos mutualismos (RICHARDSON et al., 2000a) na hipótese de *ideal weed* é debatido, haja vista evidências recentes têm mostrado que algumas EEI com forte potencial de invasão (*ideal weeds*, per se) são altamente dependentes de relações mutualísticas (MOYANO; RODRIGUEZ-CABAL; NUÑEZ, 2020, 2021).

1.2.2.2.3 Enemy-release

Outra relevante hipótese, certamente entre as mais testadas, é a hipótese de ***enemy release*** (KEANE; CRAWLEY, 2002). Baseia-se na ideia de que, ao invadir uma comunidade, a EEI “é liberada” (*released*) de seus inimigos naturais (predadores, herbívoros, patógenos), os quais ocorrem em sua área de distribuição geográfica original (COLAUTTI et al., 2004; LIU; STILING, 2006; MEIJER et al., 2016). A ausência de inimigos que limitam o crescimento populacional da EEI na área invadida faz com que a população cresça livremente. Alguns autores atribuem a esse tipo de liberação o nome “regulatório” (*regulatory enemy release*; COLAUTTI et al., 2004; KEANE;

CRAWLEY, 2002). A ausência de inimigos também permite com que a população invasora reorganize recursos e energia que outrora seriam usados para sua defesa, e agora estão disponíveis para maior investimento em reprodução e crescimento. Este efeito é tido como “compensatório” (*compensatory enemy release*; LU; DING, 2012; ROGERS; SIEMANN, 2005).

Gruntman et al. (2017) apontam que estudos com esta hipótese devem explicitamente incluir escala temporal, visto que, sob certas circunstâncias, existe uma recuperação de inimigos ao longo do tempo, e os efeitos de *enemy release* diminuem. Existem hipóteses correlatas a esta, com algumas variações: *enemy reduction* (COLAUTTI; MACISAAC, 2004), *evolution of increased competitive ability* (BLOSSEY; NOTZOLD, 1995; JOSHI; VRIELING, 2005) e *resource-enemy release* (BLUMENTHAL et al., 2009; BLUMENTHAL, 2006).

1.2.2.2.4 Biotic resistance e Missed mutualisms

Biotic resistance é uma hipótese que se refere às condições de uma comunidade que a conferem menor suscetibilidade à invasão. Competidores nativos, herbívoros e patógenos limitam colonização e avanço de invasão, uma vez que a EEI não é adaptada às novas interações competitivas que estabelece com a comunidade nativa (ALPERT, 2006; BEAURY et al., 2020; GRUTTERS et al., 2017; LEVINE; ADLER; YELENIK, 2004; PARKER; HAY, 2005). Enquanto *biotic resistance* se refere à menor suscetibilidade de uma comunidade à invasão, a hipótese de **missed mutualisms** aborda a redução do potencial de invasão de uma EEI. Esta hipótese postula que certas espécies perdem relações mutualísticas importantes ao expandirem sua distribuição geográfica para novas áreas, e por isso têm seu potencial de invasão reduzido (ALPERT, 2006; LOPEZ et al., 2021; MITCHELL et al., 2006; MOLES et al., 2022). A ocorrência concomitante de *biotic resistance* e *missed mutualisms* é um tópico ligeiramente discutido (MOYANO et al., 2019).

1.2.2.2.5 Limiting similarity e Empty niche

A hipótese de **limiting similarity** considera que EEI's com sucesso na invasão são funcionalmente distintas das espécies na comunidade invadida (ABRAMS, 1983;

CALLAWAY; RIDENOUR, 2004; MACARTHUR; LEVINS, 1967). De certa maneira, é o inverso de *biotic resistance* (CATFORD; JANSSON; NILSSON, 2009), pois considera que, sendo funcionalmente distintas da espécies nativas, as EEI's têm vantagem na invasão, e não uma redução do potencial competitivo (mecanismo proposto em *biotic resistance*). É uma hipótese antiga e foi inicialmente abordada por Darwin, como um componente de sua hipótese de naturalização (DARWIN, 1859). Também é uma hipótese muito próxima à de ***empty niche***, com a diferença de que *empty niche* explicitamente considera o tamanho do *pool* de espécies nativas como componente da resistência à invasão (ELTON, 1958; HIERRO; MARON; CALLAWAY, 2005; MACARTHUR, 1970). Em *empty niche*, comunidades nativas com baixo *pool* de espécies são possivelmente “insaturadas”, ou seja, há espaço e “nichos vazios” a serem ocupados pela EEI.

Ambas hipóteses são relevantes e explicam processos fundamentais em invasões. Contudo, o papel de disponibilidade de nichos para sucesso de EEI's parece ter sido superestimada historicamente, e evidências recentes sugerem que mesmo EEI funcionalmente semelhantes às nativas, e em comunidades “saturadas”, podem ter sucesso da invasão, por exemplo, ao estabelecer novas relações positivas e de facilitação com outras EEI ou com as próprias espécies nativas. Evidências recentes apontam que a hipótese de *limiting similarity* é (i) mais corroborada em ecossistemas com maior disponibilidade de recursos (EL-BAROUGY et al., 2020); e (ii) não tem relação obrigatória com proximidade filogenética (FRITSCHIE et al., 2014). Apesar de ser uma das primeiras hipóteses em invasões biológicas, há um montante significativo de estudos que encontraram pouca ou nenhuma evidência de sua existência em comunidades vegetais (EMERY, 2007; HESS et al., 2020; PRICE; PÄRTEL, 2013; YANNELLI et al., 2017). A hipótese de *empty niche*, por sua vez, parece ser desafiada em casos de espécies lenhosas invasoras capazes de invadir florestas em estágio avançado de sucessão (FRIDLEY et al., 2023).

1.2.2.2.6 *Biotic indirect effects e Spillover effects*

A hipótese de ***biotic indirect effects*** contempla uma série de mecanismos aos quais uma comunidade invadida é submetida, cujos efeitos se dão por processos indiretos (por exemplo, como “a” afeta “b”, que por sua vez afeta “c” (CATFORD; JANSSON; NILSSON, 2009; MARLER; ZABINSKI; CALLAWAY, 1999; STRAUSS,

1991; WHITE; WILSON; CLARKE, 2006). Exemplos de mecanismos com resultados indiretos são competição aparente (e.g. BONSALL; HASSELL, 1997; HOLT; BONSALL, 2017), mutualismo e comensalismo indiretos (e.g. FATH, 2007; SANDERS; VAN VEEN, 2012), cascatas tróficas (e.g. KIMBRO et al., 2009) e competição indireta (*exploitative competition*; e.g. DAMAS-MOREIRA et al., 2020).

Um outro termo recentemente importado para o contexto de invasões biológicas é o ***spillover effect*** (ALTIERI; IRVING, 2017; FENICHEL; RICHARDS; SHANAFELT, 2014; GOEDKNEGT et al., 2017; WELLS et al., 2015). Os *spillovers* são processos em que um dado processo rompe limitações espaciais/temporais e “transborda” seu efeito a outros elementos, de maneira indireta (JACOBSON, 2014; KUSCHNIG et al., 2021; WANG et al., 2021). Para invasões biológicas, acreditamos que *spillovers* espaciais (*spatial spillovers*) podem ser interpretados como uma escala mais ampla (por exemplo, escala de metacomunidade) de *biotic indirect effects*. Esta interpretação parece já ter sido feita em dinâmicas espaço-temporais de patógenos, mas de maneira indireta, não explicitamente comparando *biotic indirect effects* com *spillover effects* (ALLEN et al., 2018; DILLON; MEENTEMEYER, 2019; DUNN et al., 2012).

1.2.2.2.7 Invasional meltdown

Invasional meltdown é uma hipótese complexa que aborda “efeitos-dominó” em invasões (CATFORD; JANSSON; NILSSON, 2009). A partir de interações simbióticas ou de facilitação, tanto direta quanto indiretamente, EEI’s podem aumentar a suscetibilidade de uma comunidade à invasão (MACK, 2003; RICCIARDI, 2001; SIMBERLOFF; VON HOLLE, 1999). O aumento na suscetibilidade à invasão pode ser ocasionado, por exemplo, por alterações em condições microclimáticas (e.g. LEMBRECHTS et al., 2018), de microbiota do solo (e.g. CHEN; VAN KLEUNEN, 2022; ZHANG et al., 2020), e de regimes de fogo (e.g. D’ANTONIO; HUGHES; TUNISON, 2011; SIMBERLOFF; VON HOLLE, 1999), criando condições adequadas para novos eventos de invasão. Essa interpretação parece ser especialmente apropriada em ecossistemas fragmentados (CACABELOS et al., 2022; GIBSON et al., 2013; WADDELL et al., 2020).

1.2.2 Florestas Estacionais Semidecíduais (FES's) – um cenário de invasão

Florestas Estacionais neotropicais ocorrem da América Central à Argentina, em solos férteis, e são marcadas por uma estação seca bem definida (LIMA et al., 2018). No Brasil, Florestas Estacionais ocorrem, em sua maioria, nas faixas de transição entre florestas ombrófilas e ecossistemas mais abertos, como savanas e estepes. São florestas com pluviosidade anual inferior a 1.100 mm (outros autores consideram valores superiores (e.g. OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000)), irregularmente distribuída ao longo do ano, visto que, por no mínimo cinco meses, a precipitação mensal é inferior a 100 mm. Nesses períodos de seca, pode ocorrer caducidade foliar (IBGE, 2012; LIMA et al., 2018; OLIVEIRA-FILHO; JARENKOW; RODAL, 2006).

A terminologia em inglês é um desafio: há pouca padronização, e conflitos entre classificações brasileiras e internacionais. Aqui, apresentamos resumidamente os principais termos usados para referir Florestas Estacionais em inglês: *Seasonal forests* (e.g. ZAK; CABIDO; HODGSON, 2004), *Stational forests* (e.g. FIRMINO et al., 2021), *Seasonally dry forests* (e.g. PENNINGTON; PRADO; PENDRY, 2000), *Dry forests* (sensu lato, e.g. RIVAS et al., 2020). Todos estes termos são usados de maneira intercambiável e por vezes considerados sinônimos. Alguns deles, como “*stational forests*”, parecem estar associados a inadequações em tradução de português para inglês. Em português, há divergências entre autores, mas, desde 2012, o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, elaborado pelo IBGE, trouxe padronização que passou a ser convenientemente adotada em esferas de políticas públicas e planejamento territorial do meio ambiente (IBGE, 2012). Este manual divide as Florestas Estacionais em três grandes grupos, que são divididos com base em caducidade foliar na estação seca. São eles:

- (i) Floresta Estacional Perenifólia (ou Sempre-Verde): geralmente ocorre em transição com florestas ombrófilas, e apresenta menos de 20% das espécies arbóreas do estrato superior com caducidade foliar na seca. Apesar de haver estação seca definida, os níveis de umidade no solo não diminuem de maneira tão intensa ao ponto de ocasionar expressiva queda de folhas.
- (ii) Floresta Estacional Semidecidual: apresenta de 20 a 50% das árvores do estrato superior com caducidade foliar. Pode ser confundida com savanas florestadas, principalmente em áreas de transição Mata Atlântica-Cerrado.

Este tipo de floresta será abordado ao longo do texto, e é o sistema no qual nossos estudos foram conduzidos.

- (iii) Floresta Estacional Decidual: apresenta mais de 50% de árvores caducifólias, e tendem a se formar em solos mais rasos e com menor capacidade de retenção hídrica. Pode ser confundida com Caatinga.

As Florestas Estacionais Semidecíduais (FES's), focos do nosso trabalho, têm sua maior extensão concentrada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, em áreas de domínio da Mata Atlântica. Tem ocorrência pontual em domínio Amazônico, e no Cerrado ocorre de maneira disjunta em matas ciliares e de galeria (IBGE, 2012). Em campo, FES's podem ser confundidas com savanas florestadas (Cerradão), por similaridades em altura de dossel, sazonalidade e compartilhamento de muitas espécies vegetais. Todavia, savanas florestadas ocorrem em solos muito permeáveis, e apresentam dossel consideravelmente descontínuo, com áreas de abertura de dossel associadas a espécies graminoides (BUISSON et al., 2019; MIATTO; WRIGHT; BATALHA, 2016). Isso não ocorre naturalmente em áreas de FES's, cujo estrato herbáceo é mais sombreado e com maior cobertura por serapilheira (SOUZA et al., 2019).

