

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

ANA CAROLINA DA SILVA CHARBEM AARÃO

DENSIDADE ENERGÉTICA DE PEIXES EM UMA PLANÍCIE DE
INUNDAÇÃO NEOTROPICAL: PISCÍVOROS NÃO NATIVOS OBTÊM
MAIS ENERGIA DO QUE OS NATIVOS?

Maringá

2019

ANA CAROLINA DA SILVA CHARBEM AARÃO

DENSIDADE ENERGÉTICA DE PEIXES EM UMA PLANÍCIE DE
INUNDAÇÃO NEOTROPICAL: PISCÍVOROS NÃO NATIVOS OBTÊM
MAIS ENERGIA DO QUE OS NATIVOS?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biologia das Interações Orgânicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Evanilde Benedito

Maringá

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Aarão, Ana Carolina da Silva Charbem

A113d Densidade energética de peixes em uma planície de inundação neotropical: piscívoros não nativos obtêm mais energia do que os nativos?/ Ana Carolina da Silva Charbem Aarão. -- Maringá, 2019.

72 f. : il., figs., tabs.

Orientadora: Prof.a. Dr.a. Evanilde Benedito.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, 2019.

1. Invasões biológicas. 2. Densidade energética. 3. Calorimetria. 4. Barragens. 5. Impactos ambientais. 6. Ictiofauna. I. Benedito, Evanilde, orient. I. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada. III. Título.

CDD 22. ED.597.74130981

Jane Lessa Monção CRB 1173/9

ANA CAROLINA DA SILVA CHARBEM AARÃO

Densidade energética de peixes em uma planície de inundação Neotropical:
piscívoros não nativos obtêm mais energia que os nativos?

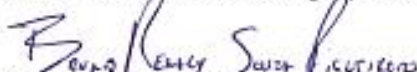
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre/Doutor em Biologia das Interações Orgânicas pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA



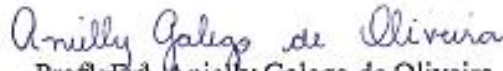
Prof.^a Dr.^a Evanilde Benedito

Universidade Estadual de Maringá (Presidente)



Prof. Dr. Bruno Renaly Souza Figueiredo

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.^a Dr.^a Anielly Galego de Oliveira

Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 28 de fevereiro de 2019.

Local de defesa: Sala 001, Bloco H-90, *campus* da Universidade Estadual de Maringá.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais
que com muito amor incentivaram
minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela sabedoria para descobrirmos e cuidarmos das coisas admiráveis que Ele fez e também por colocar em minha vida pessoas maravilhosas que me ajudaram a chegar até aqui. Em especial aos meus pais, Edimar e Maria Helena, pelo incentivo, apoio, amor incondicional e por nunca me deixarem desistir dos meus sonhos, mesmo nos momentos de dificuldade. E ao Mayke, meu noivo, que está comigo desde o início da minha trajetória acadêmica, obrigada pelo carinho, pela paciência e por me incentivar a acreditar que sou capaz.

A minha orientadora Professora Doutora Evanilde Benedito, serei sempre grata por me abrir as portas do seu laboratório, pela oportunidade de aprendizado, por todo seu apoio, amizade e confiança em mim e em meu trabalho.

A todos os amigos do Laboratório de Ecologia Energética, o laboratório mais Gourmet da UEM, o meu muito obrigada por todos dias de trabalho, pelos momentos de descontração, as inúmeras risadas, por todos os cafés da manhã, lanches da tarde, aniversários, festas juninas e confraternizações...são momentos e pessoas que nunca vou esquecer...

Em especial a Camis que cumpriu comigo os créditos das disciplinas, esteve comigo no dia a dia do laboratório e fez várias contribuições para esta dissertação, com você, sem dúvida o mestrado se tornou mais leve. Gi Pinha, sempre me salvando em todas as dúvidas, principalmente na parte estatística, não tenho palavras para agradecer! Lou, agradeço imensamente pelas valiosas contribuições para esse trabalho e por sua generosidade, mesmo na correria de fim de doutorado conseguiu ajudar as amigas de laboratório. Dani e Dri, da graduação para o mestrado, compartilhando os mesmos desafios, dividindo as experiências e dando muitas risadas. Dayane, meu xuxuzinho obrigada por se luz nos dias nublados. Gis e Gustavavo, obrigada por cederem parte das amostras de vocês para que eu pudesse realizar as minhas análises. E a Ériquina, nossa técnica maravilhosa, que juntamente com os estagiários Acauã, Luany e Vinícius, formaram uma força tarefa para ajudar a limpar os músculos.

Não posso esquecer dos meus amigos da vida Taiana e Jaime que compreenderam com muita paciência as minhas ausências e mesmo me longe me davam forças para que eu pudesse concluir essa etapa tão importante da minha vida.

Agradeço imensamente a banca examinadora composta pelos membros titulares Prof. Dr. Bruno Renaly Souza Figueiredo (UFSC) e Dr^a. Anielly Galego de Oliveira (UEM) e

pelos suplentes Prof^a. Dr^a. Gisele Caroline Novakolski (UNINGÁ) e Dr^a. Rosa Maria Dias, por terem prontamente aceitado contribuir com esse trabalho.

Agradeço ao Nupélia e ao pelo apoio logístico e financeiro e a todos os funcionários que tornam possíveis as campanhas do PELD, ao Laboratório de Limnologia pela disponibilização dos dados abióticos, e a CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.

EPÍGRAFE

O que prevemos raramente ocorre; o
que menos esperamos geralmente
acontece.

(BENJAMIN DISRAELI)

Densidade energética de peixes em uma planície de inundação neotropical: piscívoros não nativos obtêm mais energia do que os nativos?

