

Ecologia, Evolução e Diversidade

Patrícia Michele da Luz
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

Patrícia Michele da Luz
(Organizadora)

Ecologia, Evolução e Diversidade

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E19 Ecologia, evolução e diversidade [recurso eletrônico] / Patrícia Michele da Luz. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-455090-7-3
DOI 10.22533/at.ed.073181010

1. Biodiversidade. 2. Ecologia. 3. Ecossistemas. I. Luz, Patrícia Michele da. II. Título.

CDD 577.27

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A presente obra, que se oferece ao leitor, nomeada como “Ecologia, Evolução e Diversidade” de publicação da Atena Editora, aborda 24 capítulos envolvendo estudos biológicos em diversos biomas do Brasil, tema com vasta importância para compreendermos o meio em que vivemos.

Esses estudos abrangem pesquisas realizadas em ambientes aquáticos e terrestres, com diferentes classes de animais e plantas, relatando os problemas antrópicos e visando melhorias e manejo da conservação dessas espécies e seus habitats naturais. Temos também pesquisas com áreas de botânica, questões ambientais, tratamento de água e lixo.

Atualmente essas pesquisas ajudam a nortear uma melhor conservação sobre ambientes em que vivemos e conseqüentemente melhoram nossa qualidade de vida, aumentando a qualidade de vida em conjunto com uma sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Ecologia traz artigos alinhados com pesquisas biológicas, ao tratar de temas como a conservação de habitats, diversas comunidades e populações específicas e sobre qualidades de questões ambientais. Apesar dos avanços tecnológicos e as atividades decorrentes, ainda temos problemas recorrentes que afetam nosso ambiente, causadores de riscos visíveis e invisíveis à saúde de todos os seres vivos. Diante disso, lembramos a importância de discutir questões sobre a conservação desses ambientes.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos sobre conservação e os sinceros agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que esta obra possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas pesquisas para a área de Ecologia e, assim, garantir a conservação dos ambientes para futuras gerações de forma sustentável.

Patrícia Michele da Luz

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA CONTAMINAÇÃO ECOLÓGICA: UMA BREVE REVISÃO

Schirley Costalonga
Maria do Carmo Pimentel Batitucci

CAPÍTULO 2 17

COMPOSIÇÃO E SELEÇÃO DE MESOHABITATS POR AVES AQUÁTICAS EM TRECHOS DO RIO ITAPECERICA, NO MUNICÍPIO DE DIVINÓPOLIS, MINAS GERAIS

Thaynara Pedrosa Silva
Gabriele Andreia da Silva
Alysson Rodrigo Fonseca
Júnio de Souza Damasceno
Debora Nogueira Campos Lobato

CAPÍTULO 3 33

ÍNDICE PLÂNCTON-BENTÔNICO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA NO RIO GRANDE – MG/SP

Sofia Luiza Brito
Cristiane Machado de López
Gizele Cristina Teixeira de Souza
Sandra Francischetti Rocha
Maria Margarida Granate Sá e Melo Marques
Vera Lucia de Miranda Guarda
Magda Karla Barcelos Greco
Marcela David de Carvalho

CAPÍTULO 4 50

MACROFAUNA EDÁFICA E FUNCIONAMENTO ECOSSISTÊMICO ÀS MARGENS DO RESERVATÓRIO DE UMA HIDRELÉTRICA

Raphael Marinho Siqueira
Flávia Maria da Silva Carmo
Og Francisco Fonseca de Souza

CAPÍTULO 5 67

LEVANTAMENTOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM NASCENTES URBANAS DO MUNICÍPIO DE PASSOS – MG

Andressa Graciele dos Santos
Sayonara Suyane de Almeida
José Carlos Laurenti Arroyo
Andre Phelipe da Silva
Fernando Spadon
Michael Silveira Reis
Odila Rigolin de Sá
Tânia Cristina Teles
Thaina Desirée Franco dos Reis

CAPÍTULO 6 82

DIVERSIDADE DE FITOPLÂNCTON EM HABITATS AQUÁTICOS E CONTEÚDO ESTOMACAL DE

LARVAS DE *Anopheles spp.* (DIPTERA, CULICIDAE) EM MANAUS, AMAZONAS

Adriano Nobre Arcos
Gleuson Carvalho dos Santos
Aline Valéria Oliveira Assam
Climéia Correa Soares
Wanderli Pedro Tadei
Hillândia Brandão da Cunha

CAPÍTULO 7 96

ESTUDO DAS ASSEMBLEIAS DE OLIGOQUETAS EM NASCENTES DE MINAS GERAIS

Luiza Pedrosa Guimarães
Luciana Falci Theza Rodrigues
Roberto da Gama Alves

CAPÍTULO 8 109

A FAUNA DE HYMENOPTERA PARASITOIDES (ICHNEUMONOIDEA) NA REGIÃO DA BAÍA DA ILHA GRANDE, PARATY, RJ, BRASIL.

Natália Maria Ligabô
Allan Mello de Macedo
Angélica Maria Penteado-Dias
Luís Felipe Ventura de Almeida
Carolina de Almeida Caetano

CAPÍTULO 9 118

FAUNA DE ICHNEUMONIDAE (HYMENOPTERA) NO PLANALTO DA CONQUISTA, BAHIA, BRASIL

Vaniele de Jesus Salgado
Catarina Silva Correia
Rita de Cássia Antunes Lima de Paula
Jennifer Guimarães-Silva
Raquel Pérez-Maluf

CAPÍTULO 10 127

THE BRAZILIAN FOREST CODE: IS IT AN ACT OF GREEDINESS OR A NEED FOR REALITY ADEQUACY?

Maria Conceição Teixeira
Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
Ravi Fernandes Mariano
Marco Aurélio Leite Fontes
Rosangela Alves Tristão Borém

CAPÍTULO 11 138

DEFORESTATION SCENARIO IN THE SUSTAINABLE INCOME STATE FOREST (SFSI) GAVIÃO IN RONDÔNIA, WESTERN AMAZON.