No domínio de Mata Atlântica, as FES's estão entre as fitofisionomias com maior fragmentação (REZENDE et al., 2018). Uma vez que se encontram em terrenos com menor declive quando comparadas às Florestas Ombrófilas serranas, as FES's sofreram forte desflorestamento por expansão urbana e agropecuária. Atualmente, a cobertura de FES's nas regiões sul e sudeste é essencialmente descontínua, restrita a fragmentos isolados ou com baixa conectividade, e localizados principalmente em áreas de APP nas margens de corpos d'água (IBGE, 2012; REZENDE et al., 2018; RIBEIRO et al., 2011).

Segundo o Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa do Estado de São Paulo de 2020 (IF, 2020), estágios médios e avançados de Floresta Estacional Semidecidual representam em torno de 30% do total de cobertura vegetal atual no estado, e ocupam 7% de seu território. Em sua maioria, são fragmentos de floresta secundária, em processo de regeneração. Este cenário de fragmentação traz consequências negativas severas como aumento dos efeitos de borda (e.g. BANKS-LEITE; EWERS; METZGER, 2010), diminuição da conectividade na paisagem (e.g. PEREIRA et al., 2022), erosão de biodiversidade (e.g. DE LIMA et al., 2020), maior suscetibilidade ao fogo (e.g. SINGH; HUANG, 2022), e repetidos eventos de invasão biológicas (e.g. PIVELLO et al., 2018).

1.2.2.1 *Plantas exóticas invasoras em FES's sob regeneração natural no interior do estado de São Paulo*

As FES's do estado de São Paulo sofrem historicamente com introdução de espécies exóticas e com invasão biológica (CALABONI et al., 2018; ZENNI; ZILLER, 2011). Espécies dos gêneros *Urochloa* (gênero atual da conhecida *Brachiaria* spp.) e *Megathyrsus* (gênero atual de *Panicum* spp.) se destacam como invasoras de áreas em regeneração de FES no estado (SOBANSKI; MARQUES, 2014; ZWIENER et al., 2014). FES's em estado avançado de sucessão também não são imunes às plantas invasoras (ver DECHOUM et al. (2015) para exemplo em floresta estacional em Santa Catarina). O número de espécies de plantas exóticas invasoras que ocorrem nessas áreas de FES's regenerantes é, por vezes subestimado (ZENNI; ZILLER, 2011).

Esta subseção dedica-se a apresentar todas as espécies de plantas exóticas invasoras e potencialmente invasoras que foram registradas ao longo dos trabalhos de campo neste projeto de mestrado. O objetivo é, exclusivamente, fornecer dados de registro de plantas exóticas invasoras em áreas de regeneração natural de Florestas Estacionais Semideciduais. Nem todas as espécies desta lista compuseram o levantamento florístico abordado no capítulo 1. Uma vez que não está diretamente relacionada às perguntas a serem respondidas neste trabalho, trouxemos essa lista como parte da introdução geral. Todas as espécies aqui citadas poderiam ter sido nossa espécie-alvo. A escolha da *Leucaena leucocephala* se deu por motivos específicos, discutidos na seção 1.3. Logo, essa lista reforça que FES's em regeneração natural são áreas submetidas a intensa e contínua invasão por espécies de plantas exóticas, uma realidade que ameaça a rica biodiversidade sustentada por essas florestas.

Todas as espécies apresentadas nesta lista (tabela 1) foram registradas no município de Porto Feliz, interior do estado de São Paulo, em áreas de vegetação secundária dominadas por Floresta Estacional Semidecidual. Classificamos como “potencialmente invasoras” espécies majoritariamente ruderais, cujas populações foram registradas em nossas áreas, mas não é sabido se, de fato, comportam-se como invasoras. As espécies *Lantana camara* L. e *Cardiospermum halicacabum* L. também foram registradas, mas não foram incluídas na lista abaixo pois apresentam distribuição geográfica original incerta, além de discussões taxonômicas importantes (CABI, 2023).

Tabela 1: Espécies de plantas exóticas invasoras ou potencialmente invasoras registradas em áreas de regeneração natural de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Porto Feliz – SP.

Família	Espécies
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims <i>Thunbergia grandiflora</i> Roxb.
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i> L. <i>Amaranthus retroflexus</i> L.
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.
Araliaceae	<i>Heptapleurum actinophyllum</i> (Endl.) Lowry & G.M. Plunkett <i>Heptapleurum arboricola</i> Hayata
Arecaceae	<i>Caryota mitis</i> Lour.
Asparagaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain
Asteraceae	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav. <i>Emilia fosbergii</i> Nicolson <i>Youngia japonica</i> (L.) DC.
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook.f.
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don <i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv. <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC. <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth
Boraginaceae	<i>Cordia africana</i> Lam.
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L. <i>Tradescantia zebrina</i> Heynh. ex Bosse
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet
Cucurbitaceae	<i>Sicyos edulis</i> Jacq.
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i> L. <i>Cyperus esculentus</i> L.
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.

	<i>Neonotonia wightii</i> (Graham ex Wight & Arn.) J.A.Lackey
	<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R.Br. <i>Leonurus japonicus</i> Houtt. <i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L. <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i> L.
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.
Pinaceae	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.
Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth <i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs <i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv. <i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka <i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster
Pteridaceae	<i>Pteris vittata</i> L.
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.
Rutaceae	<i>Citrus x limonia</i> Osbeck (pro. sp.) <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack
Thelypteridaceae	<i>Christella dentata</i> (Forssk.) Brownsey & Jermy
Urticaceae	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich.
Zinziberaceae	<i>Hedychium coronarium</i> J.Koenig

Fonte: elaborado pelo autor.

1.2.3 *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

A espécie *Leucaena leucocephala* (Lam. de Wit) é uma árvore de pequeno porte, altamente invasora, nativa da América Central (CABI, 2019). Em português, é popularmente conhecida como “leucena”. Em inglês, recebe nomes como *white-popinac*, *river-tamarind*, *horse-tamarind* e *wild-tamarind*. Essa espécie pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae (circunscrição atual que integra Mimosoideae; APG - IV (2016)). Tem como sinônimas botânicas o basônimo *Mimosa leucocephala* Lam. e o heterotípico *Leucaena glauca* Benth (JBRJ, 2023). Outras sinônimas são descritas em World Flora Online (2023). Três subespécies são reconhecidas: *L. leucocephala* subsp. *leucocephala*; subsp. *glabrata* e subsp. *ixtahuacana*, esta última tendo pouca importância comercial (CABI, 2019). A subespécie *leucocephala* é conhecida como a variedade “comum” ou “havaiana”, e costuma apresentar porte menor, arbustivo-arborescente. A subespécie *glabrata* é conhecida como a variedade “gigante” ou “Salvador” e apresenta maior porte, explicitamente arbóreo (GISD, 2015).

A plasticidade fenotípica em relação ao porte arbóreo e/ou arbustivo é uma característica marcante. Em regiões insulares do Japão, a leucena é oficialmente descrita como um arbusto, raramente ultrapassando 3 metros de altura (HATA; SUZUKI; KACHI, 2010; OSAWA; HATA; KACHI, 2016). No Brasil, indivíduos isolados podem atingir alturas superiores a 15 metros (MARCHIORI, 2007). A Figura 1 mostra alguns dos maiores indivíduos de leucena registrados neste trabalho.

Figura 1: Grandes indivíduos de *Leucaena leucocephala* registrados em Porto Feliz – SP. O indivíduo à direita teve altura total estimada em aproximadamente 16 metros, com diâmetro à altura do peito (DAP) de 41 centímetros. A título de comparação, a pessoa ao centro da imagem tem 1,70 metros de altura.



Fonte: acervo pessoal.

Leucena é uma espécie de crescimento extremamente rápido, e inicia sua reprodução em idade precoce (1 ano), quando comparada a espécies arbóreas típicas (CABI, 2019). Tem dispersão autocórica, e as sementes costumam cair próximas à árvore-matriz, apenas por ação da gravidade (MARQUES et al., 2014). Por conta dessa dispersão limitada espacialmente, costuma formar grandes maciços populacionais (Figura 2), com alta densidade de indivíduos (GISD, 2015). A formação desses maciços homogêneos também está associada aos efeitos alelopáticos da espécie, que leva a um menor recrutamento de plântulas de outras espécies no interior do maciço.

Há registros históricos de potenciais efeitos alelopáticos de leucena sob outras espécies (AHMED; HOQUE; HOSSAIN, 2008; SINGH; BATISH; KOHLI, 1999), mas um estudo recente confirmou a ação alelopática relacionada à mimosina e outras substâncias presentes em partes da planta (KATO-NOGUCHI; KURNIADIE, 2022) Há registro de dispersão por herbívoros como cabras (HATA; SUZUKI; KACHI, 2010) e

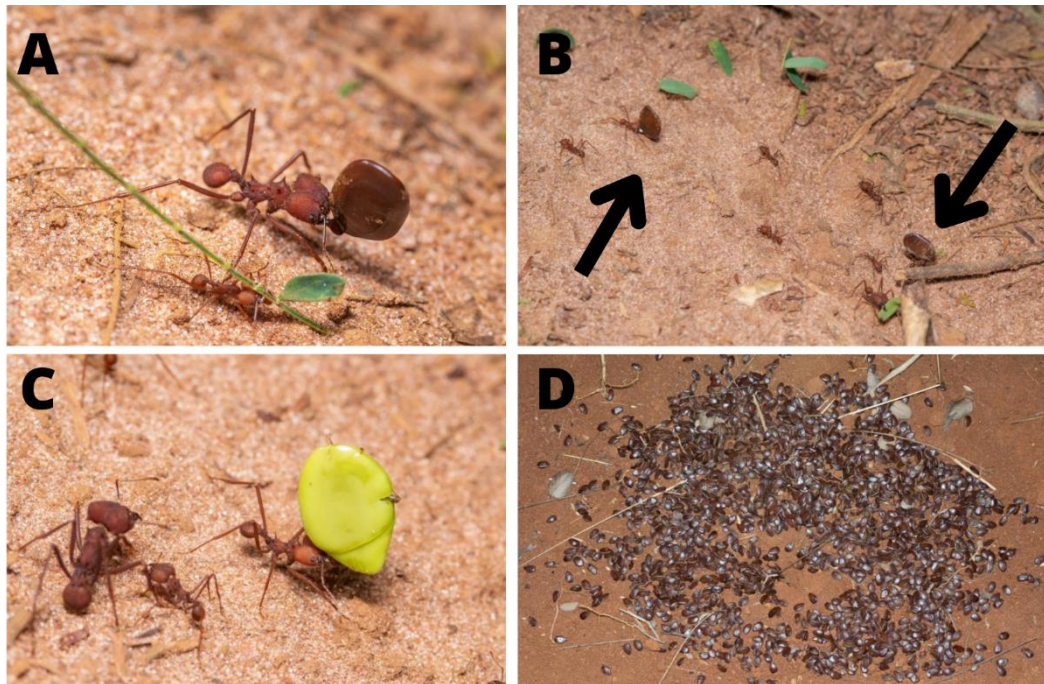
de transporte de sementes por formigas cortadeiras (Figura 3 – registro pessoal), mas pouco se sabe sobre a relevância de episódios de zoocoria para dispersão da espécie.

Figura 2: Maciço de leucena em área de regeneração natural de Floresta Estacional Semidecidual, interior do estado de São Paulo.



Fonte: acervo pessoal.