RESUMO

Os ambientes aquáticos continentais são alvo de inúmeras ações antrópicas que favorecem a introdução de espécies não nativas. Quando uma espécie é introduzida ela deve superar uma série de barreiras para se estabelecer no novo ambiente. Uma vez estabelecida, ela causa sérios impactos, pois desestabiliza relações interespecíficas pré-existentes. Peixes não nativos utilizam diferentes estratégias para garantir seu sucesso no ambiente, quando este apresenta uma espécie nativa congênere, essas devem competir em vários aspectos, entre eles os padrões de obtenção e uso de energia. A densidade energética tem sido utilizada em estudos ecológicos para indicar o estado fisiológico de organismos e mudanças das condições ambientais. Diante disso, foram testadas as hipóteses de que: *i*) as espécies não nativas apresentam maior densidade energética em relação às nativas, e *ii*) as espécies nativas e não nativas apresentam maior densidade energética em ambientes mais conservados. As amostragens foram realizadas na planície de inundação do alto rio Paraná, nas sub-bacias Paraná e Ivinhema, em janeiro, setembro e dezembro de 2016 e março, junho e setembro de 2018. A densidade energética foi obtida de amostras de músculos de peixes piscívoros nativos *Serrasalmus maculatus* e *Hoplias* sp2 e não nativos *Serrasalmus marginatus* e *Hoplias mbigua* de ambos os sexos, pertencentes ao estágio de regeneração em bomba calorimétrica e expressa em Cal/g de peso seco. Houve diferença significativa entre as densidades energéticas das espécies nativas e não nativas, no entanto, a maior densidade energética foi observada nas espécies nativas, embora o número de indivíduos amostrados tenha sido expressivamente maior das espécies não nativas. Esse resultado revela sua estratégia de se dispersar no ambiente, enquanto a nativa presa pela sua manutenção ambiente. Para a relação da densidade energética com os ambientes conservados e impactados, as espécies nativas apresentaram diferença significativa entre eles, sendo que o maior teor de energia foi observado no ambiente conservado, enquanto que para as espécies não nativas não houve diferença significativa entre os ambientes, demonstrando o seu potencial em se estabelecer em ambientes alterados pelo homem.

Palavras-chave: Calorimetria. Invasões biológicas. Barragens. Impactos ambientais. Ictiofauna.

Energetic density of fish in a neotropical floodplain: do non-native piscivoros get more energy than natives?

ABSTRACT

The continental aquatic environments are the target of numerous anthropic actions that favor the introduction of non-native species. When a species is introduced it must overcome a series of barriers to establish itself in the new environment. Once established, it causes serious impacts as it destabilizes preexisting interspecific relationships. Non-native fish use different strategies to ensure their success in the environment, when it presents a native species, they must compete in several aspects, among them the patterns of obtaining and using energy. Energy density has been used in ecological studies to indicate the physiological state of organisms and changes in environmental conditions. Therefore, we hypothesized that: i) non - native species have a higher energy density than native ones, and ii) native and non - native species present higher energy density in more conserved environments. Samplings were carried out in the floodplain of the Upper Paraná River, in the Paraná and Ivinhema sub-basins, in January, September and December of 2016 and in March, June and September of 2018. The energy density was obtained from samples of muscles of native piscivorous fish *Serrasalmus maculatus* and *Hoplias sp2* and non native *Serrasalmus marginatus* and *Hoplias mbigua* of both sexes, belonging to the stage of regeneration in calorimetric pump and expressed in Cal / g of dry weight. There was a significant difference between the energetic densities of native and non - native species. However, the highest energy density was observed in native species, although the number of individuals sampled was significantly higher in non - native species. This result reveals its strategy of dispersing in the environment, while the native trapped by its maintenance environment. For the relation of the energy density with the conserved and impacted environments, the native species showed a significant difference between them, being that the highest energy content was observed in the conserved environment, whereas for the non native species there was no significant difference between the environments, demonstrating its potential to establish itself in man-altered environments.

Keywords: Calorimetry. Biological invasions. Dams. Environmental impacts. Ichthyofauna.

DENSIDADE ENERGÉTICA DE PEIXES EM UMA PLANÍCIE DE
INUNDAÇÃO NEOTROPICAL: PISCÍVOROS NÃO NATIVOS OBTÊM
MAIS ENERGIA DO QUE OS NATIVOS?

Artigo elaborado e formatado conforme
as normas para publicação científica no
periódico *Biological Invasions*.

SUMÁRIO

1.	Introdução	13
2.	Metodologia	15
	2.1 <i>Área de estudo</i>	15
	2.2 <i>Amostragem</i>	17
	2.2.1 <i>Ictiofauna</i>	17
	2.2.2 <i>Variáveis ambientais</i>	17
	2.2.3 <i>Densidade energética</i>	18
	2.3 <i>Análise de dados</i>	19
3.	Resultados	19
4.	Discussão	21
	REFERÊNCIAS	24
	ANEXO A – Normas para publicação: <i>Biological Invasions</i>	31

CAPÍTULO 1

Introdução

1. Introdução

Ações antrópicas têm provocado alterações nos ambientes aquáticos continentais (Holanda et al. 2005; Struyf et al. 2010), favorecendo a introdução de espécies não nativas. Estas quando são deslocadas de suas áreas naturais passam a interferir na ecologia dos ecossistemas e no funcionamento das comunidades nativas (Dudgeon et al. 2006; Blackburn et al. 2014; Jeschke et al. 2014). Portanto, são consideradas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (*International Union for Conservation of Nature – IUCN*) como a segunda maior causa de perda da biodiversidade, atrás apenas da destruição de *habitats* (Rodríguez, 2001; Dudgeon et al. 2006; Blackburn et al. 2014; Jeschke et al. 2014). Quando uma espécie é introduzida em um novo ambiente, ela precisa superar uma série de filtros ambientais bióticos e abióticos (Williamson, 1996; Richardson et al. 2000; Blackburn et al. 2011), para obter êxito no seu estabelecimento. Uma vez instaladas, exercem efeitos diretos (competição e predação) e indiretos (cascata trófica) que desestabilizam as comunidades, pois afetam interações interespecíficas pré-existentes (Fuller, 1999; Simon e Townsend, 2003; Pilger et al. 2010; Baxter et al. 2004; Lockwood et al. 2007).

Estudos ecológicos têm abordado os fatores que contribuem para o sucesso das espécies não nativas nos ambientes invadidos, como as características da invasão, das espécies, e os mecanismos ecológicos e evolutivos (Catford et al. 2009; Li et al. 2015; Kleunen et al. 2010). Ao estudar comunidades vegetais, Darwin (1859), propôs que espécies invasoras são favorecidas se houverem espécies nativas de mesmo gênero no ambiente invadido, uma vez que ambas compartilham as mesmas características e apresentam similaridade na história de vida, o que pode aumentar as chances de sucesso da invasão (hipótese da pré-adaptação; (Curnutt 2000; Ricciardi e Mottiar 2006; Procheş et al. 2008; Li et al. 2015b ; Skóra et al. 2015). Um exemplo desse processo, foi o estudo realizado por Allen et al. (2013), no qual obtiveram os mesmos resultados para espécies de peixes não nativas em ambientes invadidos com espécies congêneres.

Uma característica dos peixes é a utilização de diferentes estratégias para garantir o seu sucesso no ambiente (Vazzoler, 1996). Para isso, utilizam os recursos alimentares como substrato para seus processos metabólicos (Calow, 1985), sendo constituídos quimicamente por água, proteínas, lipídios, carboidratos e compostos nitrogenados não-proteicos, entre outros. As proporções desses compostos determinam o seu conteúdo energético (Cui e Wootton, 1988), que servem como um indicador de suas condições fisiológicas. O balanço energético apresenta-se então como um recurso alternativo para o entendimento da ecologia de um organismo. Esse

balanço é resultante da diferença entre a porção da energia que é obtida através da alimentação e da porção da energia que é desprendida para os vários processos vitais. A eficiência no uso da energia assimilada, seja para o metabolismo, crescimento somático ou reprodução, além de suas habilidades para adquirir e alocar, é que garantem o sucesso de determinadas espécies no ambiente (Ferreira e Caramaschi, 2005).