Marcelo Rodrigues dos Anjos
Rodrigo Tartari
Jovana Chiapetti Tartari
Lorena de Almeida Zamae
Nátia Regina Nascimento Braga Pedersoli
Mizael Andrade Pedersoli
Moisés Santos de Souza
Igor Hister Lourenço

CAPÍTULO 12	153
DIVERSIDADE DE ESTRUTURAS SECRETORAS VEGETAIS E SUAS SECREÇÕES: INTERFACE PLANTA-ANIMAL	
Daiane Maia de Oliveira Elza Guimarães Sílvia Rodrigues Machado	
CAPÍTULO 13	159
COMPOSIÇÃO DE MÉDIOS E GRANDES MAMÍFEROS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SERRA DO JAPI	
João Mendes Gonçalves Junior Marcelo Stefano Bellini Lucas Valéria Leite Aranha	
CAPÍTULO 14	172
EFEITO DO RUÍDO ANTROPOGÊNICO NA VOCALIZAÇÃO DO BEM-TE-VI, <i>Pitangus sulphuratus</i> PASSERIFORME, TYRANNIDAE: UM ESTUDO DE CASO	
Victor Lopes Das Chagas Monteiro Maria Cecília Barbosa de Toledo	
CAPÍTULO 15	180
COMUNIDADES DE BASIDIOMICETOS EM FRAGMENTOS DE MATA CILIAR CIRCUNDADA POR CERRADO E BOSQUE DE PINHEIROS (<i>Pinus elliottii</i> Engelm.) COM MATA EM REGENERAÇÃO.	
Davi Renato Munhoz. Janderson Assandre de Assis Johnas André Firmino Canhete Leonardo Abdelnur Petrilli Alex Avancini Dalva Maria da Silva Matos Driéli de Carvalho Vergne	
CAPÍTULO 16	191
DESCRIÇÃO DOS ESTÁGIOS SUCESSIONAIS ECOLÓGICO DO PARQUE RODOLFO RIEGER EM MARECHAL CÂNDIDO RONDON	
Elcisley David Almeida Rodrigues Karin Linete Hornes	
CAPÍTULO 17	208
SUBSÍDIOS PARA CRIAÇÃO DE RESERVA PARTICULAR DE PATRIMÔNIO NATURAL (RPPN) NO SUL DO BRASIL	
Letícia Pawoski Jaskulski Murilo Olmiro Hoppe Suzane Bevilacqua Marcuzzo	
CAPÍTULO 18	220
A EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE PASSOS – MG	
Thainá Desiree Franco dos Reis Norival França	

Marise Margareth Sakuragui
Tania Cristina Teles
Odila Rigolin de Sá

CAPÍTULO 19 233

CATADORES DE LIXO: REALIDADES E MEDOS DE UM OFÍCIO DESVALORIZADO

Shauanda Stefhanny Leal Gadêlha Fontes
Geovana de Sousa Lima
Jairo de Carvalho Guimarães

CAPÍTULO 20 242

PERCEPÇÃO DE DISCENTES DE ENSINO SUPERIOR SOBRE QUESTÕES AMBIENTAIS EM UM MUNICÍPIO DO NORDESTE PARAENSE

Maikol Soares de Sousa
Rauny de Souza Rocha
Victor Freitas Monteiro
Thaiza Pegoraro Comassetto

CAPÍTULO 21 256

UM OLHAR SUSTENTÁVEL PARA OS RESIDUOS ORGÂNICOS PRODUZIDOS NA COMUNIDADE ESCOLAR

Eunice Silveira Martello Lobo
Mariza de Lima Schiavi
Michele Silva Gonçalves

CAPÍTULO 22 259

TOLERÂNCIA PROTOPLASMÁTICA FOLIAR DA *Triplaris gardneriana* Wedd. (POLYGONACEAE) SUBMETIDA A DÉFICIT HÍDRICO

Allan Melo Menezes
Jessica Chapeleiro Peixoto Queiroz
Paulo Silas Oliveira da Silva
Carlos Dias da Silva Júnior

CAPÍTULO 23 270

BIODIVERSIDADE DE PLANTAS E A PRODUTIVIDADE DE ECOSSISTEMAS PASTORIS

Tiago Miqueloto
Hactus Souto Cavalcanti
Fábio Luís Winter
Angela Bernardon
André Fischer Sbrissia

CAPÍTULO 24 280

SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS EM UM CERRADO *SENSU STRICTO*

Cássio Cardoso Pereira
Nathália Ribeiro Henriques

SOBRE A ORGANIZADORA..... 291

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA CONTAMINAÇÃO ECOLÓGICA: UMA BREVE REVISÃO

Schirley Costalonga

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos
Hídricos
Cariacica – Espírito Santo

Maria do Carmo Pimentel Batitucci

Universidade Federal do Espírito Santo –
Departamento de Ciências Biológicas
Vitória – Espírito Santo

RESUMO: Uma das principais causas de extinção da biodiversidade, a invasão biológica é o resultado de uma cadeia de eventos que inclui desde o transporte do organismo até o novo habitat até sua consolidação no ecossistema receptor. Características como rápido crescimento e maturação precoce, dentre outras, tornam as espécies invasoras aptas a se adaptarem à novos ambientes, otimizando a exploração dos recursos e deixando as nativas em desvantagem competitiva. Este trabalho aborda os aspectos ecológicos da contaminação biológica e as principais teorias para explicar o sucesso dessas espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Invasão biológica. Ecologia. Espécies invasoras. Ecossistemas.

ABSTRACT: Biological contamination contributes to biodiversity extinction and it is a result of a chain of events that includes from the transport of the organism to the new habitat

until your consolidation in the ecosystem. Features like fast growth and early maturation, among others, make the invasive species to adapt to new environments, optimizing the exploitation of resources and leaving the natives at a competitive disadvantage. This paper addresses the ecological aspects of biological contamination and the main theories to explain the success of these species.

KEYWORDS: Biological contamination. Ecology. Alien species. Ecosystem.

1 | INTRODUÇÃO

A história da vida no planeta é profundamente marcada pela destruição de espécies nativas por espécies introduzidas; todavia, no último século, observa-se que esse fenômeno está ocorrendo com maiores velocidade e frequência devido, em grande parte, à contribuição humana – mesmo que involuntária.

Em sua busca incessante por novos territórios, o homem colaborou ativamente para a dispersão de espécies ao atuar como facilitador na quebra das barreiras ecológicas que limitavam seu habitat ao transportá-las para locais afastados de seus sítios de origem, o que permitiu sua adaptação a condições ambientais até então desconhecidas, culminando com o

expressivo aumento na ocorrência de espécies exóticas por todo o globo terrestre presenciado na atualidade.

Tal fato não seria alarmante não fosse o alto potencial para modificar sistemas naturais apresentado por algumas espécies exóticas, causando declínio ou – até mesmo - a extinção dos seres nativos ao local invadido; atualmente, a contaminação biológica por espécies exóticas invasoras é a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade (primeira em ilhas e áreas naturais protegidas), perdendo apenas para a destruição de habitats pela exploração humana direta. As severas mudanças causadas no funcionamento do ecossistema impactado impedem sua recuperação natural e dificultam ações conservacionistas; destarte, conhecer mais profundamente os mecanismos de invasão utilizados por essas espécies são fundamentais na busca por soluções para esse grave problema ambiental.