Figura 3: Painel de registros fotográficos de transporte de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala*) por formigas cortadeiras (*Atta* sp.), em área de regeneração natural de Floresta Estacional Semidecidual, interior do estado de São Paulo. **A e B:** formigas carregando sementes de leucena; **C:** formiga levando semente imatura de leucena (possível predação); **D:** acúmulo de sementes de leucena em torno de uma das aberturas do formigueiro.
(próxima página)



Fonte: acervo pessoal (registros fotográficos feitos por Wolf J Moeller).

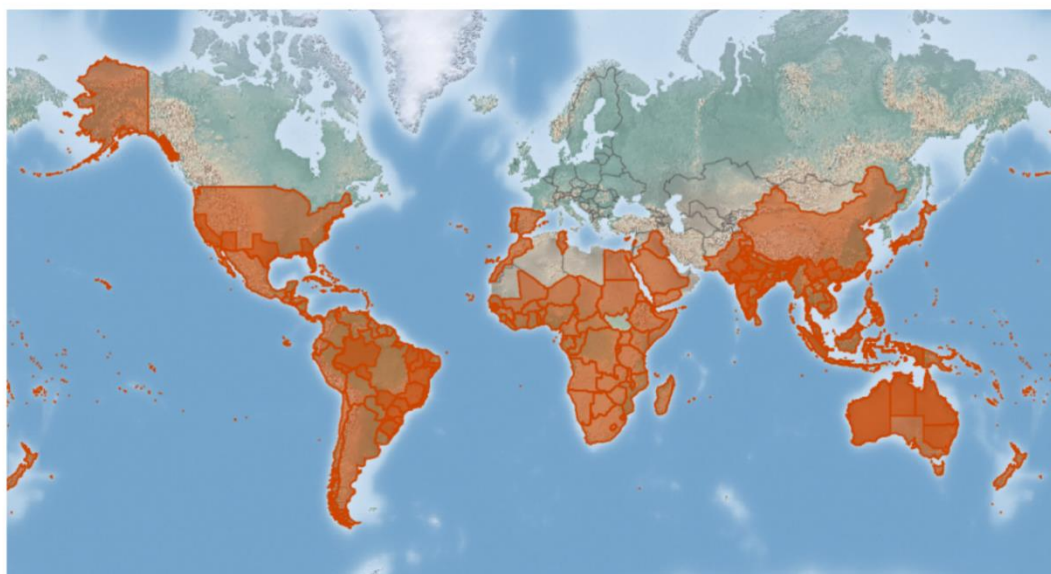
Produz grande quantidade de sementes ao longo de todo o ano, com maior intensidade na estação seca (MARQUES et al., 2014). A chuva de sementes de um indivíduo adulto chega a uma média de 5500 sementes por metro quadrado em um ano (MARQUES et al., 2014). As sementes podem apresentar dormência, permanecendo viáveis no solo por até 20 anos (GISD, 2015). A espécie é majoritariamente polinizada por *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (DE MELO-SILVA et al., 2014), mas é também viável em autofecundação (BREWBAKER, 1983). É muito resistente a podas drásticas, após as quais costuma apresentar intenso rebrote (COSTA; DURIGAN, 2010).

1.2.3.1 Cenário internacional de invasão

A leucena é nativa da América Central, provavelmente do México. Não há consenso quanto a sua distribuição nativa original, pois esta espécie foi amplamente cultivada ao longo de outros países da América Central em períodos pré e pós Colombianos (CABI, 2019). A subespécie *leucocephala* (comum ou “havaiana”) foi a primeira a ser introduzida em outros países. Esta subespécie tem maior potencial de invasão quando comparada à subespécie *glabrata*. A espécie já estava amplamente distribuída em países da África e Ásia em meados de 1800, sendo considerada, a partir desse período, como uma espécie de ocorrência pantropical (CABI, 2019; GISD, 2015).

Leucena é citada entre as 100 piores espécies invasoras do mundo pela IUCN (ISSG, 2000). Atualmente, é encontrada em todos os continentes exceto Antártica (Figura 4). Apesar de introduzida na Europa, é registrada como invasora apenas nas Ilhas Canárias e Espanha (CABI, 2019). Regiões insulares são regiões drasticamente afetadas com a invasão pela espécie. O país polinésio Reino de Tonga enfrenta grave invasão por leucena, e cita-a como a planta invasora mais prevalente na região (PIER, 2017). As Ilhas Bonin, no Japão, tiveram uma explosão demográfica de leucena após a erradicação de cabras ferais (HATA; SUZUKI; KACHI, 2010; OSAWA; HATA; KACHI, 2016). No Arquipélago de Galápagos, houve implementação de tentativas de manejo, sem sucesso, e a espécie é listada entre as principais plantas invasoras em algumas ilhas (GARDENER; ATKINSON; RENTERÍA, 2010).

Figura 4: Distribuição geográfica atual da leucena (*Leucaena leucocephala*).



Fonte: Invasive Species Compendium (CABI). Disponível em: < <https://www.cabidigitallibrary.org/> >

Apesar do contexto de invasão, a leucena ainda é amplamente cultivada em países da África Subsaariana, Ásia e América do Sul (CABI, 2019). Em regiões com estação seca duradoura, leucena é frequentemente utilizada como planta de forrageamento para gado (e.g. Paquistão; AGANGA; TSHWENYANE, 2003), apesar de sua toxicidade conhecida (MATOS, 2011), principalmente em equinos (PORTO, 2016). Al-

gumas regiões fazem uso de madeira (e.g. Índia; PRASAD et al., 2011), outras implementam plantios de leucena para recuperação de solos degradados (e.g. China; PENG et al., 2013), ou para aumento de fixação de nitrogênio no solo em sistemas agrícolas (e.g. Nigéria; KANG; WILSON; SIPKENS, 1981). Alemán-Raamirez et al. (2022) realizaram uma revisão de usos e potenciais de leucena em produção bioenergética sob uma perspectiva global, destacando sua aplicabilidade para indústria de biocombustíveis.

O desencaixe entre os vieses ecológico e produtivo no que tange espécies invasoras é intrigante. A leucena é, há décadas, descrita como uma espécie altamente invasora, potencialmente causadora de inúmeros problemas em regeneração de áreas naturais de vegetação e ameaça a espécies endêmicas (CABI, 2019; GISD, 2015). Ainda assim, anualmente, diversos estudos insistem em propor a espécie como uma potencial aliada em regeneração de solos e florestas degradados (e.g. COLÓN; LUGO, 2006; COSTA; DURIGAN, 2010; PENG et al., 2013; SANTIAGO-GARCÍA et al., 2008). Campbell et al. (2019) propõem que o fato da leucena ainda ser vista como uma espécie valiosa economicamente seja talvez o principal empecilho às tentativas de prevenção e controle de invasão. É de extrema importância que políticas internacionais de manejo de ecossistemas e espécies invasora passem a considerar, de maneira expressa, o desencorajamento de uso de espécies exóticas invasoras como agentes de restauração ecológica.

1.2.3.2 *Cenário brasileiro de invasão*

Não há consenso sobre a história da introdução de leucena no Brasil. A citação mais antiga de introdução era referida a 1940 (VILELA; PEDREIRA, 1976). Machado (2018) realizou uma extensiva busca em herbários brasileiros e identificou inúmeras introduções anteriores a 1940, sendo o registro mais antigo datado no ano de 1831, no estado da Bahia. Atualmente, a espécie é registrada em todos os estados brasileiros exceto Amapá e Roraima (GBIF, 2022). Os estados de São Paulo, Paraná e Bahia são os que combinam mais registros (MACHADO, 2018).

Zenni e Ziller (2011) apontam que leucena é invasora em áreas de Savana e Savana Estépica, Manguezais, Restingas, Caatinga, Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais, Florestas Ombrófilas e zonas de Ecótonos. Assim como ocorre em outros países tropicais, a espécie no Brasil invade áreas relativamente abertas, não

sendo muito comum em formações florestais antigas ou primárias - com dossel superior bem estruturado (MACHADO, 2018).

Marques e colaboradores (2014) avaliaram potencial de germinação e banco de sementes de leucena em região de ecótono entre Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, e observaram alta produção de sementes, com viabilidade duradoura no solo, formando bancos de sementes viáveis por pelo menos cinco anos. A formação de bancos de sementes duradouros é um dos maiores desafios para o manejo da espécie no Brasil. Frequentemente, prefeituras municipais e outras instituições públicas implementam tentativas de manejo de leucena em Áreas de Preservação Permanente às margens de corpos d'água, parques, terrenos baldios e beira de estradas (e.g. CAMPINAS, 2019; SEMA-VOTORANTIM, 2015). A imensa maioria das tentativas de manejo encontra fracasso em um período curto de tempo, onde ocorre intenso rebrote de indivíduos cortados (COSTA; DURIGAN, 2010), e recrutamento de plântulas no banco de sementes no solo. (MARQUES et al., 2014).

No interior do estado de São Paulo, especialmente na microrregião de Sorocaba, a leucena é uma das espécies exóticas invasoras mais comuns às margens de estradas e corpos d'água urbanos. Essa presença quase ubíqua da espécie fez com que eu, ao longo do meu crescimento e maturação do interesse por ecologia, atendessem-me às áreas invadidas, especialmente florestas em regeneração natural. Como apresentado na seção 1.2.1, dezenas de outras espécies invasoras também estão presentes; contudo, nenhuma delas destacou-se tanto em relação à expansão populacional quanto a leucena. Vi pastos e plantações abandonados tornarem-se unicamente adensamentos de leucena em períodos surpreendentemente curtos. Por esses motivos, e considerando o contexto intenso e problemático de invasão de leucena no Brasil, eu estruturei as perguntas que foram respondidas ao longo deste trabalho.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação de mestrado buscou abordar, através de uma perspectiva de ecologia de metacomunidades, os efeitos causados por uma espécie exótica invasora, a árvore leucena (*Leucaena leucocephala*), em áreas de regeneração natural de Floresta Estacional Semidecidual (FES), no interior do estado de São Paulo. Nós observamos que tanto dinâmicas locais (comunidades) quanto regionais (metacomunidades) são negativamente afetadas pelo avanço temporal da invasão de leucena. Nessas duas escalas, a riqueza de espécies nativas diminuiu com o aumento da idade de invasão, enquanto a riqueza de outras espécies exóticas invasoras (EEI) aumentou. Houve também uma forte homogeneização na composição de espécies (diversidade- β) entre comunidades em metacomunidades com invasão mais antiga. A diminuição da diversidade- β é o mecanismo que provoca a propagação dos efeitos encontrados em escala local para a escala regional.

Os resultados sugerem que, em florestas regenerantes, os efeitos da invasão por leucena podem ser tão vigorosos que até mesmo a escala regional é afetada. Este tipo de resultado não é muito comum, sendo frequentes a redução ou até inexistência de efeitos de EEI em escalas regionais (POWELL; CHASE; KNIGHT, 2011). Este estudo é importante ao corpo de evidências que reforçam a importância de considerar leucena como uma espécie invasora que causa, de fato, impactos às (meta-)comunidades nativas. Apesar de o estabelecimento da leucena estar associado a áreas degradadas, seus efeitos como espécie invasora não se restringem, aparentemente, apenas às áreas antropizadas ou extremamente degradadas. No nosso cenário de invasão em FES, os maciços de leucena não invadem o sub-bosque da floresta já estruturada. Logo, ainda que restritos às bordas da floresta e à sua respectiva área

em regeneração, foram capazes de afetar negativamente a riqueza e variação na composição de espécies nativas.

Este trabalho teve dois pontos-fortes que merecem destaque. Nós incluímos amostragem de estrato herbáceo, uma prática não muito frequente em estudos envolvendo sistemas dominados por floresta. Praticamente metade do total de espécies amostradas pertence a este estrato. Foi inclusive nesse estrato onde observamos os efeitos locais da invasão de leucena. A não inclusão teria resultado em ausência de efeitos locais observados. Nós reforçamos a importância de considerar o estrato herbáceo em sistemas de florestas, especialmente sob regeneração natural. A replicação de unidades amostrais em escala regional foi o segundo ponto-forte. O imenso esforço amostral para estabelecer 29 réplicas de metacomunidades foi compensado com uma segura e efetiva capacidade explicativa dos modelos para escala regional. Um esforço amostral reduzido teria prejudicado o potencial oferecido pela escala regional em registrar os efeitos da invasão.