As condições alimentares às quais os peixes estão submetidos, podem retratar diferenças no armazenamento e alocação de reservas de energia, o que pode indicar o bem-estar do peixe, e possibilitar que sejam feitas relações com os hábitos comportamentais (Vazzoler e Vazzoler, 1965) e as condições ambientais (Filbert e Hawkins, 1995). A alocação de energia pode ser influenciada por diversos fatores, direta ou indiretamente por agentes internos e externos ao organismo. Entre os fatores internos estão o sexo, a idade e o período reprodutivo. Os fatores externos podem ser representados pelos componentes bióticos (disponibilidade de alimento e competição) e abióticos (temperatura, pH, oxigênio e nutrientes dissolvidos) (Nikolsky, 1978; Brett, 1979). Segundo Dourado e Benedito-Cecilio (2005), a energia alocada nos tecidos musculares dos peixes pode refletir a concentração de nutrientes no ambiente, sendo assim, locais com concentrações de nutrientes mais elevadas apresentam organismos com maiores densidades energéticas.

Para espécies do mesmo gênero, ou seja, com proximidade filogenética (Ricciardi e Mottiar 2006; Li et al. 2015a), os nichos ecológicos tendem a ser muito próximos (Keppeler et al. 2014), portanto, estas devem competir em vários aspectos, incluindo a obtenção e uso da energia do ambiente. Essa interação entre espécies nativas e não nativas e destas com o ambiente reflete-se na densidade energética presente em seus tecidos somáticos. A densidade energética, em estudos ecológicos, tem sido utilizada para indicar o estado fisiológico e mudanças na composição do corpo de peixes, o que permite uma avaliação de alterações ambientais (Encina e Granado Lorencio, 1997; Dourado e Benedito-Cecilo, 2005; Monteiro et al. 2007). É vital a compreensão dos fluxos energéticos para a organização dos ecossistemas (Linderman, 1942), uma vez que o acúmulo de energia e os padrões de alocação são essenciais para o sucesso ecológico e adaptativo dos organismos nos ambientes invadidos (Saldanã e Venables, 1983; Wootton, 1990).

Quando se trata de ambientes aquáticos continentais, intervenções humanas como a eliminação de barreiras naturais para o controle da vazão de rios (através de barramentos) causam diversas alterações, como: mudanças das características físicas e químicas da água; retenção de detritos e nutrientes; fragmentação de habitats; conexão entre corpos hídricos isolados (Agostinho et al. 2007). Todas estas consequências da alteração dos corpos aquáticos

por barramentos facilitam a dispersão de espécies que não se estabeleceriam no ambiente conservado (Agostinho e Júlio Junior 1996; Havel et al. 2005, Júlio Junior et al. 2009; Johnson et al. 2008; Vitule et al. 2012).

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi analisar as possíveis variações da densidade energética de peixes. Uma vez que: *i*) para se estabelecer em um novo ambiente espécies não nativas devem apresentar vantagens sobre as nativas, podendo refletir-se no padrão de obtenção e uso de energia, e *ii*) visto que a densidade energética está relacionada a concentração de nutrientes dos ambientes, hipotetizou-se que: *i*) as espécies não nativas apresentam maior densidade energética em relação às nativas, e *ii*) as espécies nativas e não nativas apresentam maior densidade energética em ambientes mais conservados. Dada a grande preocupação da introdução de espécies nos ecossistemas aquáticos continentais, este trabalho visa contribuir para o entendimento das interações entre espécies nativas e não nativas, bem como entre estas e o ambiente, a fim de fornecer informações que possam auxiliar na compreensão do estabelecimento das espécies não nativas e a sua coocorrência com as nativas em ambientes impactados por barragens.

2 . Métodos

2.1 Área de estudo

O local de desenvolvimento da pesquisa compreende a planície de inundação do alto rio Paraná que está inserida na região Neotropical (Alberts et al. 2011), e abrange o último trecho livre de barramentos do rio Paraná, conhecido como planície de inundação do alto rio Paraná, localizado a jusante da barragem de Porto Primavera e a montante do reservatório de Itaipu (Thomaz et al. 1997), com aproximadamente 230 km de extensão. Formada por uma série de canais, afluentes e lagoas inundáveis associadas (Thomaz et al. 2004), com alta complexidade de interações (Böhlke et al. 1978), e com uma das mais diversificadas ictiofaunas do mundo (Lowe-McConnell, 1999). Destaca-se por ser um dos ambientes aquáticos de maior importância ecológica, econômica e recreativa do Brasil, além da alta densidade populacional no seu entorno. No entanto, apresenta-se também como um dos mais afetados pela ação antrópica (Agostinho et al. 2007; Agostinho et al. 2008), pois encontra-se sob controle de uma série de barragens, que interferem no funcionamento natural desse ecossistema (Petrere Jr. et al. 1996; Neiff, 2001; Agostinho et al. 2008).

Nas últimas décadas foram construídos mais de 145 reservatórios na bacia do rio Paraná, sendo estes considerados como a principal causa de impactos negativos na região (Agostinho et al. 2007; Agostinho et al. 2008), ocasionando alterações nas características físicas e químicas

da água e a fragmentação dos habitats facilitando a introdução e a permanência de espécies não nativas (Havel et al. 2005; Johnson et al. 2008). Estudo realizado por Júlio-Júnior et al. (2009), demonstrou que 33 espécies de peixes nativos do baixo rio Paraná encontravam-se no trecho alto do rio, em decorrência da formação do reservatório de Itaipu (1982), que inundou o Salto de Sete Quedas, barreira geográfica natural que separava a ictiofauna dos trechos a montante. Com o início da operação de um canal para transposição de peixes, em 2002, outras espécies também foram capazes de se dispersar e atingir a região alta do rio (Júlio-Junior et al. 2009; Vitule et al. 2012).

Nesse contexto foram amostrados seis pontos de coleta, distribuídos por duas sub-bacias da planície: Paraná - 22°45'S; 53°15'W (rio Paraná, lagoa das Garças e ressaco do Pau Veíó), e Ivinhema - 22°47'S; 53°32'W (rio Ivinhema, lagoa Ventura e lagoa dos Patos) (Figura 1).