2 | O HISTÓRICO DA CONTAMINAÇÃO BIOLÓGICA

A história da invasão biológica pode ser atribuída tanto a eventos geológico-evolutivos, quanto à intervenção humana. Os registros fósseis dos últimos 25 milhões de anos, junto com outras evidências, indicam que os organismos terrestres estiveram em constante movimentação devido a eventos geológicos que aproximaram e afastaram as placas continentais, criando e destruindo porções de terra pela variação do nível do mar, culminando com o intercâmbio de conjuntos inteiros de espécies (LOWE et al., 2004; SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005). Por possuírem biotas com características distintas devido ao fenômeno de especiação, cada continente possui a capacidade de prover invasores para outros locais (REICHARD; WHITE, 2003). Assim, “[...] a distribuição de espécies em um dado período da história resulta de um equilíbrio entre migrações e extinções” (MATTHEWS, 2005).

O homem transporta espécies para além de suas barreiras naturais desde o início da agricultura, mas foi com o início das grandes navegações por volta do século XV que o fenômeno ganhou destaque (SAMPAIO; SCHMIDT, 2013).

Charles Darwin, em seu livro *A Origem das Espécies*, relatou o fenômeno das invasões ao afirmar que

[...] em alguns casos, o processo de extinção pode ter sido rápido, como em casos em que tenha ocorrido a imersão total de uma ilha, ou havido a fragmentação de um istmo, e a conseqüente invasão de uma grande quantidade de novos habitantes para um mar vizinho. (DARWIN, 2004, p. 421).

A esta importante obra na história da biologia também é creditada a mais antiga referência científica à invasão biológica (1859) como causa de extinção de espécies,

[...] deve ter acontecido, muitas vezes, [de] uma espécie nova aproveitar e ocupar o lugar de outra espécie pertencente a um grupo diferente, e assim provocar a sua extinção. Se esta forma invasora produzir muitas outras formas afins, outras espécies terão de se render e de lhes ceder o lugar [...]. Adicionalmente, quando, através de imigrações súbitas ou de um desenvolvimento involuntariamente rápido,

muitas espécies de um novo grupo se apoderaram de uma região qualquer, muitas espécies antigas terão sido exterminadas com uma rapidez correspondente; [...]. (Darwin, 2004, p. 424).

Em 1890, Wallace fez referência à invasão causada pelo rato marrom, originário do sudeste asiático e que, pela ação humana, se alastrou pelo mundo. (VITULE; PRODOCIMO, 2012).

Após os escritos de Darwin e Wallace, o assunto da contaminação biológica volta a receber atenção da comunidade científica somente na segunda metade do século XX, mais precisamente em 1958, com a publicação do livro *Ecology of invasions by animals and plants*, de Charles Elton (REICHARD; WHITE, 2003; MORO et al., 2012); considerado o marco inicial para a ecologia das invasões (PETENON; PIVELLO, 2008), a obra expôs a teoria de que comunidades ricas em diversidade de espécies são mais resistentes à invasão do que aquelas com baixa biodiversidade, além de creditar à globalização uma contribuição ativa na dispersão de organismos a novos habitats (BARNES, 2014). Segundo Elton, o mundo vivia uma “explosão ecológica” causada por espécies não nativas que tinham o potencial de causar danos aos ecossistemas, além de poderem impactar a saúde humana e a economia (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005) e que, portanto, havia a necessidade da ampliação do conhecimento relativo a essas espécies, visando o estabelecimento de estratégias de controle eficazes (CADOTTE; McMAHON; FUKAMI, 2005; MATOS; PIVELLO, 2009).

As guerras mundiais contribuíram sobremaneira para a dispersão de espécies de um lugar ao outro, com muitas delas sendo utilizadas para recuperar locais devastados pelas batalhas; outras foram levadas acidentalmente através das aeronaves militares e junto aos pertences dos soldados (McNEELY, 2001).

Em 1966, o livro intitulado *The Alien Animals: The Story of Imported Wildlife* foi, segundo Davis (apud CADOTTE; McMAHON; FUKAMI, 2005), uma exceção às publicações da época, uma vez que – baseado em mais de 200 publicações científicas sobre animais e plantas introduzidos – fornecia um enfoque conservacionista do tema. Entretanto, foi somente com a evolução da biologia da conservação como disciplina, na década de 1970, que esse aspecto passa a ser explorado; surge a revista científica *Biological Conservation*, elevando o número de artigos que sinalizavam para os perigos às espécies nativas. Segundo Davis (apud CADOTTE; McMAHON; FUKAMI, 2005), essa foi a primeira década pós Elton que a invasão biológica apareceu com frequência na literatura científica.

Em 1980, ocorreu um aumento no número de estudos com abordagem na invasão biológica, especialmente relacionado às plantas e suas interações ecológicas; as espécies invasoras se tornaram instrumentos para teste de diversas teorias, incluindo a de Biogeografia de Ilhas. Em 1981, é publicado o primeiro exemplar do conceituado *Ecological Restoration Journal*, especializado em publicações sobre manejo e desenvolvimento de comunidades nativas; no mesmo ano ocorreu a 3ª Conferência Internacional de Ecossistemas Mediterrâneos, culminando, em 1983, com a formação

de um comitê científico para estudos acerca dos impactos nos ecossistemas agrícolas advindos da invasão biológica (CADOTTE; McMAHON; FUKAMI, 2005).

Os anos 90 marcaram a consagração definitiva do tema da contaminação biológica como um campo de pesquisa, o que, segundo Reichard e White (2003), só foi possível graças ao desenvolvimento da base científica que explicasse a biologia da invasão e à urgência em se obter soluções para o problema. Em 1997 foi criado, o GISP - Global Invasive Species Program (atualmente um dos principais veículos para a obtenção de informações sobre espécies invasoras) e publicado o livro *Biological Invasions: Theory and Practice*, que explicava a dispersão de espécies através de modelos matemáticos (CADOTTE; McMAHON; FUKAMI, 2005).

Em 2000, a influência das relações mutualísticas entre plantas-microorganismos do solo no processo de invasão e a genética das espécies introduzidas passaram a ser investigadas, reconhecendo-se a importância de novos genótipos para a dispersão de espécies (CADOTTE; McMAHON; FUKAMI, 2005). Nesse período, surge a “hipótese da liberação do inimigo” (the enemy release hypothesis), uma das muitas teorias que buscam explicar o rápido estabelecimento e proliferação do organismo invasor; para esta hipótese, o fato pode ser atribuído à ausência de seus inimigos naturais (patógenos, predadores e parasitas), inexistentes na comunidade invadida (COLAUTTI et al., 2004). Cabe ressaltar que a ausência de inimigos naturais no ambiente invadido é apenas um dos fatores que podem contribuir para o sucesso da invasão. Também são relevantes as variáveis climáticas, genótipo das espécies exóticas, disponibilidade de recursos e distúrbios causados pelo homem.