Os desafios para conduzir um estudo observacional como este são diversos. A dificuldade em padronizar unidades amostrais é, talvez, o maior deles. No nosso caso, ainda que a leucena tenha ampla distribuição no interior do estado de São Paulo, encontrar unidades amostrais adequadas não é uma atividade corriqueira. Ao todo, 40 metacomunidades foram visitadas, mas 29 foram escolhidas por compartilharem características mais semelhantes. Tivemos que excluir áreas com evidente passagem de fogo recente, áreas com manejo humano (entrada de tratores, por exemplo), e áreas com entrada de gado. Apesar dessas limitações metodológicas, o estudo teve uma boa condução e foi capaz de apresentar resultados importantes.

Esperamos que mais estudos em invasão biológica contemplem escalas regionais. A ecologia de metacomunidades é promissora à Biologia da Invasão, e fornece

ferramentas importantes para abordar dinâmicas espaciais, como dispersão e conectividade, e possibilita condutas eficazes em análises de risco (BROWN; BARNEY, 2021). Recomendamos que estudos futuros acerca de invasões por leucena considerem também outros componentes da invasão, especialmente dinâmicas de propágulos e populações-fonte, que não foram abordadas neste trabalho. O marcante contraponto entre quantidade de propágulos *versus* distância percorrida na dispersão de leucena é intrigante e certamente oferece respostas importantes à implementação de medidas de manejo.

Finalmente, consideramos que este trabalho atingiu seus objetivos propostos e trouxe resultados importantes para entender o presente cenário de invasão de florestas regenerantes por leucena. A lista de espécies registradas será apresentada a alguma base de dados de ocorrência (por exemplo, GBIF) e também abrirá caminhos a um futuro artigo abordando diversidade funcional em (meta-)comunidades invadidas por leucena.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, Peter. The Theory of Limiting Similarity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, [S. l.], v. 14, p. 359–376, 1983. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2096978>.
- AGANGA, A. A.; TSHWENYANE, S. O. Lucerne, Lablab and *Leucaena leucocephala* Forages: Production and Utilization for Livestock Production. **Pakistan Journal of Nutrition**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 46–53, 2003. DOI: 10.3923/pjn.2003.46.53.
- AHMED, Romel; HOQUE, A. T. M. Rafiqui; HOSSAIN, Mohammed Kamal. Allelopathic effects of *Leucaena leucocephala* leaf litter on some forest and agricultural crops grown in nursery. **Journal of Forestry Research**, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 298, 2008. DOI: 10.1007/s11676-008-0053-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11676-008-0053-0>.
- ALCÂNTARA, Elifas Nunes; NÓBREGA, Júlio César Azevedo; FERREIRA, Mozart Martins. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 31, n. 6, p. 1525–1533, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214061029>.
- ALEMÁN-RAMIREZ, J. L.; OKOYE, Patrick U.; TORRES-ARELLANO, S.; MEJÍA-LOPEZ, M.; SEBASTIAN, P. J. A review on bioenergetic applications of *Leucaena leucocephala*. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 182, p. 114847, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114847>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669022003302>.
- ALLEN, Warwick J.; MEYERSON, Laura A.; FLICK, Andrew J.; CRONIN, James T. Intraspecific variation in indirect plant–soil feedbacks influences a wetland plant invasion. **Ecology**, [S. l.], v. 99, n. 6, p. 1430–1440, 2018. DOI: 10.1002/ecy.2344.
- ALPERT, Peter. The advantages and disadvantages of being introduced. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 8, n. 7, p. 1523–1534, 2006. DOI: 10.1007/s10530-005-5844-z.
- ALTIERI, Andrew H.; IRVING, Andrew D. Species coexistence and the superior ability of an invasive species to exploit a facilitation cascade habitat. **PeerJ**, United States, v. 5, p. e2848, 2017. DOI: 10.7717/peerj.2848.
- ANDERSEN, Mark C.; ADAMS, Heather; HOPE, Bruce; POWELL, Mark. Risk assessment for invasive species. **Risk analysis : an official publication of the Society for Risk Analysis**, United States, v. 24, n. 4, p. 787–793, 2004. DOI: 10.1111/j.0272-4332.2004.00478.x.
- ATTIAS, Nina; SIQUEIRA, Marinez Ferreira; BERGALLO, Helena de Godoy. Acácias australianas no Brasil: histórico, formas de uso e potencial de invasão. **Diagnóstico e Controle de Espécies Exóticas Invasoras em Áreas Protegidas**, [S. l.], v. 2, 2013. DOI: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v%25vi%25i.321>.

BAILEY, Sarah A. An overview of thirty years of research on ballast water as a vector for aquatic invasive species to freshwater and marine environments. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 261–268, 2015. DOI: 10.1080/14634988.2015.1027129. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14634988.2015.1027129>.

BAKER, Herbert G. Characteristics and Modes of Origin of Weeds. In: BAKER, Herbert G.; STEBBINS, G. Ledyard (org.). **Genetics of Colonizing Species**. New York: Academic Press, 1965. p. 147–172.

BANKS-LEITE, Cristina; EWERS, Robert M.; METZGER, Jean-Paul. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. **Oikos**, [S. l.], v. 119, n. 6, p. 918–926, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.18061.x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.18061.x>.

BEAURY, Evelyn M.; FINN, John T.; CORBIN, Jeffrey D.; BARR, Valerie; BRADLEY, Bethany A. Biotic resistance to invasion is ubiquitous across ecosystems of the United States. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 476–482, 2020. DOI: 10.1111/ele.13446.

BLACKBURN, Tim M.; PYŠEK, Petr; BACHER, Sven; CARLTON, James T.; DUNCAN, Richard P.; JAROŠÍK, Vojtěch; WILSON, John R. U.; RICHARDSON, David M. A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 26, n. 7, p. 333–339, 2011. DOI: 10.1016/j.tree.2011.03.023.

BLOSSEY, Bernd; NOTZOLD, Rolf. Evolution of Increased Competitive Ability in Invasive Nonindigenous Plants: A Hypothesis. **The Journal of Ecology**, [S. l.], v. 83, n. 5, p. 887, 1995. DOI: 10.2307/2261425.

BLUMENTHAL, Dana M. Interactions between resource availability and enemy release in plant invasion. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 887–895, 2006. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2006.00934.x.

BLUMENTHAL, Dana; MITCHELL, Charles E.; PYŠEK, Petr; JAROŠÍK, Vojtěch. Synergy between pathogen release and resource availability in plant invasion. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S. l.], v. 106, n. 19, p. 7899–7904, 2009. DOI: 10.1073/pnas.0812607106.

BONSALL, M. B.; HASSELL, M. P. Apparent competition structures ecological assemblages. **Nature**, [S. l.], v. 388, n. 6640, p. 371–373, 1997. DOI: 10.1038/41084. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/41084>.

BREWBAKER, James L. Systematics, Self-Incompatibility, Breeding Systems, and Genetic Improvement of *Leucaena* Species. In: LEUCAENA RESEARCH IN THE ASIAN PACIFIC REGION 1983, Ottawa. **Anais [...]**. Ottawa: International Development Research Centre, 1983. p. 17–22.

BRIGHENTI, Alexandre Magno; OLIVEIRA, Maurílio Fernandes. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (org.).

Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1–36.

BROWN, Bryan L.; BARNEY, Jacob N. Rethinking Biological Invasions as a Metacommunity Problem. **Frontiers in Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 8, n.

January, p. 1–23, 2021. DOI: 10.3389/fevo.2020.584701. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2020.584701/full>.

BUISSON, Elise et al. Resilience and restoration of tropical and subtropical grasslands, savannas, and grassy woodlands. **Biological Reviews**, [S. l.], v. 94, n.

2, p. 590–609, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12470>. Disponível em:

<https://doi.org/10.1111/brv.12470>.

CABI. **Leucaena leucocephala**. 2019. Disponível em: www.cabi.org/isc. Acesso em: 5 fev. 2022.

CACABELOS, Eva; GESTOSO, Ignacio; RAMALHOSA, Patrício; CANNING-CLODE, João. Role of non-indigenous species in structuring benthic communities after

fragmentation events: an experimental approach. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 24,

n. 7, p. 2181–2199, 2022. DOI: 10.1007/s10530-022-02768-9. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s10530-022-02768-9>.

CALABONI, Adriane; TAMBOSI, Leandro R.; IGARI, Alexandre T.; FARINACI,

Juliana S.; METZGER, Jean Paul; URIARTE, Maria. The forest transition in São

Paulo, Brazil: Historical patterns and potential drivers. **Ecology and Society**, [S. l.],

v. 23, n. 4, 2018. DOI: 10.5751/ES-10270-230407.

CALLAWAY, Ragan M.; RIDENOUR, Wendy M. Novel weapons: Invasive success and the evolution of increased competitive ability. **Frontiers in Ecology and the**

Environment, [S. l.], v. 2, n. 8, p. 436–443, 2004. DOI: 10.1890/1540-

9295(2004)002[0436:NWISAT]2.0.CO;2.

CAMPBELL, Shane; VOGLER, Wayne; BRAZIER, Dannielle; VITELLI, Joseph;

BROOKS, Simon. Weed leucaena and its significance, implications and control.

Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 280–289, 2019. DOI:

10.17138/TGFT(7)280-289.

CAMPINAS. **Campinas leva experiência de combate a espécies exóticas a**

Piracicaba. 2019. Disponível em: [http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-](http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=36974)

[integra.php?id=36974](http://www.campinas.sp.gov.br/noticias-integra.php?id=36974). Acesso em: 10 maio. 2020.

CARRINGTON, Christine V. F.; FOSTER, Jerome E.; PYBUS, Oliver G.; BENNETT,

Shannon N.; HOLMES, Edward C. Invasion and Maintenance of Dengue Virus Type

2 and Type 4 in the Americas. **Journal of Virology**, [S. l.], v. 79, n. 23, p. 14680–

14687, 2005. DOI: 10.1128/JVI.79.23.14680-14687.2005. Disponível em:

<https://doi.org/10.1128/JVI.79.23.14680-14687.2005>.

CASSEY, Phillip; DELEAN, Steven; LOCKWOOD, Julie L.; SADOWSKI, Jason S.;

BLACKBURN, Tim M. Dissecting the null model for biological invasions: A meta-analysis of the propagule pressure effect. **PLoS Biology**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 1–15, 2018. DOI: 10.1371/journal.pbio.2005987.

CATFORD, Jane A.; JANSSON, Roland; NILSSON, Christer. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. **Diversity and Distributions**, [S. l.], v. 15, p. 22–40, 2009. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2008.00521.x.

CAVIERES, Lohengrin A. Facilitation and the invasibility of plant communities. **Journal of Ecology**, [S. l.], v. 109, n. 5, p. 2019–2028, 2021. DOI: 10.1111/1365-2745.13627.

CHASE, Jonathan M.; JELIAZKOV, Alienor; LADOUCEUR, Emma; VIANA, Duarte S. Biodiversity conservation through the lens of metacommunity ecology. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [S. l.], v. 1469, n. 1, p. 86–104, 2020. DOI: 10.1111/nyas.14378.

CHEN, Duo; VAN KLEUNEN, Mark. Invasional meltdown mediated by plant–soil feedbacks may depend on community diversity. **New Phytologist**, [S. l.], v. 235, n. 4, p. 1589–1598, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.18218>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nph.18218>.

COLAUTTI, Robert I.; GRIGOROVICH, Igor A.; MACISAAC, Hugh J. Propagule pressure: A null model for biological invasions. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 1023–1037, 2006. DOI: 10.1007/s10530-005-3735-y.