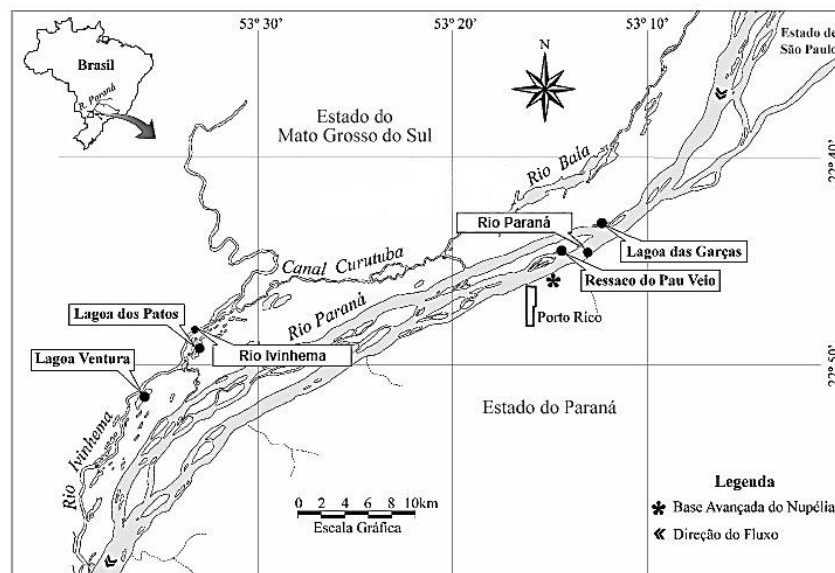


Figura 1. Área de estudo (planície de inundação do alto rio Paraná), com a localização dos seis pontos amostrados nas duas sub-bacias.

As sub-bacias Paraná e Ivinhema, apresentam diferentes características limnológicas em decorrência das distintas influências as quais estão submetidas. A sub-bacia Paraná caracteriza-se por valores médios mais elevados de transparência (obtidos através do disco de Secchi, 3m) e menores valores médios de fósforo total ($12 \mu\text{g.L}^{-1}$), resultantes da cascata de reservatórios a montante do trecho amostrado, que retêm os nutrientes, diminuindo sua concentração na água, bem como sua turbidez. Em contrapartida, a sub-bacia Ivinhema apresenta maior turbidez (0,7m) e valores médios de fósforo total mais elevados ($39 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Roberto et al. 2009). Apresenta também maior grau de conservação, tanto por estar inserido

em uma área de preservação ambiental, o Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, como por estar sob menor influência dos impactos do represamento do rio Paraná (Agostinho et al. 2004). Sendo assim, a sub-bacia Ivinhema será tratada como conservada enquanto a do Paraná impactada.

2.2 Amostragem

2.2.1 Ictiofauna

Entre as espécies de peixes nativas do trecho baixo que conseguiram se estabelecer na parte alta do rio Paraná e passaram a coocorrer com suas congêneres estão *Serrasalmus marginatus* Valenciennes (1837) e *Hoplias mbigua* Azpelicueta, Benítez, Aichino e Mendez (2015), enquanto as nativas do alto rio Paraná são *Serrasalmus maculatus* Kner (1858) e *Hoplias* sp2 (apesar de ainda não ter sido descrita, caracteriza-se por ser um morfotipo bem definido). Essas espécies são classificadas como piscívoras (Azevedo e Gomes 1942; Paiva 1974; Braga 1954; Sazima e Pombal Junior 1988; Lowe-McConnell 1999; Agostinho et al. 2003), ou seja, encontram-se no topo da cadeia alimentar, dessa forma podem refletir a dinâmica energética dos níveis tróficos inferiores e destes com o ambiente.

Os peixes foram coletados nos meses de janeiro, setembro e dezembro de 2016, e março, junho e setembro de 2018, de acordo com o cronograma das campanhas de coleta do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) *site* 6, (Universidade Estadual de Maringá, Nupélia/PELD/CNPq). Redes de espera com diferentes tamanhos de malhas (2,4; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14 e 16 cm entre nós adjacentes) ficaram expostas por um período de 24 horas e foram inspecionadas a cada 8 horas. Após coletados, os peixes foram anestesiados e eutanasiados conforme orientações do Comissão de Ética no Uso de Animais da UEM (CEUA, Nº 1420221018, ID 001974,) e tiveram seus dados biométricos de comprimento padrão (cm) e peso (g) aferidos. As espécies foram identificadas segundo Graça e Pavanelli (2007) e Ota et al (2018), e depositadas na Coleção Ictiológica do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá.

2.2.2 Variáveis ambientais

As análises e retiradas de amostras para as variáveis ambientais foram feitas antes de qualquer outro procedimento nos locais de coleta, a fim de evitar qualquer interferência no ambiente que pudesse comprometer os resultados. As amostras foram coletadas no ponto central do ambiente, já os parâmetros abióticos foram medidos nas margens direita, esquerda e no centro. As variáveis ambientais relacionadas à profundidade (profundímetro), temperatura da água (termômetro), transparência da água (disco de Secchi), oxigênio dissolvido (oxímetro),

pH (pHmetro) e condutividade (condutivímetro) foram mensuradas no local com seus respectivos equipamentos de medida.

As demais variáveis foram analisadas pelo Laboratório de Limnologia do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia – UEM). Amostras de água foram coletadas em galões de 5 litros para análises de clorofila *a*, turbidez e nutrientes dissolvidos (nitrato, amônia, e fosfato), além de 5 frascos pequenos para coleta de amostras para análise de nutrientes totais (nitrogênio total fósforo total). Todas as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas com gelos durante o processo.

2.2.3 Densidade energética

Foram considerados somente peixes adultos, a fim de minimizar os efeitos da taxa de crescimento inerentes a cada espécie sob a densidade energética. Ainda, a influência da atividade reprodutiva anual foi reduzida por meio da seleção dos exemplares em estágio de maturação gonadal classificado como regeneração, de acordo com Brown-Peterson et al. (2011).

Para as análises de Densidade Energética (DE), os indivíduos das espécies nativas (NAT) e não nativas (NN) de cada sub-bacia (tabela 1), tiveram uma amostra de músculo extraída (aproximadamente 2 cm²), próximo à base de inserção da nadadeira dorsal. Todas as amostras de músculo devidamente identificadas foram limpas (retirada pele, escamas e ossos), enxaguadas em água destilada, incluídas em papel alumínio, rotuladas e congeladas. Posteriormente, foram submetidas à secagem em estufa a 45°C (durante 72 horas) e maceradas com o auxílio de um moinho de esferas e peneiradas até a obtenção de um pó fino e homogêneo. A densidade energética foi medida em calorias por grama de peso seco (cal/g de PS) e determinada em calorímetro adiabático (modelo Parr 6100).

Tabela 1. Número amostral das espécies nativas e não nativas por ambiente.