Ainda no ano 2000, a IUCN (The World Conservation Union) publicou o *Guia para prevenção da perda de biodiversidade causada por espécies invasoras* e em 2006, criou um banco de dados global para espécies invasoras, objetivando “aumentar o interesse do público acerca das espécies introduzidas que geram impactos negativos à biodiversidade e facilitar a prevenção efetiva e as atividades de manejo [...]” (IUCN, acesso em 10 dez.2015, tradução nossa).

Assim, desde a publicação de Darwin em 1859, o estudo da biologia/ecologia da contaminação biológica evoluiu de simples conjecturas ao nível de objetividade científica, tornando-se um campo emergente. Apesar dessa evolução, as modificações causadas pela ação humana, dentre elas a contaminação biológica, não só definiram a nova era em que vivemos – Antropoceno – como iniciaram o sexto evento de extinção em massa, cujas implicações afetarão a existência do próprio homem (SIMÕES et al., 2017).

3 | OS MECANISMOS ECOLÓGICOS DA INVASÃO BIOLÓGICA

Apesar de ser um fenômeno frequente nos dias atuais, a invasão de espécies é uma ocorrência tão antiga quanto à existência de vida no planeta. Poucas espécies

residem somente em seu local de evolução; elas aumentam, reduzem e mudam sua distribuição geográfica devido a questões ecológicas, evolutivas, geográficas e climáticas, levando ao aparecimento de biotas locais e regionais (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005).

As atividades humanas têm reduzido efetivamente o grau de isolamento de ilhas e continentes, aumentando a capacidade de dispersão de milhares de plantas, animais e microorganismos. Conforme Dias e colaboradores (2013), parte das espécies exóticas que são introduzidas (acidental ou intencionalmente) em outro habitat, se tornam por demasiado eficientes no uso dos novos recursos (água, nutrientes, etc.), a ponto de modificarem as características e funcionalidade do ecossistema invadido, homogeneizando a biota e gerando perda de biodiversidade através da redução das populações nativas.

Atualmente, a invasão de espécies representa a maior crise para a conservação de comunidades nativas, juntamente com a mudança climática e fragmentação de habitats; de acordo com Ziller (2001),

O agravante dos processos de invasão, comparados à maioria dos problemas ambientais, é que ao invés de serem absorvidos com o tempo e terem seus impactos amenizados, agravam-se à medida que as plantas exóticas invasoras ocupam o espaço das nativas. As consequências principais são a perda da biodiversidade e a modificação dos ciclos e características naturais dos ecossistemas atingidos, a alteração fisionômica da paisagem natural, com consequências econômicas vultosas.

3.1 A teoria da contaminação biológica

A invasão biológica é o resultado de uma cadeia de eventos, cujo início envolve o transporte do organismo de sua área de ocorrência (região doadora) para um local receptor e resulta na consolidação de uma população autossustentável no ecossistema receptor, gerando impactos ecológicos e econômicos negativos (BARNES, 2014). Entre essas etapas, a espécie exótica deverá, de acordo com Blackburn e colaboradores (apud VITULE; PRODOCIMO, 2012), transpor quatro estágios para se tornar invasora: colonização, estabelecimento, naturalização e dispersão.

A colonização ou introdução é apenas o primeiro passo para uma espécie se tornar invasora e é altamente dependente de duas circunstâncias distintas: a redução/ eliminação física da barreira geográfica que previamente limitava sua distribuição e a capacidade dos indivíduos em cruzar essa barreira (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005). Quando esta etapa é superada, diz-se que a espécie está introduzida.

O entendimento das etapas da introdução é determinante na prevenção de novas contaminações, uma vez que, segundo McGeoch, Chown e Kalwij (2006), há apenas duas abordagens para eliminação de espécies invasoras: atuar logo nas etapas iniciais, quando a espécie ainda não se estabeleceu, limitando seu potencial de introdução e distribuição pelo novo ambiente, ou realizar o controle e manejo daquelas

que já se estabeleceram.

O sucesso na etapa de estabelecimento de uma espécie invasora depende, conforme Sax, Stachowicz e Gaines (2005), de fatores como:

- Ausência de inimigos naturais e parasitas na biota receptora;
- Apresentar características diferentes da biota receptora que as permitam ter uma alta performance competitiva ao explorarem os recursos disponíveis (água, luz, nutrientes, etc.) - Teoria da competição por recursos; e
- Características físicas e químicas similares entre os habitats do invasor e o receptor ou ocorrência de modificações no ambiente receptor que facilite o estabelecimento dos invasores; por essa razão ambientes degradados se tornam altamente susceptíveis à contaminação biológica.

Pode-se dizer, portanto, que a biota doadora (invasora) tende a ter espécies altamente competitivas e com altos desempenhos defensivo e reprodutivo em comparação com a biota receptora (invadida).

Segundo a Teoria da competição por recursos, as espécies podem coexistir se seus habitats são espacial ou temporariamente heterogêneos ou se estas possuírem curvas de exploração de recursos distintas; assim, invasores potenciais terão maiores taxas de crescimento, atingindo a maturidade mais rapidamente, e maiores chances de estabelecimento se explorarem recursos menos consumidos pelas nativas (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005).

Superada a barreira geográfica, inicia-se a superação da barreira ambiental, com o organismo exótico se reproduzindo e conseguindo gerar descendentes férteis e aptos a sobreviver no novo habitat. Esse processo pode levar anos e sua superação depende de fenômenos ecológicos e/ou condições biofísicas, bem como de características da espécie exótica que facilitem sua dispersão e dominância (HOROWITZ; MARTINS; WALTER, 2013); quando isso ocorre, a espécie é considerada estabelecida (THE NATURE CONSERVANCY, 2009; LEÃO et al., 2011). Após, começa o processo de naturalização, através da formação de populações auto-regenerativas (RICHARDSON et al., 2000); entretanto, para completar o processo de invasão, é necessário que os fatores limitantes à dispersão sejam superados a fim de que a espécie possa expandir sua distribuição para além da área introduzida (THE NATURE CONSERVANCE, 2009; LEÃO et al., 2011) e – para isso - a “pressão de propágulos” desempenha papel crucial (PYSEK; JAROSIK; PERGL, 2011).

Para Vitule e Prodócimo (2012),

[...] espécies com maior potencial de reintroduções [...] e/ou com um grande número de indivíduos introduzidos com frequências altas são mais susceptíveis a se tornarem invasoras; de forma similar, locais com maior número de espécies ou taxa introduzidos podem se tornar mais facilmente invadidos por novos taxa.

A “pressão de propágulos” é, portanto, uma medida do esforço de introdução, tanto em número de propágulos liberados, como em número de eventos de liberação e distancia da planta mãe (JOHNSTON; PIOLA; CLARK, 2009); a partir daí a espécie

exótica invasora entra em processo crescente de dominância e expansão populacional, cujos limites estão nas fronteiras do ambiente invadido ou na interferência humana (RICHARDSON et al., 2000).