COLAUTTI, Robert I.; MACISAAC, Hugh I. A neutral terminology to define “invasive” species. **Diversity and Distributions**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 135–141, 2004. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2004.00061.x.

COLAUTTI, Robert I.; RICCIARDI, Anthony; GRIGOROVICH, Igor A.; MACISAAC, Hugh J. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? **Ecology Letters**, [S. l.], v. 7, n. 8, p. 721–733, 2004. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00616.x.

COLÓN, Sandra Molina; LUGO, Ariel E. Recovery of a subtropical dry forest after abandonment of different land uses. **Biotropica**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 354–364, 2006. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2006.00159.x.

COSTA, J. N. M. N.; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): Invasora ou Ruderal? **Revista Árvore**, [S. l.], v. 34, n. 5, p. 825–833, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500008>.

CROWL, Todd A.; CRIST, Thomas O.; PARMENTER, Robert R.; BELOVSKY, Gary; LUGO, Ariel E. The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 238–246, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1890/070151>. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/070151>.

D'ANTONIO, Carla M.; HUGHES, R. F.; TUNISON, J. T. Long-term impacts of invasive grasses and subsequent fire in seasonally dry Hawaiian woodlands.

Ecological Applications, [S. l.], v. 21, n. 5, p. 1617–1628, 2011. DOI:

<https://doi.org/10.1890/10-0638.1>. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/10-0638.1>.

DAMAS-MOREIRA, Isabel; RILEY, Julia L.; CARRETERO, Miguel A.; HARRIS, D. James; WHITING, Martin J. Getting ahead: exploitative competition by an invasive lizard. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, [S. l.], v. 74, n. 10, p. 117, 2020.

DOI: 10.1007/s00265-020-02893-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00265-020-02893-2>.

DARWIN, Charles. **On the origin of species by means of natural selection, or preservation of favoured races in the struggle for life**. [s.l.] : London : John Murray, 1859, 1859. Disponível em:

<https://search.library.wisc.edu/catalog/9934839413602122>.

DE JONG, Gabriel L.; FOWLER, Norma L. Duration of propagule pressure affects non-native plant species abundances. **American Journal of Botany**, [S. l.], v. 105, n. 2, p. 197–206, 2018. DOI: 10.1002/ajb2.1026.

DE LIMA, Renato A. F.; OLIVEIRA, Alexandre A.; PITTA, Gregory R.; DE GASPER, André L.; VIBRANS, Alexander C.; CHAVE, Jérôme; TER STEEGE, Hans; PRADO, Paulo I. The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. **Nature Communications**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 6347, 2020. DOI:

10.1038/s41467-020-20217-w. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20217-w>.

DE MELO-SILVA, C.; PERES, M. P.; NETO, J. N. M.; GONÇALVES, B. B.; LEAL, I. A. B. Biologia reprodutiva de *L. leucocephala* (Lam.) R. de Wit (Fabaceae: Mimosoideae): sucesso de uma espécie invasora. **Neotropical Biology and Conservation**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 91–97, 2014. DOI: 10.4013/nbc.2014.92.03.

DECHOUM, M. S.; CASTELLANI, T. T.; ZALBA, S. M.; REJMANÉK, M.; PERONI, N.; TAMASHIRO, J. Y. Community structure, succession and invasibility in a seasonal deciduous forest in southern Brazil. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 17, n. 6, p. 1697–1712, 2015. DOI: 10.1007/s10530-014-0827-6.

DERIVERA, Catherine E.; RUIZ, Gregory M.; HINES, Anson H.; JIVOFF, Paul. Biotic resistance to invasion: native predator limits abundance and distribution of an introduced crab. **Ecology**, [S. l.], v. 86, n. 12, p. 3364–3376, 2005. DOI:

<https://doi.org/10.1890/05-0479>. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/05-0479>.

DÍAZ, Sandra et al. Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. **Science**, [S. l.], v. 366, n. 6471, p. eaax3100, 2019.

DOI: 10.1126/science.aax3100. Disponível em:

<https://doi.org/10.1126/science.aax3100>.

DILLON, Whalen W.; MEENTEMEYER, Ross K. Direct and indirect effects of forest

microclimate on pathogen spillover. **Ecology**, [S. l.], v. 100, n. 5, p. 0–1, 2019. DOI: 10.1002/ecy.2686.

DUNN, Alison M. et al. Indirect effects of parasites in invasions. **Functional Ecology**, [S. l.], v. 26, n. 6, p. 1262–1274, 2012. DOI: 10.1111/j.1365-2435.2012.02041.x.

DUNN, Alison M.; HATCHER, Melanie J. Parasites and biological invasions: parallels, interactions, and control. **Trends in Parasitology**, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 189–199, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.12.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471492214002062>.

EHRENFELD, Joan G. Exotic invasive species in urban wetlands: environmental correlates and implications for wetland management. **Journal of Applied Ecology**, [S. l.], v. 45, n. 4, p. 1160–1169, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01476.x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01476.x>.

EL-BAROUGY, R. F.; ELGAMAL, I.; ROHR, R. P.; PROBERT, A. F.; KHEDR, A. A.; BACHER, S. Functional similarity and dissimilarity facilitate alien plant invasiveness along biotic and abiotic gradients in an arid protected area. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 22, p. 1997–2016, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02235-3>.

ELTON, Charles S. **The Ecology of Invasions by Animals and Plants**. 1. ed. New York: Springer New York, 1958. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7214-9>.

EMERY, Sarah M. Limiting similarity between invaders and dominant species in herbaceous plant communities? **Journal of Ecology**, [S. l.], v. 95, n. 5, p. 1027–1035, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01274.x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01274.x>.

ESSL, Franz et al. Drivers of the relative richness of naturalized and invasive plant species on Earth. **AoB PLANTS**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. 1–13, 2019. DOI: 10.1093/aobpla/plz051.

FATH, Brian D. Network mutualism: Positive community-level relations in ecosystems. **Ecological Modelling**, [S. l.], v. 208, n. 1, p. 56–67, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.04.021>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380007002529>.

FENICHEL, Eli P.; RICHARDS, Timothy J.; SHANAFELT, David W. The Control of Invasive Species on Private Property with Neighbor-to-Neighbor Spillovers. **Environmental and Resource Economics**, [S. l.], v. 59, n. 2, p. 231–255, 2014. DOI: 10.1007/s10640-013-9726-z. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10640-013-9726-z>.

FIRMINO, Taysi Pereira; DE SOUZA, Luiz Antonio; BARBEIRO, Caroline; MARCÍLIO, Thais; ROMAGNOLO, Mariza Barion; PASTORINI, Lindamir Hernandez. Influence of the light on the morphophysiological responses of native trees species of the semidecidual stational forest. **Brazilian Journal of Botany**, [S. l.], v. 44, n. 4, p.

963–976, 2021. DOI: 10.1007/s40415-021-00754-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40415-021-00754-4>.

FOXCROFT, Llewellyn C.; PICKETT, Steward T. A.; CADENASSO, Mary L. Expanding the conceptual frameworks of plant invasion ecology. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 89–100, 2011. DOI: 10.1016/j.ppees.2011.03.004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2011.03.004>.

FRIDLEY, J. D.; STACHOWICZ, J. J.; NAEEM, S.; SAX, D. F.; SEABLOOM, E. W.; SMITH, M. D.; STOHLGREN, T. J.; TILMAN, D.; HOLLE, B. V. The invasion paradox: Reconciling pattern and process in species invasions. **Ecology**, [S. l.], v. 88, n. 1, p. 3–17, 2007. DOI: 10.1890/0012-9658(2007)88[3:TIPRPA]2.0.CO;2.

FRIDLEY, Jason D.; BELLINGHAM, Peter J.; CLOSSET-KOPP, Déborah; DAEHLER, Curtis C.; DECHOUM, Michele S.; MARTIN, Patrick H.; MURPHY, Helen T.; ROJAS-SANDOVAL, Julissa; TNG, David. A general hypothesis of forest invasions by woody plants based on whole-plant carbon economics. **Journal of Ecology**, [S. l.], v. 111, n. 1, p. 4–22, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14001>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14001>.

FRITSCHIE, Keith J.; CARDINALE, Bradley J.; ALEXANDROU, Markos A.; OAKLEY, Todd H. Evolutionary history and the strength of species interactions: testing the phylogenetic limiting similarity hypothesis. **Ecology**, [S. l.], v. 95, n. 5, p. 1407–1417, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1890/13-0986.1>. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/13-0986.1>.

GALLAGHER, R. V.; RANDALL, R. P.; LEISHMAN, M. R. Trait differences between naturalized and invasive plant species independent of residence time and phylogeny. **Conservation Biology**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 360–369, 2015. DOI: 10.1111/cobi.12399.

GARDENER, Mark R.; ATKINSON, Rachel; RENTERÍA, Jorge Luis. Eradications and people: Lessons from the plant eradication program in Galapagos. **Restoration Ecology**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 20–29, 2010. DOI: 10.1111/j.1526-100X.2009.00614.x.

GAZZIERO, Dionísio Luiz Pisa; LOLLATO, Romulo Pisa; BRIGHENTI, Alexandre Magno; PITELLI, Robinson Antonio; VOLL, Elemar. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1019323/manual-de-identificacao-de-plantas-daninhas-da-cultura-da-soja>.

GBIF, Backbone Taxonomy. ***Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in GBIF Secretariat**. 2022. DOI: <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed.

GIBSON, Luke; LYNAM, Antony J.; BRADSHAW, Corey J. A.; HE, Fangliang; BICKFORD, David P.; WOODRUFF, David S.; BUMRUNGSRI, Sara; LAURANCE,

William F. Near-complete extinction of native small mammal fauna 25 years after forest fragmentation. **Science**, [S. l.], v. 341, n. 6153, p. 1508–1510, 2013. DOI: 10.1126/science.1240495.

GISD. **Species profile *Leucaena leucocephala***. 2015. Disponível em: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=23>. Acesso em: 5 jun. 2020.

GOEDKNEGT, M. Anouk et al. Spillover but no spillback of two invasive parasitic copepods from invasive Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) to native bivalve hosts. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 365–379, 2017. DOI: 10.1007/s10530-016-1285-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1285-0>.

GRUNTMAN, M.; SEGEV, U.; GLAUSER, G.; TIELBÖRGER, K. Evolution of plant defences along an invasion chronosequence : defence is lost due to enemy release – but not forever. **Journal of Ecology**, [S. l.], v. 105, p. 255–264, 2017. DOI: 10.1111/1365-2745.12660.

GRUTTERS, Bart M. C.; ROIJENDIJK, Yvonne O. A.; VERBERK, Wilco C. E. P.; BAKKER, Elisabeth S. Plant traits and plant biogeography control the biotic resistance provided by generalist herbivores. **Functional Ecology**, [S. l.], v. 31, n. 6, p. 1184–1192, 2017. DOI: 10.1111/1365-2435.12835.

HANLEY, Nick; ROBERTS, Michaela. The economic benefits of invasive species management. **People and Nature**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 124–137, 2019. DOI: 10.1002/pan3.31.

HATA, K.; SUZUKI, J. I.; KACHI, N. Fine-scale spatial distribution of seedling establishment of the invasive plant, *Leucaena leucocephala*, on an oceanic island after feral goat extermination. **Weed Research**, [S. l.], v. 50, n. 5, p. 472–480, 2010. DOI: 10.1111/j.1365-3180.2010.00795.x.

HELMREICH, Stefan. How scientists think; about ‘natives’, for example. A problem of taxonomy among biologists of alien species in Hawaii. **Journal of the Royal Anthropological Institute**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 107–128, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2005.00228.x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2005.00228.x>.

HESS, Manon C. M.; BUISSON, Elise; JAUNATRE, Renaud; MESLÉARD, François. Using limiting similarity to enhance invasion resistance: Theoretical and practical concerns. **Journal of Applied Ecology**, [S. l.], v. 57, n. 3, p. 559–565, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13552>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13552>.