	Ivinhema	Paraná
<i>Hoplias</i> NAT	13	3
<i>Hoplias</i> NN	20	64
<i>Serrasalmus</i> NAT	7	5
<i>Serrasalmus</i> NN	56	14

2.2.4 Análise de dados

Para testar as hipóteses i) de que as espécies não nativas tem maior densidade energética do que as nativas ii) de que espécies nativas e não nativas apresentam maior densidade energética no ambiente mais conservado realizou-se uma Análise de Variância do programa STATISTICA e posterior teste de Shapiro Wilk para verificar se a amostra atendia aos pressupostos de homocedasticidade e normalidade, respectivamente. Uma vez que algum dos pressupostos não foram atendidos, realizou-se o teste de diferença de médias não paramétrico Kruskal-Wallis.

3. Resultados

Considerando as densidades energéticas das espécies nativas e não nativas, constatou-se, por meio do teste de Kruskal-Wallis, que houve diferença significativa entre as densidades energéticas das espécies ($KW-H_{(1,82)} = 8,463$; $p = 0,0036$), sendo que as espécies nativas apresentam maior densidade energética que as não nativas, rejeitando a hipótese inicial de que as espécies não nativas apresentam maior energia (Figura 2).

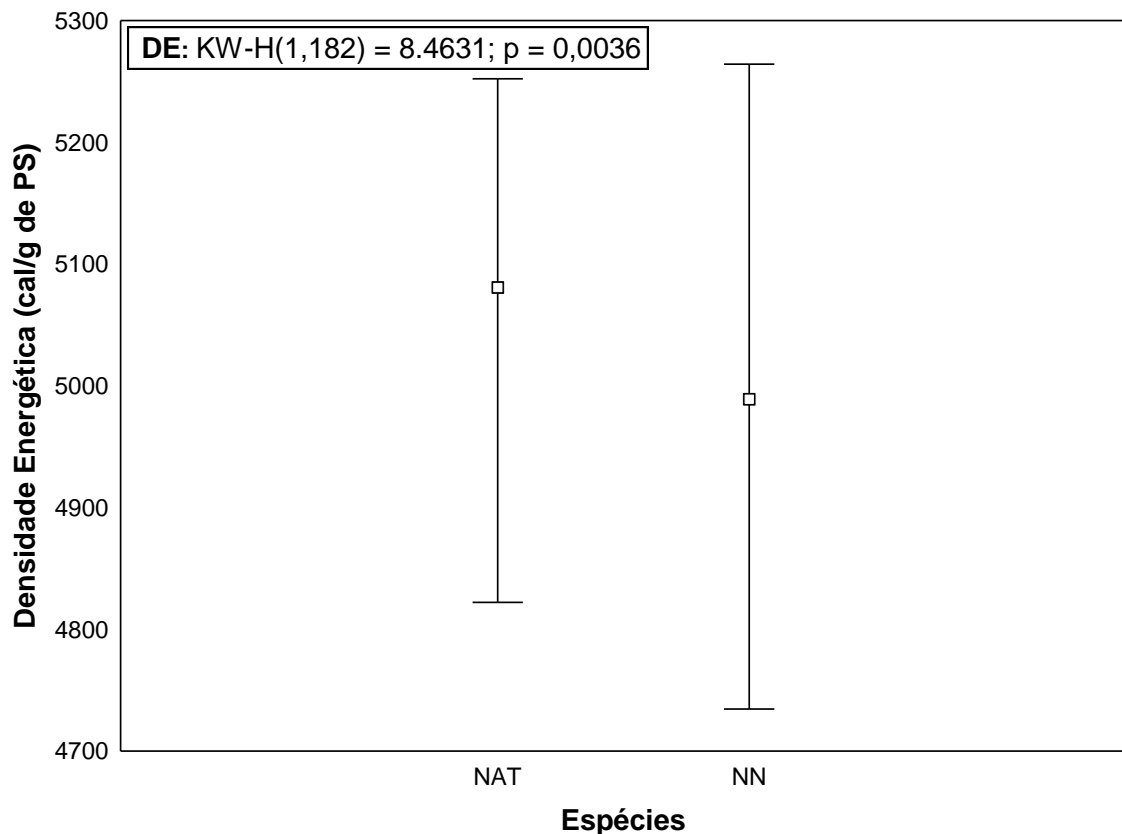


Figura 2. Densidade energética (DE) das espécies nativas (NAT) e não nativas (NN).

A segunda hipótese de que as espécies nativas e não nativas apresentam maior densidade energética no ambiente considerado conservado, foi testada através da realização de dois testes

de diferenças de médias não paramétricas, Kruskal-Wallis, um deles para as espécies nativas nos dois ambientes e outro para as espécies não nativas nos ambientes conservado e impactado. A densidade energética das espécies nativas apresentou diferença significativa entre os ambientes (NAT: $KW-H_{(1,28)} = 6,2095$; $p = 0,0127$), sendo que o ambiente conservado demonstrou maior energia (Figura 3).