A resiliência do propágulo invasor é essencial para seu sucesso no processo de invasão, atuando para aumentar a sobrevivência do organismo não somente durante o período de transporte, mas também no ambiente receptor (JOHNSTON; PIOLA; CLARK, 2009).

Assim, uma espécie exótica só se tornará invasora se, de forma resumida, superar três filtros evolutivos: filtro histórico ou geográfico, que isola as espécies em seu local de origem; filtro fisiológico ou ambiental; e filtro biótico, ou seja, as interações entre as espécies autóctones e alóctones (LORENZO; GONZÁLES, 2010), como, por exemplo, a alelopatia.

4 | CARACTERÍSTICAS APRESENTADAS PELAS ESPÉCIES INVASORAS E A SUSCEPTIBILIDADE DE UM AMBIENTE INVADIDO

Conforme Johnston, Piola e Clark (2009), formas de transporte, características desenvolvidas ao longo da história evolutiva da espécie e atributos do ambiente receptor contribuem para determinar quais espécies se tornam invasoras. A capacidade de tolerar e/ou se adaptar aos estresses biótico e abiótico são determinantes para o potencial de um organismo em colonizar um novo habitat.

As características que conferem um alto potencial de invasão às plantas são (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005; SANTANA; ENCINAS, 2008; MATOS; PIVELLO, 2009; MURREL et al., 2011; DIAS et al., 2013):

- Generalismo na utilização de recursos e resistência às diferentes variáveis ambientais, ao contrário das nativas - que se tornaram especialistas na ocupação de um determinado nicho ecológico, ficando restritas às suas especificidades;
- Pioneirismo e adaptação às áreas degradadas;
- Alta eficiência fotossintética e no uso dos nutrientes (muitas são heliófilas e têm metabolismo C4);
- Crescimento rápido, maturação precoce, bem como longos períodos de floração e frutificação;
- Reprodução por sementes e por brotação e sucesso reprodutivo, com mais de um ciclo por ano, produção em grande quantidade de sementes de pequeno tamanho e eficiência na dispersão das mesmas (anemocoria);
- Formação de banco de sementes com grande longevidade no solo; e
- Produção de toxinas biológicas que impedem o crescimento de plantas de outras espécies nas imediações (alelopatia).

Altos níveis de variação genética (JOHNSTON; PIOLA; CLARK, 2009), plasticidade

fenotípica (LORENZO; GONZÁLES, 2010) e a ausência de inimigos naturais também são fatores facilitadores ao estabelecimento no novo ambiente.

Conforme Ceccon (2013), a contaminação biológica ocorre de formas distintas nos ambientes, visto que uns são mais suscetíveis à invasão do que outros. São aqueles com baixa diversidade, que apresentam similaridade climática e ambiental à região de origem da biota invasora, bem como os que sofreram algum tipo de impacto/degradação (MATOS; PIVELLO, 2009; CECCON, 2013), o que, segundo ZILLER (2001), “explica a rápida adaptação de seus ciclos de germinação e ocupação em novos ambientes que sofrem perturbações naturais ou induzidas”.

Há uma relação positiva direta entre degradação ambiental e suscetibilidade à invasão, tendo em vista que a degradação ambiental diminui a competição interespecífica e aumenta a disponibilidade de recursos, facilitando processos de invasão. Além disso, a fragmentação de habitats aumenta a exposição de áreas naturais à pressão de propágulos de espécies exóticas provenientes de ecossistemas vizinhos degradados e/ou manejados. (ZILLER; DECHOUM, 2013).

Ademais,

Quando ocorre uma perturbação, a superfície do solo sofre uma alteração física e um aumento na exposição à luz, o que, conseqüentemente, leva a maior flutuação de temperatura que pode aumentar a mineralização de nitrogênio. Estes níveis elevados de recursos favorecem o desenvolvimento das espécies de rápido crescimento e podem conduzir à invasão ou ao crescente domínio de espécies invasoras. (CECCON, 2013, p. 39-40, tradução nossa).

Ecossistemas geograficamente isolados são particularmente vulneráveis (McNEELY et al., 2001). Ambientes abertos, como campos e cerrados, tendem a ser mais facilmente invadidos por espécies arbóreas do que áreas florestais preservadas, visto que estas se encontram saturadas com a alta diversidade da biota residente e com poucas fontes de recursos não utilizadas, reduzindo a probabilidade de invasão.

Desta forma, a invasão é mais comum em áreas com viabilidade flutuante de recursos (pobres em biodiversidade), já que, como dito por Darwin, essas comunidades exploram menos os recursos disponíveis, deixando espaço para especiação; alternativamente, biotas diversificadas possuem habilidades superiores às competitivas como resultado da inovação evolutiva (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005; LORENZO; GONZÁLES, 2010).

5 | O PAPEL DAS INTERAÇÕES BIOLÓGICAS NO PROCESSO DE INVASÃO E SEUS EFEITOS NOS PROCESSOS ECOSSISTÊMICOS

A estrutura e dinâmica das comunidades biológicas são regidas por diversos fatores, como distúrbios, limites à dispersão, disponibilidade de recursos, competição, herbivoria, interações planta-microbiota, entre outros, porém em graus de importância distintos (FOX-CROFT, 2013); de acordo com Sax, Stachowicz e Gaines (2005), interações bióticas são os fatores que exercem efeito substancial nessas comunidades.

Espécies exóticas invasoras diferem das nativas em características relacionadas à utilização e estocagem de recursos e estrutura trófica, podendo reduzir a abundância de espécies nativas através de relações interespecíficas de competição, parasitismo/ predação e interferência reprodutiva que alterem o suprimento de propágulos (KOIKE et al., 2006) ou levem ao surgimento de híbridos ou perda de pool gênico (PETENON; PIVELLO, 2008; CECCON, 2013); todavia, podem ocorrer também interações facilitadoras, como o mutualismo reprodutivo, que eleva o sucesso da polinização ou dispersão de propágulos (ex.: vertebrados nativos que dispersam frutos exóticos), fundamental para a consolidação de espécies invasoras (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005).

Em se tratando de competição por recursos (luz, temperatura, água e nutrientes), espécies invasoras representam múltiplas ameaças à biota residente por “adicionarem mais pressão competitiva ao ambiente, rompendo sua estrutura física e, muitas vezes, introduzindo parasitas ou doenças que dizimam as nativas” (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005, p. 140). A Teoria do Aumento de Competitividade tem sido considerada por muitos autores como o mecanismo primário de invasão; de acordo com ela, diante da ausência de inimigos naturais, os recursos outrora destinados à produção de compostos de defesa passam a ser empregados em estratégias que elevem sua competitividade (UESUGI; KESSLER, 2013); assim, graças à disponibilização de mais recursos para os competidores resistentes, o ecossistema invadido

[...] sofrerá uma série de alterações em propriedades ecológicas essenciais como ciclagem de nutrientes e produtividade vegetal, cadeias tróficas, estrutura, dominância, distribuição e funções de espécies, [...] distribuição de biomassa, densidade de espécies, porte da vegetação [e] acúmulo de serrapilheira [...]. (KOIKE et al., 2006, tradução nossa).