HIERRO, José L.; MARON, John L.; CALLAWAY, Ragan M. A biogeographical approach to plant invasions: The importance of studying exotics in their introduced and native range. **Journal of Ecology**, [S. l.], v. 93, n. 1, p. 5–15, 2005. DOI: 10.1111/j.0022-0477.2004.00953.x.

HOFFMANN, Benjamin D.; BROADHURST, Linda M. The economic cost of

managing invasive species in Australia. **NeoBiota**, [S. l.], v. 31, p. 1–18, 2016. DOI: 10.3897/neobiota.31.6960.

HOFFMEISTER, Thomas S.; VET, Louise E. M.; BIERE, Arjen; HOLSINGER, Kent; FILSER, Juliane. Ecological and evolutionary consequences of biological invasion and habitat fragmentation. **Ecosystems**, [S. l.], v. 8, n. 6, p. 657–667, 2005. DOI: 10.1007/s10021-003-0138-8.

HOLT, Robert D.; BONSALL, Michael B. Apparent Competition. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, [S. l.], v. 48, n. 1, p. 447–471, 2017. DOI: 10.1146/annurev-ecolsys-110316-022628. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022628>.

HOWETH, J. G. Native species dispersal reduces community invasibility by increasing species richness and biotic resistance. **Journal of Animal Ecology**, [S. l.], v. 86, n. 6, p. 1380–1393, 2017. DOI: 10.1111/1365-2656.12733.

HUBBELL, Stephen P. Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. **Functional Ecology**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 166–172, 2005. DOI: 10.1111/j.0269-8463.2005.00965.x.

HUGHES, Kevin A. et al. Invasive non-native species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the Antarctic Peninsula region. **Global Change Biology**, [S. l.], v. 26, n. 4, p. 2702–2716, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.14938>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.14938>.

HUI, Cang; RICHARDSON, David M.; LANDI, Pietro; MINOARIVELO, Henintsoa O.; GARNAS, Jeff; ROY, Helen E. Defining invasiveness and invasibility in ecological networks. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 971–983, 2016. DOI: 10.1007/s10530-016-1076-7.

HULME, Philip E. Trade, transport and trouble: Managing invasive species pathways in an era of globalization. **Journal of Applied Ecology**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. 10–18, 2009. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x.

HULME, Philip E. Invasive species challenge the global response to emerging diseases. **Trends in Parasitology**, [S. l.], v. 30, n. 6, p. 267–270, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.03.005>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471492214000543>.

HULME, Philip E. One Biosecurity: A unified concept to integrate human, animal, plant, and environmental health. **Emerging Topics in Life Sciences**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 539–549, 2021. DOI: 10.1042/ETLS20200067.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2nd. ed. [s.l.] : IBGE, 2012. v. 1 Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/pec/GCI/PORT/readout/readout.asp>.

IF, Instituto Florestal. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo - Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa**. São Paulo. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2020/08/mapeamento-da-vegetacao-nativa-do-estado-de-sao-paulo-inventario-florestal-2020.pdf>.

ISSG. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. In: (Invasive Species Specialist Group ISSG, Org.) 51ST MEETING OF THE IUCN COUNCIL, GLAND SWITZERLAND, FEBRUARY, 2000 2000, Gland Switzerland. **Anais** [...]. Gland Switzerland: IUCN, 2000. p. 25.

JACOBSON, Sarah. Temporal spillovers in land conservation. **Journal of Economic Behavior & Organization**, [S. l.], v. 107, p. 366–379, 2014. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jebo.2014.04.013>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167268114001188>.

JBRJ, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Flora e Funga do Brasil**. 2023.

Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 30 mar. 2023.

JOSHI, J.; VRIELING, K. The enemy release and EICA hypothesis revisited:

Incorporating the fundamental difference between specialist and generalist

herbivores. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 8, n. 7, p. 704–714, 2005. DOI:

10.1111/j.1461-0248.2005.00769.x.

KADING, Rebekah C.; GOLNAR, Andrew J.; HAMER, Sarah A.; HAMER, Gabriel L.

Advanced surveillance and preparedness to meet a new era of invasive vectors and emerging vector-borne diseases. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, [S. l.], v. 12,

n. 10, p. e0006761, 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006761>.

KANG, B. T.; WILSON, G. F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize (*Zea mays* L.) and

leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam) in southern Nigeria. **Plant and Soil**, [S. l.],

v. 63, n. 2, p. 165–179, 1981. DOI: 10.1007/BF02374595. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/BF02374595>.

KANNAN, Ramesh; SHACKLETON, Charlie M.; UMA SHAANKER, R.

Reconstructing the history of introduction and spread of the invasive species,

Lantana, at three spatial scales in India. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 15, n. 6, p.

1287–1302, 2013. DOI: 10.1007/s10530-012-0365-z. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s10530-012-0365-z>.

KATO-NOGUCHI, Hisashi; KURNIADIE, Denny. Allelopathy and Allelochemicals of

Leucaena leucocephala as an Invasive Plant Species. **Plants**, [S. l.], v. 11, n. 19, p.

1–15, 2022. DOI: 10.3390/plants11192551.

KEANE, Ryan M.; CRAWLEY, Michael J. Exotic plant invasions and the enemy

release hypothesis. **Trends in Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 164–

170, 2002. DOI: 10.1016/S0169-5347(02)02499-0.

KIMBRO, David L.; GROSHOLZ, Edwin D.; BAUKUS, Adam J.; NESBITT, Nicholas

J.; TRAVIS, Nicole M.; ATTOE, Sarikka; COLEMAN-HULBERT, Caitlin. Invasive

species cause large-scale loss of native California oyster habitat by disrupting trophic

cascades. **Oecologia**, [S. l.], v. 160, n. 3, p. 563–575, 2009. DOI: 10.1007/s00442-009-1322-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1322-0>.

KING, G. E.; HOWETH, J. G. Propagule pressure and native community connectivity interact to influence invasion success in metacommunities. **Oikos**, [S. l.], v. 128, n. 11, p. 1549–1564, 2019. DOI: 10.1111/oik.06354.

KUSCHNIG, Nikolas; CUARESMA, Jesús Crespo; KRISZTIN, Tamás; GILJUM, Stefan. Spatial spillover effects from agriculture drive deforestation in Mato Grosso, Brazil. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 1–9, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-00861-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00861-y>.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9781107415324A009%5Cnhttp://aac.asm.org/cgi/doi/10.1128/AAC.03728-14%5Cnhttp://arxiv.org/abs/1011.1669%5Cnhttp://dx.doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>.

LEMBRECHTS, Jonas J.; LENOIR, Jonathan; NUÑEZ, Martin A.; PAUCHARD, Aníbal; GERON, Charly; BUSSÉ, Gilles; MILBAU, Ann; NIJS, Ivan. Microclimate variability in alpine ecosystems as stepping stones for non-native plant establishment above their current elevational limit. **Ecography**, [S. l.], v. 41, n. 6, p. 900–909, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/ecog.03263>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecog.03263>.

LEVIN, Donald A. Ecological Speciation: Lessons from Invasive Species. **Systematic Botany**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 643–650, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1043/02-70.1>.

LEVINE, Jonathan M.; ADLER, Peter B.; YELENIK, Stephanie G. A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 7, n. 10, p. 975–989, 2004. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00657.x.

LIMA, Natácia Evangelista De; CARVALHO, Alexandre Assis; LIMA-RIBEIRO, Matheus Souza; MANFRIN, Maura Helena. Caracterização e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. **Rodriguésia**, [S. l.], v. 69, n. 4, p. 2209–2222, 2018. DOI: 10.1590/2175-7860201869445.

LINDERS, Theo E. W. et al. The impact of invasive species on social-ecological systems: Relating supply and use of selected provisioning ecosystem services. **Ecosystem Services**, [S. l.], v. 41, p. 101055, 2020. DOI: 10.1016/j.ecoser.2019.101055. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101055>.

LIU, Hong; STILING, Peter. Testing the enemy release hypothesis: A review and meta-analysis. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 8, n. 7, p. 1535–1545, 2006. DOI: 10.1007/s10530-005-5845-y.

- LOCKWOOD, Julie L.; CASSEY, Phillip; BLACKBURN, Tim. The role of propagule pressure in explaining species invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 20, n. 5, p. 223–228, 2005. DOI: 10.1016/j.tree.2005.02.004.
- LONSDALE, W. M. Global Patterns of Plant Invasions and the Concept of Invasibility. **Ecology**, [S. l.], v. 80, n. 5, p. 1522–1536, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[1522:GPOPIA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[1522:GPOPIA]2.0.CO;2). Disponível em: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[1522:GPOPIA\]2.0.CO](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[1522:GPOPIA]2.0.CO).
- LOPEZ, Zoie C.; FRIESEN, Maren L.; VON WETTBERG, Eric; NEW, Leslie; PORTER, Stephanie. Microbial mutualist distribution limits spread of the invasive legume *Medicago polymorpha*. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 843–856, 2021. DOI: 10.1007/s10530-020-02404-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02404-4>.
- LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, Ricardo; CASTRO, Márcia G.; BRAKS, Marieta A. H.; LOUNIBOS, L. Philip. The invasion of urban forest by dengue vectors in Rio de Janeiro. **Journal of vector ecology : journal of the Society for Vector Ecology**, United States, v. 29, n. 1, p. 94–100, 2004.
- LOVELL, Sabrina J.; STONE, Susan F.; FERNANDEZ, Linda. The economic impacts of aquatic invasive species: A review of the literature. **Agricultural and Resource Economics Review**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 195–208, 2006. DOI: 10.1017/S1068280500010157.
- LU, Xinmin; DING, Jianqing. History of exposure to herbivores increases the compensatory ability of an invasive plant. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 649–658, 2012. DOI: 10.1007/s10530-011-0106-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10530-011-0106-8>.
- MACARTHUR, Robert. Species Packing and Competitive Equilibrium for Many Species. **Theoretical Population Biology**, [S. l.], v. 11, p. 1–11, 1970. DOI: [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(70\)90039-0](https://doi.org/10.1016/0040-5809(70)90039-0).
- MACARTHUR, Robert H.; WILSON, Edward O. **The theory of island biogeography**. Princeton, N.J: Princeton University Press, 1967.
- MACARTHUR, Robert; LEVINS, Richard. The Limiting Similarity, Convergence, and Divergence of Coexisting Species. **The American Naturalist**, [S. l.], v. 101, n. 921, p. 377–385, 1967. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2459090>.
- MACHADO, M. T. S. **A espécie *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. no Parque Nacional de Brasília, DF: implicações ambientais de uma espécie exótica invasora**. 2018. Universidade de Brasília, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/32877>.
- MACK, R. N. Phylogenetic Constraint, Absent Life Forms, and Preadapted Alien Plants : A Prescription for Biological Invasions. **International Journal of Plant Science**, [S. l.], v. 164, n. May 2003, p. 185–196, 2003. DOI:

<https://doi.org/10.1086/368399>.

MANGLA, Seema; INDERJIT; CALLAWAY, Ragan M. Exotic invasive plant accumulates native soil pathogens which inhibit native plants. **Journal of Ecology**, [S. l.], v. 96, n. 1, p. 58–67, 2008. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2007.01312.x.

MARCHIORI, José Newton Cardoso. **Dendrologia das Angiospermas - Leguminosas**. 2nd. ed. Santa Maria: UFSM, 2007.

MARLER, Marilyn J.; ZABINSKI, Catherine A.; CALLAWAY, Ragan M. Mycorrhizae Indirectly Enhance Competitive Effects of an Invasive Forb on a Native Bunchgrass. **Ecology**, [S. l.], v. 80, n. 4, p. 1180–1186, 1999. DOI: 10.2307/177065. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/177065>.