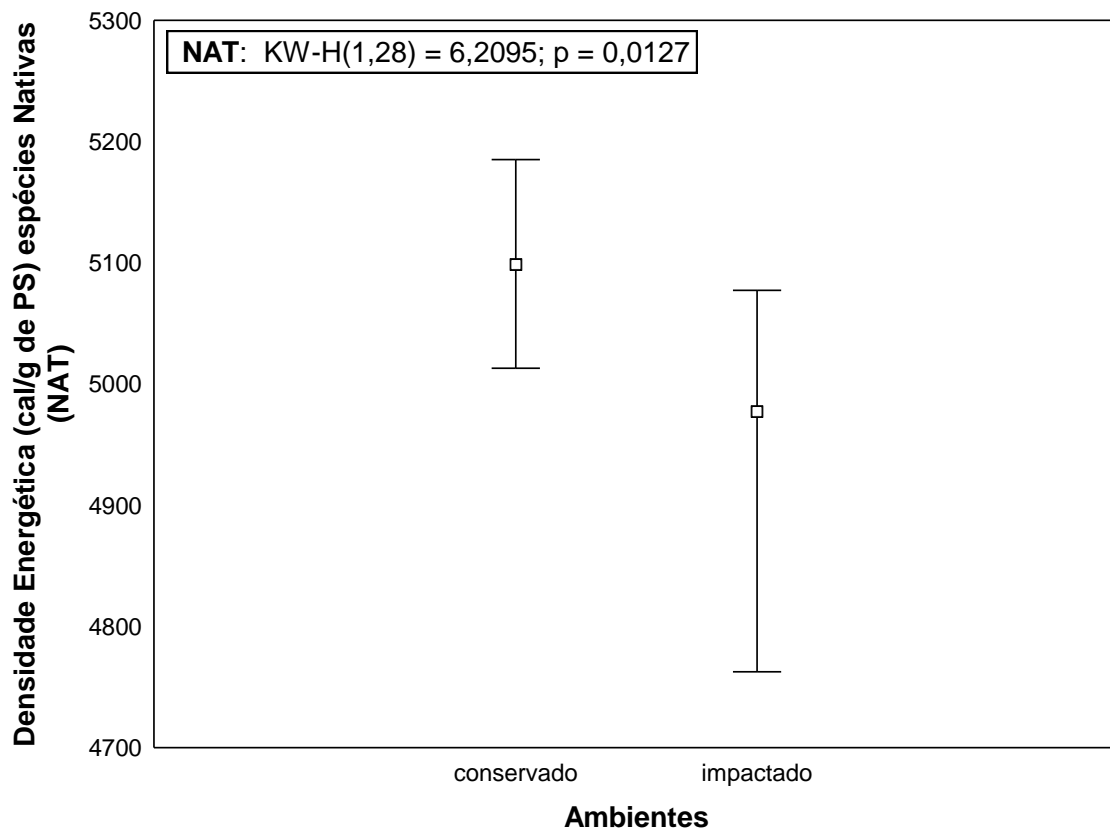


Figura 3. Densidade energética (DE) das espécies nativas (NAT) nos ambientes conservado e impactado.

Já para as espécies não nativas não foi verificado o mesmo resultado, constatou-se que não houve diferenças significativas entre as espécies não nativas nos ambientes conservados e impactados (Figura 4). Dessa forma, a segunda hipótese foi parcialmente corroborada, sendo verificada apenas para as espécies nativas.

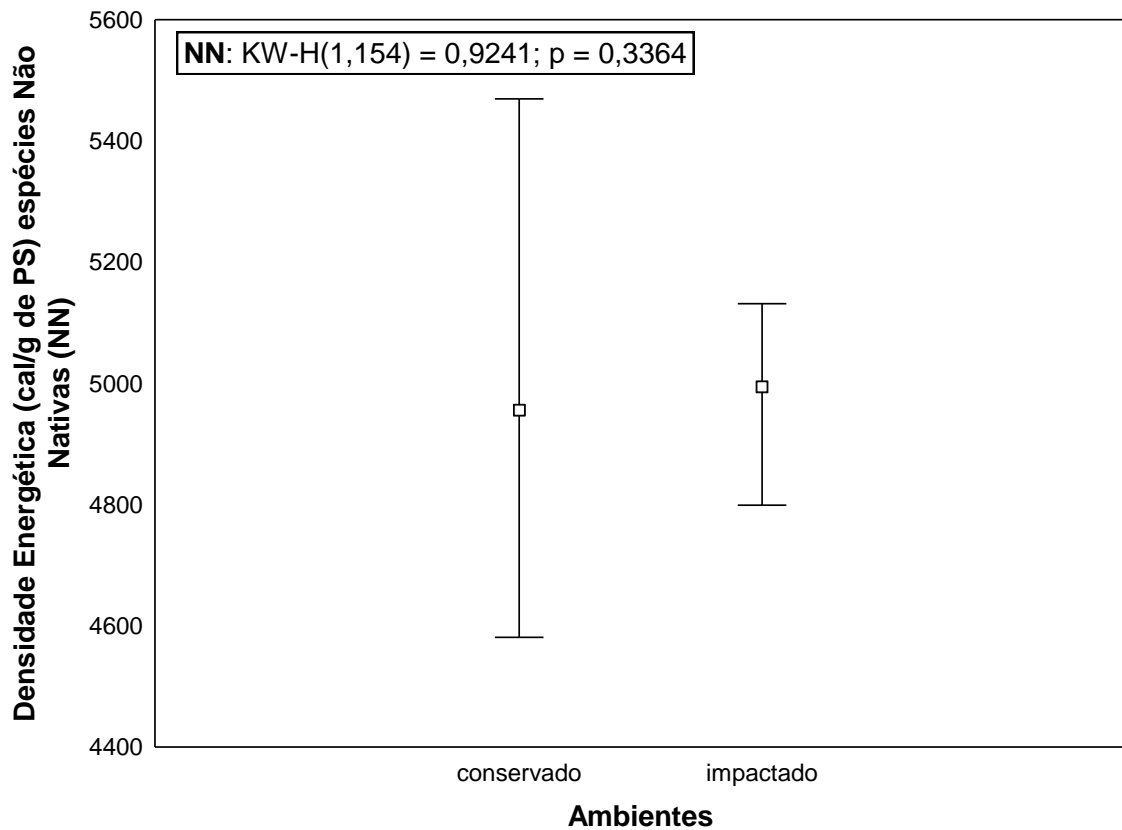


Figura 3. Densidade energética (DE) das espécies não nativas (NN) nos ambientes conservado e impactado.

4. Discussão

A hipótese inicial de que as espécies de peixes não nativas têm maior densidade energética em relação às nativas foi refutada. As espécies nativas, na presença de não nativas de mesmo gênero e com hábitos muito semelhantes demonstram maior êxito na obtenção e alocação de energia nos tecidos somáticos. A utilização de diferentes estratégias para conversão dessa energia alocada em processos vitais são características que garantem sucesso dos peixes no ambiente (Vazzoler, 1996).

Vários fatores influenciam os processos de alocação de energia, podendo afetar o metabolismo dos peixes direta ou indiretamente, internos e externos aos organismos. Segundo Simberloff e Dayam (1991), indivíduos da mesma guilda trófica exploram recursos ambientais de forma semelhante, entretanto, uma característica importante no comportamento alimentar de peixes é a plasticidade (Lacerda Lula, 2003). Portanto são necessárias adaptações metabólicas, que dependem da capacidade que cada espécie possui de resistir às mudanças que ocorrem no ambiente e que muitas vezes se tornam irreversíveis (Agostinho e Benedito-Cecilio, 1992). Dessa forma, a energia alocada nos tecidos somáticos corresponde ao resultado das interações

e limitações entre os custos e os benefícios de uma determinada situação ecológica (Pianka, 1982).