Essas alterações colocam em risco atividades econômicas ligadas ao uso de recursos naturais em ambientes estabilizados, gerando impactos economicamente negativos.

Em âmbito individual, todos os seres vivos estão envolvidos no fluxo e estocagem de matéria, água e energia, fazendo parte do que se define como processos ecossistêmicos. Assim, espécies vegetais podem influenciar consideravelmente o funcionamento dos ecossistemas; segundo Ziller (2001),

[...] o impacto da contaminação biológica está sendo equiparado [...] ao processo de mudanças climáticas e à ocupação do solo como um dos mais importantes agentes de mudança global por causa antrópica. Além disso, as mesmas espécies exóticas são invasoras de diversos países e sua dominância tende a levar à homogeneização da flora mundial, num lento processo de globalização ambiental.

As principais consequências da invasão em longo prazo são: redução e homogeneização da biota, desestruturação da comunidade, extinção e perda global de diversidade. Koike e colaboradores (2006) referem-se à homogeneização biológica como processo de evolução reversa, uma vez que leva à perda acelerada da diversidade natural.

A desestruturação da comunidade receptora e consequente extinção de suas formas de vida ocorrem devido à interrupção/mudança na intensidade ou natureza da interação entre as nativas devido à presença do invasor, especialmente se este último é mais vigoroso competitivamente. Por sua vez, a perda global de biodiversidade pode ser atribuída ao maior vigor e capacidade reprodutiva dos invasores, que se dispersam mais e levam suas características a mais ambientes (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005).

Um problema antrópico que pode auxiliar no aumento dos eventos de invasão é a mudança climática, que causa “alterações na distribuição e abundância de espécies [...], resultado de impactos diretos nos indivíduos, mudanças nos fatores abióticos, nas oportunidades de reprodução e nas interações entre espécies” (McNEELY et al., 2001, p. 10); assim, as interações bióticas podem sofrer mudanças extremas, tornando as espécies nativas suscetíveis à invasão.

5.1 Alelopatia: Seu desenvolvimento e importância no processo de invasão

A forma de vida sésstil dos vegetais os obrigou a desenvolver, ao longo de sua evolução, eficientes mecanismos que atuassem tanto na defesa contra predadores, quanto na competição por recursos com outras plantas, aumentando suas vantagens adaptativas e permitindo o seu estabelecimento (RASCHER; HAY, 2014); para isso, cada espécie vegetal desenvolveu e aperfeiçoou seu próprio conjunto de compostos de defesa (LARCHER, 2006), cujos efeitos são chamados de toxicidade biogênica ou alelopatia.

Definida como a interferência (direta ou indireta) provocada pela liberação, no ambiente, de substâncias naturais oriundas do metabolismo secundário e que afetam o desenvolvimento de outras plantas (LIMA et al., 2004; RIZVI, 2012), a alelopatia, é uma forma de interação bioquímica entre vegetais e para autores como Rice (apud RIZVI, 2012; CHENG; CHENG, 2015), o termo pode ser extrapolado para os efeitos – benéficos ou maléficos – exercidos por biomoléculas liberadas - também - por microorganismos. Já para a Sociedade Internacional de Alelopatia (IAS, em inglês), o fenômeno pode ser definido como “[...] qualquer processo envolvendo metabólitos secundários produzidos por plantas, algas, fungos ou bactérias, que influencie o crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos ou agrícolas” (HE et al., 2012, tradução nossa).

Para outros autores, como Harborne e Almeida (apud PERIOTO, 2003), a alelopatia é um fenômeno extremamente complexo por ser um “componente de interferência, caracterizando-se pela introdução de novos fatores, os compostos químicos, no meio ambiente, o que a distingue da competição, que se dá pela retirada ou redução de fatores do ambiente”.

Devido à amplitude do conceito *alelopatia*, Scczepanski o dividiu em três categorias distintas:

Alelospolia ou competição, onde organismos provocam a retirada ou redução de fatores do ambiente, como água, etc., [...]; *alelomedicação* ou interferência indireta, onde as alterações são causadas no ambiente por organismos, com reflexo nos seres vizinhos, como a escolha seletiva de um herbívoro; e *alelopatia* [propriamente dita], interferência causada por substâncias químicas produzidas por certos indivíduos e que no ambiente afetam outros [membros] da comunidade. (PIRES; OLIVEIRA apud GATTI, 2003).

Essa diferenciação entre alelopatia e competição é corroborada por diversos autores, embora também reconheçam que ambos os fenômenos podem estar intimamente relacionados, uma vez que, ao afetar o crescimento de uma planta vizinha, aquela que liberou o aleloquímicos no ambiente pode se beneficiar na competição por recursos (REIGOSA et al., 2013). Para Ferreira e Áquila (2000) e Ferreira e Borghetti (2004), a competição se distingue da alelopatia por ser influenciada por fatores abióticos, enquanto a última é uma resposta a fatores bióticos.

Em 1978, Putnam e Duke introduziram os termos *planta doadora* (aquela que libera substâncias químicas) e *planta receptora* (afetada pelos compostos lançados por outro vegetal doador), relatando que a principal função dos produtos secundários é a proteção dos organismos que os produzem e que uma mesma substância poderia desempenhar inúmeras funções, dependendo de sua concentração, rotas de translocação e liberação (DANDELOT et al., 2008).

Somente no final do século XX, contudo, é que a importância da alelopatia no processo de invasão biológica começou a ser abordada, tanto na busca para determinar o modo de ação para essa interação, bem como em demonstrar sua contribuição na habilidade de algumas espécies exóticas em se tornarem dominantes na comunidade invadida (MEINERS; KONG, 2012; MATHIAS et al., 2015). Muito do sucesso da invasão vegetal está relacionado à bioquímica, uma vez que os fitoquímicos possuem um papel mutualístico ou defensivo e geram uma gama de respostas positivas ou negativas nas condições bióticas e abióticas da rizosfera. (SAX; STACHOWICZ; GAINES, 2005, tradução nossa).