MARQUES, A. R.; COSTA, C. F.; ATMAN, A. P. F.; GARCIA, Q. S. Germination characteristics and seedbank of the alien species *Leucaena leucocephala* (Fabaceae) in Brazilian forest: ecological implications. **Weed Research**, [S. l.], v. 54, n. 6, p. 576–583, 2014. DOI: 10.1111/wre.12107. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/wre.12107>.

MATOS, Fernando José Abreu. **Plantas Tóxicas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011.

MCNEELY, Jeffrey A. **The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species**. Gland, Switzerland and Cambridge: IUCN, 2001. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/7850>.

MEIJER, Kim; SCHILTHUIZEN, Menno; BEUKEBOOM, Leo; SMIT, Christian. A review and meta-analysis of the enemy release hypothesis in plant-herbivorous insect systems. **PeerJ**, [S. l.], v. 2016, n. 12, p. 1–15, 2016. DOI: 10.7717/peerj.2778.

MIATTO, Raquel C.; WRIGHT, Ian J.; BATALHA, Marco A. Relationships between soil nutrient status and nutrient-related leaf traits in Brazilian cerrado and seasonal forest communities. **Plant and Soil**, [S. l.], v. 404, n. 1, p. 13–33, 2016. DOI: 10.1007/s11104-016-2796-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-016-2796-2>.

MITCHELL, Charles E. et al. Biotic interactions and plant invasions. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 726–740, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00908.x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00908.x>.

MOLES, Angela T.; DALRYMPLE, Rhiannon L.; RAGHU, S.; BONSER, Stephen P.; OLLERTON, Jeff. Advancing the missed mutualist hypothesis, the under-appreciated twin of the enemy release hypothesis. **Biology Letters**, [S. l.], v. 18, n. 10, 2022. DOI: 10.1098/rsbl.2022.0220.

MONTESINOS, Daniel. Fast invasives fastly become faster: Invasive plants align largely with the fast side of the plant economics spectrum. **Journal of Ecology**, [S. l.], v. 2022, n. 1, p. 1–15, 2022. DOI: 10.1111/1365-2745.14111.

l.], v. 110, n. 5, p. 1010–1014, 2022. DOI: 10.1111/1365-2745.13616.

MOYANO, J.; RODRIGUEZ-CABAL, M. A.; NUÑEZ, M. A. Highly invasive tree species are more dependent on mutualisms. **Ecology**, [*S. l.*], v. 101, n. 5, 2020. DOI: 10.1002/ecy.2997.

MOYANO, Jaime; CHIUFFO, Mariana C.; POLICELLI, Nahuel; NUÑEZ, Martin A.; RODRIGUEZ-CABAL, Mariano A. The interplay between propagule pressure, seed predation and ectomycorrhizal fungi in plant invasion. **NeoBiota**, [*S. l.*], v. 42, p. 45–58, 2019. DOI: 10.3897/neobiota.42.30978.

MOYANO, Jaime; RODRIGUEZ-CABAL, Mariano A.; NUÑEZ, Martin A. Invasive trees rely more on mycorrhizas, countering the ideal-weed hypothesis. **Ecology**, [*S. l.*], v. 102, n. 5, p. 1–8, 2021. DOI: 10.1002/ecy.3330.

NIIMI, Arthur J. Environmental and Economic Factors Can Increase the Risk of Exotic Species Introductions to the Arctic Region Through Increased Ballast Water Discharge. **Environmental Management**, [*S. l.*], v. 33, n. 5, p. 712–718, 2004. DOI: 10.1007/s00267-004-3072-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00267-004-3072-4>.

NORTHFIELD, Tobin D.; LAURANCE, Susan G. W.; MAYFIELD, Margaret M.; PAINI, Dean R.; SNYDER, William E.; STOUFFER, Daniel B.; WRIGHT, Jeffrey T.; LACH, Lori. Native turncoats and indirect facilitation of species invasions. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, [*S. l.*], v. 285, n. 1871, 2018. DOI: 10.1098/rspb.2017.1936.

OGDEN, Nick H. et al. Emerging infectious diseases and biological invasions: A call for a One Health collaboration in science and management. **Royal Society Open Science**, [*S. l.*], v. 6, n. 3, 2019. DOI: 10.1098/rsos.181577.

OLIVEIRA-FILHO, Ary T.; FONTES, Marco Aurelio L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, [*S. l.*], v. 32, n. 4b, p. 793–810, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x>.

OLIVEIRA-FILHO, Ary T.; JARENKOW, João André; RODAL, Maria Jesus Nogueira. Floristic Relationships of Seasonally Dry Forests of Eastern South America Based on Tree Species Distribution Patterns. **Neotropical Savannas and Dry Forests: Diversity, Biogeography, and Conservation**, [*S. l.*], p. 159–192, 2006. DOI: 10.1201/9781420004496.ch7.

OLSON, Lars J. The economics of terrestrial invasive species: A review of the literature. **Agricultural and Resource Economics Review**, [*S. l.*], v. 35, n. 1, p. 178–194, 2006. DOI: 10.1017/S1068280500010145.

OSAWA, T.; HATA, K.; KACHI, N. Eradication of feral goats enhances expansion of the invasive shrub *Leucaena leucocephala* on Nakoudo-jima, an oceanic island. **Weed Research**, [*S. l.*], v. 56, n. 2, p. 168–178, 2016. DOI: 10.1111/wre.12198.

PARKER, John D.; HAY, Mark E. Biotic resistance to plant invasions? Native herbivores prefer non-native plants. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 8, n. 9, p. 959–967, 2005. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2005.00799.x.

PEJCHAR, Liba; MOONEY, Harold A. Invasive species, ecosystem services and human well-being. **Trends in ecology & evolution**, England, v. 24, n. 9, p. 497–504, 2009. DOI: 10.1016/j.tree.2009.03.016.

PENG, Sili; CHEN, Anqiang; FANG, Haidong; WU, Junliang; LIU, Gangcai. Effects of vegetation restoration types on soil quality in Yuanmou dry-hot valley, China. **Soil Science and Plant Nutrition**, [S. l.], v. 59, n. 3, p. 347–360, 2013. DOI: 10.1080/00380768.2013.785918. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00380768.2013.785918>.

PENNINGTON, R. Toby; PRADO, Darién E.; PENDRY, Colin A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 261–273, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x>.

PEREIRA, L. A.; CAMPOS, V. E. W.; GESTICH, C. C.; RIBEIRO, M. C.; CULOT, L. Erosion of primate functional diversity in small and isolated forest patches within movement-resistant landscapes. **Animal Conservation**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 782–795, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/acv.12784>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/acv.12784>.

PEREIRA, Polyana Faria; SCARDUA, Fernando Paiva. Espaços territoriais especialmente protegidos: conceito e implicações jurídicas. **Ambiente & Sociedade**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 81–97, 2008. DOI: 10.1590/s1414-753x2008000100007.

PERKINS, Lora B.; LEGER, Elizabeth A.; NOWAK, Robert S. Invasion triangle: An organizational framework for species invasion. **Ecology and Evolution**, [S. l.], v. 1, n. 4, p. 610–625, 2011. DOI: 10.1002/ece3.47.

PIER. **Leucaena leucocephala**. 2017. Disponível em: http://www.hear.org/pier/citing_pier.htm. Acesso em: 24 abr. 2023.

PIMENTEL, David. Invasive Plants: Their Role in Species Extinctions and Economic Losses to Agriculture in the USA. In: INDERJIT (org.). **Management of Invasive Weeds**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 1–7. DOI: 10.1007/978-1-4020-9202-2_1. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9202-2_1.

PIMENTEL, David; ZUNIGA, Rodolfo; MORRISON, Doug. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological Economics**, [S. l.], v. 52, n. 3 SPEC. ISS., p. 273–288, 2005. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2004.10.002.

PIVELLO, Vânia Regina; VIEIRA, Marcus Vinicius; GROMBONE-GUARATINI, Maria Tereza; MATOS, Dalva Maria Silva. Thinking about super-dominant populations of

native species – Examples from Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 74–82, 2018. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.04.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.04.001>.

POLANCZYK, Ricardo Antonio; PRATISSOLI, Dirceu; RODRIGUES VIANNA, Ulysses; GONÇALVES DOS SANTOS OLIVEIRA, Regina; SANTOS ANDRADE, Gilberto. Interação entre inimigos naturais: Trichogramma e Bacillus thuringiensis no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. 233–239, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026569001>.

PORTO, Mina Ribeiro. **Intoxicação natural e experimental por Leucaena leucocephala em equinos**. 2016. Universidade de Brasília, [S. l.], 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.26512/2016.11.T.22955>. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/22955>.

PRASAD, J. V. N. S.; KORWAR, G. R.; RAO, K. V.; MANDAL, U. K.; G.R.RAO; SRINIVAS, I.; VENKATESWARLU, B.; RAO, S. N.; KULKARNI, H. D. Optimum stand density of *Leucaena leucocephala* for wood production in Andhra Pradesh, Southern India. **Biomass and Bioenergy**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 227–235, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953410002692>.

PRICE, Jodi N.; PÄRTEL, Meelis. Can limiting similarity increase invasion resistance? A meta-analysis of experimental studies. **Oikos**, [S. l.], v. 122, n. 5, p. 649–656, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.00121.x>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.00121.x>.

PYŠEK, Petr; HULME, Philip E. Spatio-temporal dynamics of plant invasions: Linking pattern to process. **Ecoscience**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 302–315, 2005. DOI: 10.2980/i1195-6860-12-3-302.1.

PYŠEK, Petr; RICHARDSON, David M. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. **Progress in Physical Geography**, [S. l.], v. 30, p. 409–431, 2006. DOI: 10.1191/0309133306pp490pr.

PYŠEK, Petr; RICHARDSON, David M. Invasive species, environmental change and management, and health. **Annual Review of Environment and Resources**, [S. l.], v. 35, p. 25–55, 2010. DOI: 10.1146/annurev-environ-033009-095548.

REJMANEK, M.; RICHARDSON, D. M. What Attributes Make Some Plant Species More Invasive? **Ecology**, [S. l.], v. 77, n. 6, p. 1655–1661, 1996. DOI: 10.2307/2265768. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2265768>.

RENAULT, D. et al. Advancing biological invasion hypothesis testing using functional diversity indices. **Science of the Total Environment**, [S. l.], v. 834, 2022. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155102.

REO, Nicholas J.; OGDEN, Laura A. Anishnaabe Aki: an indigenous perspective on

the global threat of invasive species. **Sustainability Science**, [S. l.], v. 13, n. 5, p. 1443–1452, 2018. DOI: 10.1007/s11625-018-0571-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0571-4>.

REO, Nicholas J.; WHYTE, Kyle Powys; RANCO, Darren; BRANDT, Jodi S.; BLACKMER, Emily D.; ELLIOTT, Braden. Invasive Species, Indigenous Stewards, and Vulnerability Discourse. **The American Indian Quarterly**, [S. l.], v. 41, p. 201–223, 2017.

REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 208–214, 2018. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.10.002. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>.

RIBEIRO, Milton Cezar; MARTENSEN, Alexandre Camargo; METZGER, Jean Paul; TABARELLI, Marcelo; SCARANO, Fábio; FORTIN, Marie-Josée. The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot BT - Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas. In: ZACHOS, Frank E.; HABEL, Jan Christian (org.). **Biodiversity Hotspots**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 405–434. DOI: 10.1007/978-3-642-20992-5_21. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_21.

RICCIARDI, Anthony. Facilitative interactions among aquatic invaders: is an “invasional meltdown” occurring in the Great Lakes? **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, [S. l.], v. 58, n. 12, p. 2513–2525, 2001. DOI: 10.1139/cjfas-58-12-2513.

RICHARDSON, D. M.; ALLSOPP, N.; D'ANTONIO, C. M.; MILTON, S. J.; REJMÁNEK, M. Plant invasions - the role of mutualisms. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, England, v. 75, n. 1, p. 65–93, 2000. a. DOI: 10.1017/s0006323199005435.