O estabelecimento de espécies não nativas pode resultar em alterações na dieta das espécies nativas, afetando seu *fitness* (Douglas et al. 1994; Córdova-Tápia et al. 2015) e levando ao declínio populacional (Agostinho et al. 2003). Segundo o mesmo autor, a espécie nativa desse estudo comporta-se como competidor fugitivo, desviando suas preferências alimentares e por recursos reprodutivos, favorecendo o aumento populacional da não nativa. Esse efeito foi observado por Alves et al. (2017) a partir de estudos de abundância das piranhas na planície de inundação do alto rio Paraná (Agostinho e Júlio Junior, 2002; Agostinho, 2003). Ao longo do tempo, ocorria o predomínio de *S. maculatus* (nativa) sobre *S. marginatus* (não nativa), cerca de três anos após a remoção da barreira geográfica (Salto das Sete Quedas) que separava as ecorregiões que habitavam as duas espécies, e nos anos seguintes notou-se um abrupto declínio de *S. maculatus*, com posterior aumento de *S. marginatus*. O mesmo pode estar ocorrendo com as *Hoplias*, uma vez que o número de espécimes amostrados de *H. mbigua* (não nativa) foi maior que o de *Hoplias* sp2 (nativa) nas amostragens realizadas para o presente estudo. Este fato se torna mais grave quando se trata de ambientes similares e de espécies com proximidade filogenética, já que a similaridade na história de vida pode aumentar as chances de sucesso da invasão ('Hipótese da Pré-adaptação') (Curnutt 2000; Ricciardi e Mottiar 2006; Procheş et al. 2008; Li et al. 2015a ; Skóra et al. 2015). Moyle & Light (1996) afirmam que o sucesso da invasões a longo prazo é mais provável em sistemas aquáticos que foram alterados por atividades antrópicas, o que pode reduzir a abundância de espécies nativas, bem como a intensidade das interações bióticas (Havel et al. 2005),

As espécies não nativas, estariam alocando seus recursos energéticos para a reprodução, enquanto que as nativas estariam alocando seus recursos para sua manutenção no ambiente. Isso explica por que mesmo tendo que enfrentar uma série de filtros bióticos e abióticos para se estabelecerem no ambiente, e demonstrando vantagens sobre os demais concorrentes em vários aspectos, as espécies não nativas apresentam menor densidade energética que as nativas, enquanto essas, em menor número apresentam maior densidade energética.

A segunda hipótese, de que as espécies nativas e não nativas apresentam maior densidade energética em ambientes mais conservados, foi parcialmente corroborada. Para as espécies nativas a hipótese é verdadeira, uma vez que elas apresentaram maior densidade energética no ambiente mais conservado, enquanto as não nativas não apresentaram diferença significativa em suas densidades energéticas nos ambientes conservados e impactados. Esse resultado é um reflexo da importância da preservação dos ambientes para a persistência de

espécies nativas, uma vez que elas conseguem se manter com maiores densidades energéticas em seus ambientes originais, nos quais estabeleceram uma história evolutiva com as características bióticas e abióticas do ambiente. Enquanto que, as espécies não nativas, como uma de suas características para sucesso na invasão e no seu estabelecimento, apresentam maior plasticidade fenotípica, o que permite sua sobrevivência em *habitats* com condições ambientais distintas do seu local de origem. Agostinho et al. (1997) apontou que espécies não-nativas, apresentam maiores faixas de tolerância às condições físicas e químicas do novo ambiente, aumentando ainda mais a sua plasticidade e probabilidade para se adaptar em ambientes impactados.

Atividades antrópicas perturbam os ecossistemas alterando sua diversidade, área e produtividade, entretanto, as relações entre essas alterações e a organização das comunidades ou a persistência das espécies, não são sempre evidenciadas (Gotelli e Ellison, 2006). Para ambientes aquáticos continentais a construção de reservatórios, têm sido apontada como uma das principais causadoras de impactos (Agostinho et al. 2007; Agostinho et al. 2008), ocasionando alterações nas características físicas e químicas da água e a fragmentação dos habitats, associadas a eliminação de barreiras geográficas naturais facilitando a introdução e a permanência de espécies não nativas (Agostinho e Júlio Junior, 1996; Havel et al. 2005; Johnson et al. 2008).

Considerando que os mecanismos pelos quais as espécies de peixes não nativas desestabilizam os ambientes, são extremamente complexos (Gozlan et al. 2010; Cucherousset e Olden, 2011), novas ferramentas integradas são necessárias para determinar e quantificar os seus efeitos potenciais sobre ambientes invadidos. Neste sentido, faz-se necessários e urgentes contínuos estudos de monitoramento, sejam da densidade energética das espécies nativas e não nativas, como de suas abundâncias em ambientes de planícies, afim de proteger a biodiversidade íctica dos ambientes aquáticos continentais.

Referências

- Agostinho AA, Benedito-Cecilio E. (1992) Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil. Eduem, Maringá.
- Agostinho AA, Júlio Júnior HF. (1996). Ameaça ecológica: peixes de outras águas. *Ciência hoje* 21: 36-44.
- Agostinho AA, Júlio Junior HF, Gomes LC, Bini LM, Agostinho CS. (1997) Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A. E. A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Org.) *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. EDUEM, Maringá.
- Agostinho CS, Júlio Junior HF. (2002) Observation of an invasion of the piranha *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 (Osteichthyes, Serrasalminae) into the Upper Paraná River, Brazil. *Acta Scientiarum* 24: 391–395.
- Agostinho CS. (2003). Reproductive aspects of piranhas *Serrasalmus spilopleura* and *Serrasalmus marginatus* into the upper Parana´ river, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 63:1–6.
- Agostinho, et al. (2004) Structure and functioning of the Paraná River and its floodplain LTER-site 6 (PELD sítio 6). Eduem, Maringá.
- Agostinho AA, Gomes LC, Pelicice FM. (2007) Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Eduem, Maringá.
- Agostinho AA, Pelicice FM, Gomes LC. (2008). Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology* 68: 1119-1132.
- Allen CR, Nemeck KT, Wardwell DA, Hoffman JD, Brust M, Decker KL, Fogell D, Hogue J, Lotz A, Miller T, Pummill M, Ramirez-Yañez, LE, Uden DR. (2013). Predictors of regional establishment success and spread of introduced non-indigenous vertebrates. *Global Ecology and Biogeography* 22: 889–899.