Conforme Inderjit (2011) e Cheng e Cheng (2015), a interação alelopática pode ser significativa para a distribuição e abundância da comunidade vegetal, bem como para o sucesso de espécies invasoras; tal ideia se baseia em duas premissas: o estabelecimento de monoculturas pelos invasores em um local onde antes havia diversidade e a falta de adaptação da biota residente aos compostos produzidos pelas espécies introduzidas (HIERRO; CALLAWAY, 2003), conferindo a estas vantagens adaptativas que facilitarão seu estabelecimento (LI et al., 2010; FABBRO; PRATI, 2015). Essa última premissa é conhecida como a *Teoria de novas armas* (Novel weapons hypothesis, em inglês), segundo a qual as espécies invasoras bem-sucedidas se tornam abundantes no ambiente invasor devido à liberação de compostos com efeitos inibitórios na biota residente, mas que são relativamente ineficazes contra seus vizinhos naturais, que tiveram tempo para evoluir e se adaptar (ALBUQUERQUE et al., 2011; INDERJIT, 2011; MURREL et al., 2011; MATHIAS et al., 2015);

Para Sax, Stachowicz e Gaines (2005), a atuação dos aleloquímicos na invasão vai além, fornecendo vantagens àquelas espécies que possuam necessidades de recursos similares às nativas, auxiliando na eliminação dos competidores.

De fato, como He e colaboradores (2012) alertam, os efeitos alelopáticos dos fitoquímicos não influenciam isoladamente os ecossistemas naturais, mas se correlacionam diretamente com uma gama de outros processos ecofisiológicos, como competição e facilitação, o que determinará sua intensidade. Assim, em um ambiente natural, com diversos tipos de ameaças, as reações de defesa vegetal dependerão diretamente da forma como múltiplos processos ecológicos interagem simultaneamente para afetar a expressão dos aleloquímicos (INDERJIT, 2011; MEINERS; KONG, 2012).

Pode-se dizer, portanto, que os metabólitos secundários fazem da alelopatia um importante mecanismo ecológico (GATTI; PEREZ; FERREIRA, 2007; LI et al., 2010), visto que exercem inúmeras funções ecológicas diretas e indiretas que vão muito além do combate a patógenos e predadores (INDERJIT, 2011); diretamente, são responsáveis pela prevenção da decomposição das sementes, influem no crescimento e metabolismo vegetal (PERIOTO, 2003) e na dormência das gemas, atraem polinizadores e dispersores de sementes (TEIXEIRA et al., 2005; INDERJIT et al., 2011), atuam como agentes transportadores de metais e agentes de simbiose entre microorganismos do solo e planta (LORENZO; GONZÁLES, 2010). Os efeitos indiretos, por sua vez, incluem alterações nas características nutricionais do solo, ciclagem de nutrientes (KAUR et al., 2012) e modificação da microbiota do solo (TEIXEIRA et al., 2005; MEINERS et al., 2012).

Por mais pontuais que sejam as alterações provocadas pelos aleloquímicos, em se tratando de interferência no metabolismo rotas inteiras podem ser alteradas, haja vista os inúmeros controles do tipo feedback envolvidos nas reações metabólicas (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

É fundamental, contudo, ter em mente que os efeitos visíveis dos fitoquímicos sobre o organismo vegetal representam apenas uma sinalização secundária de mudanças anteriores; desta forma, interferências sobre germinação e/ou desenvolvimento espelham eventos ocorridos a nível celular e molecular (FERREIRA; ÁQUILA, 2000; BORELLA et al., 2012; MORAES et al., 2014), como: inibição da divisão e alongação celular, modificações na micro e macroestrutura citológica, produção excessiva de espécies reativas de oxigênio e inibição de enzimas antioxidantes, impedindo sua ação no combate ao estresse oxidativo, aumento na permeabilidade da membrana celular, alteração na produção de promotores de crescimento, alteração da funcionalidade enzimática, na respiração e captação de água e nutrientes, inibição ou danos no aparato fotossintético e aceleração da decomposição de pigmentos fotossintéticos, influência na síntese de DNA e proteínas associadas (PELLISSIER, 2013; CHENG; CHENG, 2015).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso na colonização de novos habitats depende das características ecológicas do ambiente receptor, bem como da capacidade das espécies invasoras em suplantarem as nativas através de competição por recursos e dispersão populacional. Compreender os mecanismos ecológicos que favorecem a invasão por essas espécies é fundamental para a busca de soluções para este grave problema ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. B. et al. Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review. **Agron. Sustain. Dev.**, n. 31, p. 379–395, 2011.
- ALIZADEH, O. Exploitation of allelopathy in agriculture. **Advances in Environmental Biology**, v. 5, n. 7, p. 1559-1562, 2011.
- BARNES, M.A. **Invasion biology: a very brief history**. 2014. Disponível em: <www.pierisproject.org/cool-stuff/invasion-biology-a-very-brief-history>. Acesso em 08 dez. 2015.
- CADOTTE, M. W.; MCMAHON, S. M.; FUKAMI, T. **Conceptual ecology and invasions biology: reciprocal approaches to nature**. Kluwer Publishers: London, 2005.
- CECCON, E. **Restauración en bosques tropicales: Fundamentos ecológicos, prácticos y sociales**. Colômbia: CRIM-Ediciones Díaz de Santos, 2013.
- CHENG, F; CHENG, Z. Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-16, 2015.
- COLAUTTI, R.I et al. Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? **Ecology letters**. France, v.7, p.721-733. 2004.
- DANDELLOT, S. et al. Allelopathic potential of two invasive alien *Ludwigia* spp. **Aquatic Botany**, n.88, 2008.
- DARWIN, C. **A origem das espécies**. 1ª ed. São Paulo: Martin Claret, 2004.
- DIAS, J. et al. Invasive Alien Plants in Brazil: A Nonrestrictive Revision of Academic Works. **Natureza & Conservação** v.11, n. 1, p. 1-5, 2013.
- FABBRO, C.D; PRATI, D. The relative importance of immediate allelopathy and allelopathic legacy in invasive plant species. **Basic and Applied Ecology**, v. 16, p. 28–35, 2015.
- FRANCIS, R.A. A new encyclopedia for biological invasions. **Frontiers of biogeography**. California, v. 3, n. 3, p. 95-97. 2011. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/fb>>. Acesso em: 09 dez. 2015.
- FERREIRA, A.G; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, n.12, 2000.