RICHARDSON, D. M.; EK, P. P. Y. S.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M. G.; PANETTA, F. D.; WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, [S. l.], v. 6, p. 93–107, 2000. b. DOI: 10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x.

RICHARDSON, David M.; REJMÁNEK, Marcel. Trees and shrubs as invasive alien species - a global review. **Diversity and Distributions**, [S. l.], v. 17, n. 5, p. 788–809, 2011. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2011.00782.x.

RIVAS, Carlos A.; NAVARRO-CERILLO, Rafael M.; JOHNSTON, Jon C.; GUERRERO-CASADO, José. Dry forest is more threatened but less protected than evergreen forest in Ecuador's coastal region. **Environmental Conservation**, [S. l.], v. 47, n. 2, p. 79–83, 2020. DOI: DOI: 10.1017/S0376892920000077. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/article/dry-forest-is-more-threatened-but-less->

protected-than-evergreen-forest-in-ecuadors-coastal-region/508B4E7123648EB8A3F563C9D863DA13.

ROGERS, William E.; SIEMANN, Evan. Herbivory Tolerance and Compensatory Differences in Native and Invasive Ecotypes of Chinese Tallow Tree (*Sapium sebiferum*). **Plant Ecology**, [S. l.], v. 181, n. 1, p. 57–68, 2005. DOI: 10.1007/s11258-005-3029-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11258-005-3029-6>.

SANDERS, Dirk; VAN VEEN, Frank. Indirect commensalism promotes persistence of secondary consumer species. **Biology letters**, [S. l.], v. 8, 2012. DOI: 10.1098/rsbl.2012.0572.

SANTIAGO-GARCÍA, Ricardo J.; COLÓN, Sandra Molina; SOLLINS, Phillip; BLOEM, Skip J. Van. The Role of Nurse Trees in Mitigating Fire Effects on Tropical Dry Forest Restoration: A Case Study. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, [S. l.], v. 37, n. 7, p. 604–608, 2008. DOI: 10.1579/0044-7447-37.7.604. Disponível em: <https://doi.org/10.1579/0044-7447-37.7.604>.

SAX, D. F.; GAINES, S. D. Species invasions and extinction: The future of native biodiversity on islands. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S. l.], v. 105, n. SUPPL. 1, p. 11490–11497, 2008. DOI: 10.1073/pnas.0802290105.

SEMA-VOTORANTIM. **SEMA Substituirá a espécie invasora leucena por espécies nativas em área do futuro parque no Jardim Europa**. 2015. Disponível em: <http://www.votorantim.sp.gov.br/portal/noticias/0/3/7501/sema-substituira-a-especie-invasora-leucena-por-especies-nativas-em-area-do-futuro-parque-no-jardim-europa>. Acesso em: 10 maio. 2020.

SHACKLETON, R. T.; FOXCROFT, L. C.; PYŠEK, P.; WOOD, L. E.; RICHARDSON, D. M. Assessing biological invasions in protected areas after 30 years: Revisiting nature reserves targeted by the 1980s SCOPE programme. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 243, p. 108424, 2020. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108424. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108424>.

SIMBERLOFF, Daniel. The role of propagule pressure in biological invasions. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, [S. l.], v. 40, p. 81–102, 2009. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.110308.120304.

SIMBERLOFF, Daniel; VON HOLLE, Betsy. Positive interactions of nonindigenous species: Invasional Meltdown? **Biological Invasions**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 21–32, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1010086329619>.

SINGH, H. P.; BATISH, Daizy R.; KOHLI, R. K. Allelopathic effect of *Leucaena leucocephala* on *Zea mays*. **Journal of Tropical Forest Science**, [S. l.], v. 11, n. 4, p. 801–808, 1999. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/43582327>.

SINGH, Minerva; HUANG, Zhuhua. **Analysis of Forest Fire Dynamics**,

Distribution and Main Drivers in the Atlantic Forest Sustainability, 2022. DOI: 10.3390/su14020992.

SOBANSKI, Natacha; MARQUES, Marcia C. M. Effects of soil characteristics and exotic grass cover on the forest restoration of the Atlantic Forest region. **Journal for Nature Conservation**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 217–222, 2014. DOI: 10.1016/j.jnc.2014.01.001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnc.2014.01.001>.

SOUSA, Ronaldo; NOGUEIRA, António J. A.; GASPAR, Miguel B.; ANTUNES, Carlos; GUILHERMINO, Lúcia. Growth and extremely high production of the non-indigenous invasive species *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): Possible implications for ecosystem functioning. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [S. l.], v. 80, n. 2, p. 289–295, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.08.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771408003144>.

SOUZA, Vinicius Castro; TOLEDO, Cássio Patrocínio; SAMPAIO, Gabriela; BÍGIO, Narcísio Costa; COLLETTA, Gabriel Dalla; IVANAUSKAS, Natália Macedo; FLORES, Thiago Bevilacqua. **Guia de Plantas da Mata Atlântica - Floresta Estacional**. Piracicaba: Liana, 2019.

STRAUSS, Sharon Y. Indirect effects in community ecology: Their definition, study and importance. **Trends in ecology & evolution**, England, v. 6, n. 7, p. 206–210, 1991. DOI: 10.1016/0169-5347(91)90023-Q.

STRAUSS, Sharon Y.; WEBB, Campbell O.; SALAMIN, Nicolas. Exotic taxa less related to native species are more invasive. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [S. l.], v. 103, n. 15, p. 5841–5845, 2006. DOI: 10.1073/pnas.0508073103.

SULTAN, Sonia E.; MATESANZ, Silvia. An ideal weed: plasticity and invasiveness in *Polygonum cespitosum*. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [S. l.], v. 1360, n. 1, p. 101–119, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/nyas.12946>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nyas.12946>.

SUN, Yan; DING, Jianqing; SIEMANN, Evan; KELLER, Stephen R. Biocontrol of invasive weeds under climate change: progress, challenges and management implications. **Current Opinion in Insect Science**, [S. l.], v. 38, p. 72–78, 2020. DOI: 10.1016/j.cois.2020.02.003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.02.003>.

SUTHERLAND, Steve. What makes a weed a weed: life history traits of native and exotic plants in the USA. **Oecologia**, [S. l.], v. 141, n. 1, p. 24–39, 2004. DOI: 10.1007/s00442-004-1628-x. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1628-x>.

THEOHARIDES, Kathleen A.; DUKES, Jeffrey S. Plant invasion across space and time: Factors affecting nonindigenous species success during four stages of

invasion. **New Phytologist**, [S. l.], v. 176, n. 2, p. 256–273, 2007. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2007.02207.x.

THOMPSON, P. L.; GUZMAN, L. M.; DE MEESTER, L.; HORVÁTH, Z.; PTACNIK, R.; VANSCHOENWINKEL, B.; VIANA, D. S.; CHASE, J. M. A process-based metacommunity framework linking local and regional scale community ecology. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 23, n. 9, p. 1314–1329, 2020. DOI: 10.1111/ele.13568.

TORCHIN, Mark E.; MITCHELL, Charles E. Parasites, pathogens, and invasions by plants and animals. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 183–190, 2004. DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0183:PPAIBP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0183:PPAIBP]2.0.CO;2). Disponível em: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0183:PPAIBP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0183:PPAIBP]2.0.CO;2).

VALÉRY, Loïc; FRITZ, Hervé; LEFEUVRE, Jean-Claude; SIMBERLOFF, Daniel. **Invasive species can also be native...Trends in ecology & evolution**England, 2009. DOI: 10.1016/j.tree.2009.07.003.

VAN DER VEER, Gabriel; NENTWIG, Wolfgang. Environmental and economic impact assessment of alien and invasive fish species in Europe using the generic impact scoring system. **Ecology of Freshwater Fish**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 646–656, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/eff.12181>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/eff.12181>.

VILELA, Edmilson; PEDREIRA, José Vicente Silveira. Efeitos de densidade de semeadura e níveis de adubação nitrogenada no estabelecimento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Forragicultura e pastagens**, [S. l.], v. 33, n. 2, 1976. Disponível em: <http://iz.agricultura.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1780>.

WADDELL, E. H.; CHAPMAN, D. S.; HILL, J. K.; BIN, A.; JOSEPH, S.; LINDSAY, T.; HUGHES, M. Trait filtering during exotic plant invasion of tropical rainforest remnants along a disturbance gradient. **Functional Ecology**, [S. l.], v. 34, n. 12, p. 2584–2597, 2020. DOI: 10.1111/1365-2435.13679.

WALLER, L. P. et al. Biotic interactions drive ecosystem responses to exotic plant invaders. **Science**, [S. l.], v. 368, n. 6494, p. 967–972, 2020. DOI: 10.1126/science.aba2225. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/368/6494/967.abstract>.

WANG, Han; ZHENG, Qiwen; LI, Shuang; YANG, Xiaoyu. The Closer the Better? Modeling Spatial Spillover Effects of Ecological Externalities in Coastal Mangroves. **Frontiers in Marine Science**, [S. l.], v. 8, n. October, p. 1–19, 2021. DOI: 10.3389/fmars.2021.708772.

WELLS, Konstans; O'HARA, Robert B.; MORAND, Serge; LESSARD, Jean-Philippe; RIBAS, Alexis. The importance of parasite geography and spillover effects for global patterns of host–parasite associations in two invasive species. **Diversity and Distributions**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 477–486, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.1111/ddi.12297>. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ddi.12297>.

WERSCHKUN, Barbara et al. Emerging risks from ballast water treatment: The run-up to the International Ballast Water Management Convention. **Chemosphere**, [S. l.], v. 112, p. 256–266, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.03.135>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653514005268>.

WESTPHAL, Michael I.; BROWNE, Michael; MACKINNON, Kathy; NOBLE, Ian. The link between international trade and the global distribution of invasive alien species. **Biological Invasions**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 391–398, 2008. DOI: 10.1007/s10530-007-9138-5.

WHITE, Eve M.; WILSON, John C.; CLARKE, Anthony R. Biotic indirect effects: A neglected concept in invasion biology. **Diversity and Distributions**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 443–455, 2006. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2006.00265.x.

WILLIAMSON, M. **Biological Invasions**. [s.l.] : Springer Netherlands, 1996. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=eWUdzl6j3V8C>.

YANNELLI, F. A.; KOCH, C.; JESCHKE, J. M.; KOLLMANN, J. Limiting similarity and Darwin's naturalization hypothesis: understanding the drivers of biotic resistance against invasive plant species. **Oecologia**, [S. l.], v. 183, n. 3, p. 775–784, 2017. DOI: 10.1007/s00442-016-3798-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00442-016-3798-8>.

ZAK, Marcelo R.; CABIDO, Marcelo; HODGSON, John G. Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future? **Biological Conservation**, [S. l.], v. 120, n. 4, p. 589–598, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.034>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320704001600>.

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 431–446, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042011000300016>. Disponível em: www.institutohorus.org.br.

ZHANG, Zhijie; LIU, Yanjie; BRUNEL, Caroline; VAN KLEUNEN, Mark. Soil-microorganism-mediated invasional meltdown in plants. **Nature Ecology & Evolution**, [S. l.], v. 4, n. 12, p. 1612–1621, 2020. DOI: 10.1038/s41559-020-01311-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01311-0>.

ZIMMERMANN, Thalita Gabriella. **Potencial de Invasão das Restingas por *Casuarina equisetifolia* L.: Fatores que Limitam a Regeneração da Vegetação**. 2016. Escola Nacional de Botânica Tropical, [S. l.], 2016. Disponível em: https://w2files.solucaoatrio.net.br/atrio/jbrj-pggenbt_upl/THESIS/177/tese_thalita_gabriella_zimmermann_final_final_2017060212472663.pdf.

ZWIENER, Victor P.; CARDOSO, Fernanda C. G.; PADIAL, André A.; MARQUES, Márcia C. M. Disentangling the effects of facilitation on restoration of the Atlantic Forest. **Basic and Applied Ecology**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 34–41, 2014. DOI: 10.1016/j.baae.2013.11.005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2013.11.005>.