- FERREIRA, A.G; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- FOXCROFT, L.C. et al. **Plant Invasions in Protected Areas: Patterns, Problems and Challenges**. Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology 7. Netherlands: Springer, 2013.
- GATTI, A.B. **Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Ktze e *ocotea odorífera* (VELL) Rohwer**. Dissertação (Pós-Graduação em Ecologia de Recursos Naturais), São Carlos, 2003.
- GATTI, A.B; PEREZ, S.C.J.G.A; FERREIRA, A.G. Avaliação da Atividade Alelopática de Extratos Aquosos de Folhas de Espécies de Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 174-176, 2007.
- HE, H.B. et al. Separation of allelopathy from resource competition using rice/barnyardgrass mixed-cultures. **Plos One**, v. 7, n. 5, p. 1-5, 2012. Disponível em : <www.plosone.org>. Acesso em : 07 jan. 2016.
- HOROWITZ, C; MARTINS, C.R; WALTER, B.M.T. Flora Exótica no Parque Nacional de Brasília: Levantamento e Classificação das Espécies. **Biodiversidade Brasileira**. Brasília: ICMBIO v. 3, n. 2, p. 50-73, 2013.
- INDERJIT, et al. The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, n. 12, p. 655-662, 2011.
- IUCN. International Union for Conservation of Nature. Disponível em <<http://www.iucn.org>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- JOHNSTON, E.L; PIOLA, R.F; CLARK, G.F. **The role of propagule pressure in invasion success**. Biological Invasions in Marine Ecosystems. Springer, p 132-151, 2009.
- KAUR, R. et al. Community Impacts of Prosopis juliflora Invasion: Biogeographic and Congeneric Comparisons. **Plos One**, v. 7, n. 9, 2012.
- KOIKE, F. et al. **Assessment and control of biological invasion risks**. Switzerland: IUCN, 2006.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Editora, 2006.
- LEÃO, T.C.C et al. **Espécies exóticas invasoras no nordeste do Brasil: Contextualização manejo e políticas públicas**. Recife: Capan, 2011.
- LI, Z-H. et al. Phenolics and plant allelopathy. **Molecules**, v. 15, p. 8933-8952, 2010.
- LORENZO, P; GONZÁLES, L. Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales. **Ecosistemas**, v. 19, n. 1, p. 79-91, 2010.
- MATHIAS, C. et al. Allelopathic effect of a native species on a major plant invader in Europe. **Sci Nat**, n. 102, 2015.
- MATOS, D.M.S; PIVELLO, V.R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres – alguns casos brasileiros. **Cienc. Cult.** São Paulo, v. 61 n.1, p 27-30, 2009.

- MATTHEWS, S. **América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras**. 1ª ed. Programa Global de Espécies Invasoras – GISP, 2005.
- McGEOCH, M.A; CHOWN, S.L; KALWIJ, J.M. A Global Indicator for Biological Invasion. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p 1635–1646, 2006.
- McNEELY, J.A. **The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species**. UK: IUCN, 2001.
- McNEELY, J.A, et al. **A Global Strategy on Invasive Alien Species**. Cambridge: IUCN, 2001.
- MEINERS, S.J. et al. Developing an ecological context for allelopathy. **Plant Ecol**, n. 213, p. 1221–1227, 2012.
- MEINERS, S.J; KONG, C-H. Introduction to the special issue on allelopathy. **Plant Ecol**, n. 213, p. 1857–1859, 2012.
- MORAES, L.P.S et al. Efeitos alelopáticos de *Lafoensia glyptocarpa* Koehne sobre *Sesamum indicum* L. e sobre o crescimento de coleótilos de *Triticum aestivum* L. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 69, n. 1, p. 37-48, 2014.
- MORO, M.F. et al. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Bot. Bras.**, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.
- MURREL, C. et al. Invasive knotweed affects native plants through allelopathy. **American Journal of Botany**, v. 98, n. 1, p. 38-43, 2011.
- PELLISSIER, F. Improved germination bioassays for allelopathy research. **Acta Physiol Plant**, n. 35, p. 23–30, 2013.
- PERIOTO, F. **Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. Ex Benth. E de *Anacardium humile* Mart. Na germinação e no crescimento de *L. sativa* L. e de *R. sativus* L.** Dissertação (Mestrado em Ecologia de Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.
- PETENON, V.; PIVELLO, V.R. Plantas invasoras: representatividade da pesquisa dos países tropicais no contexto mundial. **Natureza e Conservação**, v.6, n. 1, pp. 65-77, 2008.
- PYSEK, P.; JAROSIK, V.; PERGL, J. Alien Plants Introduced by Different Pathways Differ in Invasion Success: Unintentional Introductions as a Threat to Natural Areas. **Plos One**, v. 6, n. 9, 2011.
- RASHER, D.B ; HAY, M.E. Competition induces allelopathy but suppresses growth and anti-herbivore defence in a chemically rich seaweed. **Proc. R. Soc. B**, n. 281, p. 1-9, 2014. Disponível em : <<http://rspb.royalsocietypublishing.org>>. Acesso em 07 jan. 2016.
- REICHARD, S.H; WHITE, P.S. Invasion biology: an emerging field of study. **Ann. Missouri Bot. Gard. North Carolina**, v.90, p. 64-66, 2003.
- REIGOSA, M et al. Allelopathic research in Brazil. **Acta bot. bras.**, v. 27, n. 4, p. 629-646, 2013.
- RICHARDSON, D.M et al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**. EUA, v. 6, n. 2, p. 93-107, 2000.

RIZVI, S. J. **Allelopathy: basic and applied aspects**. Springer Science & Business Media, 2012.

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

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

SAX, D.F; STACHOWICZ, J.J; GAINES, S.D. **Species invasions: Insights into ecology, evolution and biogeography**. Sinauer Associates Inc. 2005.

SIMÕES, C.M.O et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, I. R. *et al.* Consórcio de Hortaliças. **Revista Semina**, Londrina, v. 26, n.4, quarto trimestre, 2005. Disponível em: <http://www.uel.br/proppg/semina/pdf/semina_26_4_19_10.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2006.

THE NATURE CONSERVANCY. **Contextualização sobre espécies exóticas invasoras: Dossiê Pernambuco**. Recife: Capan, 2009, 65p.

UESUGI, A; KESSLER, A. Herbivore exclusion drives the evolution of plant competitiveness via increased allelopathy. **New Phytologist**, n. 198, p. 916–924, 2013. Disponível em: <www.newphytologist.com>. Acesso em: 08 jan. 2016.

VITULE, J.R.S; PRODOCIMO, V. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. **Estud. Biol., Ambiente Divers.**, v. 34, n. 83, 2012, p 225-237.

ZILLER, S.R. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. **Revista Ciência Hoje, Coluna Opinião**, v. 30, n. 178, Dezembro de 2001. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2001/178>>. Acesso em: 12 out. 2014.

ZILLER, S.R; DECHOUM, M.S. Plantas e Vertebrados Exóticos Invasores em Unidades de Conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**. Brasília: ICMBIO v. 3, n. 2, p. 04-31, 2013.

SOBRE A ORGANIZADORA

PATRÍCIA MICHELE DA LUZ Estudante de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Tecnológica do Paraná, Campus Ponta Grossa. Mestre em Botânica pela Universidade Federal do Paraná (concluído em 2014) e formada em Ciências Biológicas - Bacharelado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (concluído em 2012). Linha de pesquisa com foco em Ecologia dos Campos Gerais do Paraná, fenologia, biologia floral, genética populacional.

Endereço para acessar este CV de Patrícia Michele da Luz: <http://lattes.cnpq.br/6180982604460534>

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-455090-7-3