- Alves GHZ, Figueiredo BRS, Manetta GI, Sacramento PA, Tófoli RM, Benedito E. (2017). Trophic segregation underlies the coexistence of two piranha species after the removal of a geographic barrier. *Hydrobiologia* 797: 57–68.
- Azevedo P, Gomes AL (1942) Contribuição ao estudo da biologia de Traíra *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). *Boletim Industria Animal* 5: 15-64.
- Baxter CV, Fausch KD, Murakami M, Chapman PL. (2004) Fish invasion restructures stream and forest food webs by interrupting reciprocal prey subsidies. *Ecology* 85: 2656–2663.
- Blackburn TM, Pyšek P, Bacher S, Carlton JT, Duncan Richard P, Jarošík V, Wilson JRU, Richardson DM. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 333–339.
- Blackburn TM, Essl F, Evans T, Hulme PE, Jeschke JMI, Kuhn, Kumschick S, Marková, ZA, Mrugała W, Nentwig J, Pergl P, Pyšek W, Rabitsch A, Ricciardi DM, Richardson A, Sendek M, Vilá JRU, Wilson M, Winter P, Genovesi, Bacher S. (2014). A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLOS Biology* 12: e1001850.
- Böhlke, JE, Weitzman, SH, Menezes, NA. (1978). Estado Atual da Sistemática dos Peixes de Água Doce da América do Sul. *Acta Amazonica* 8: 657-677.
- Braga AR (1954) Alimentação de pirambeba, *Serrasalmus rhombeus* (L., 1766) Lacépede, 1803, no açude Lima Campos, Icó, Ceará (Ostariophisi, Characidae, Serrasalminae). *Revista Brasileira Biologia* 14: 477-492.
- Brett, J. R. Environmental factors and growth. In HOAR, W. S. et al. (Ed.) *Fish Physiology*. v. 8. New York: academic press, p. 599-675. 1979.
- Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rei F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK (2011) A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries* 3:52–70
- Calow P. Adaptive aspects of energy allocation. In: TYTLER, P.; CALOW, P. (Ed.). *Fish energetics: new perspectives*. London; Croom Helm, 1985. 1-31.
- Catford, J. A., R. Jansson & C. Nilsson, 2009. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. *Diversity Distributions* 15: 22–40.

- Córdova-Tapia F, Contreras M, Zambrano L. (2015). Trophic niche overlap between native and non-native fishes. *Hydrobiologia* 746: 291–301.
- Cucherousset J, Olden JD. (2011). Ecological impacts of non-native freshwater fishes. *Fisheries* 36: 215–230.
- Cui Y, Wootton R. J. (1988). Effects of ration, temperature and body size on the body composition, energy content and condition of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.). *J. Fish Biology*. 32: 764.
- Curnutt JL. (2000) Host-area specific climatic-matching: similarity breeds exotics. *Biological Conservation* 94: 341–351.
- Darwin C, (1859). *On the Origin of Species*. J. Murray, London. Diez, J. M., J. J. Sullivan, P. E. Hulme, G. Edwards & R. P. Duncan, 2008. Darwin's naturalization conundrum: dissecting taxonomic patterns of species invasions. *Ecology Letters* 11: 674–681.
- Douglas ME, Marsh PC, Minckley WL. (1994) Indigenous fishes of western north America and the hypothesis of competitive displacement: *Meda fulgida* (Cyprinidae) as a case study. *Copeia* 1: 9–19.
- Dourado ECS, Benedito-Cecilio E (2005) *Ecologia energética de peixes: influência de fatores abióticos e bióticos*. EDUEM, Maringá
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata Z, Knowler DJ, Lévêque C, Naiman RJ, Prieur-Richard A, Soto D, Stiassny MLJ, Sullivan CA. (2006) Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81: 163–182.
- Encina L, Granado-Lorencio C. (1997). Seasonal variations in the physiological status and energy content of somatic and reproductive tissues of chub. *Journal of Fish Biology* 50: 511-522.
- Ferreira MFN, Caramaschi EP (2005) Aspectos da estratégia reprodutiva de machos de teleósteos na área de influência da usina hidrelétrica Serra da Mesa, Alto Rio Tocantins, GO. In: Nogueira MG, Raoul H, Jorcín A (ed) *Ecologia de Reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. RIMA, São Carlos, pp 305-328.

Filbert RB, Hawkins CP. (1995). Variation in condition of rainbow trout in relation to food, temperature and individual length in the Green River, Utah. *Trans. American Fish Society* 124: 824-835.

Fuller PL, Nico LG, Williams JD (1999) *Nonindigenous Fishes Introduced into Inland Waters of the United States*. Special Publication 27. American Fisheries Society, Bethesda, MD, EEUU.

Graça WJ, Pavanelli CS (2007). Peixes da planície inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. EDUEM, Maringá.

Gotelli NJ, Ellison AM. (2016). Food-web models predict species abundances in response to habitat change. *PloS Biology* 4 : 324.

Gozlan RE, Britton JR, Cowx I, Copp GH. (2010). Current knowledge on nonnative freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology* 76: 751–786.

Havel JE, Lee CE, Zanden MJV. (2005) Do reservoirs facilitate invasions into landscapes. *BioScience* 55: 518-525.

Holanda FSR, Santos LGC, Santos CM, Casado APB, Pedrotti A, Ribeiro GT. (2005). Riparian vegetation affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. *Revista  rvore* 29: 327-336.

Jeschke JM, Bacher S, Blackburn TM, Dick JTA, Essl F, Evans T, Gaertner M, Hulme PE, K hn I, Mruga a A, Pergl J, Pysek P, Rabitsch W, Ricciardi A, Richardson DM, Sendek A, Vila M, Winter M, Kumschick S. (2014) Defining the impact of non-native species. *Conservation Biology* 28: 1188–1194.

Johnson PT, Olden JD, Vander-Zanden MJ. (2008) Dam invaders: impoundments facilitate biological invasions into freshwaters. *Front Ecol Environ* 6: 357-363.

Júlio-Junior HF, DeiTos C, Agostinho AA, Pavanelli CS. (2009) A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. *NeotropIchthyol* 7: 709-718.

Keppeler FW, Lanés LEK, Rolon AS, Stenert C, Lehmann P, Reichard M, Maltchik L, (2014) The morphology- diet relationship and its role in the coexistence of two species of annual fishes. *Ecology of Freshwater Fish* 24: 77–90.

Kleunen, M., W. Dawson, D. Schlaepfer, J. M. Jeschke & M. Fischer, 2010. Are invaders different? A conceptual framework of comparative approaches for assessing determinan

Lacerda Lula GAF. (2003) Ecologia alimentar de *Schizodon borellii*, no primeiro ano de implantação de área de aproveitamento múltiplo do rio Manso (APM-Manso), Mato Grosso, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Mato Grosso.

Li S, Guo T, M. Cadotte W, Chen Y, Kuang J, Hua Z, Zeng Y, Song Y, Liu Z, Shu W, Li J. (2015a). Contrasting effects of phylogenetic relatedness on plant invader success in experimental grassland communities. *Journal of Applied Ecology* 52: 89–99.

Li SP, Cadotte M., Meiners SJ, Hua ZS, Shu HY, Li J T, Shu WS. (2015b) The effects of phylogenetic relatedness on invasion success and impact: deconstructing Darwin's naturalisation conundrum. *Ecology Letters* 18:1285–1292.

Lindeman, R. L. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23: 399-418.

Lockwood JL, Hoopes MF, Marchetti MP. (2007). *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford.

Lowe-MCconnell RH. (1999) *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo.

Monteiro V, Benedito E, Domingues WM. (2007). Efeito da estratégia de vida sobre as variações no conteúdo de energia de duas espécies de peixes (*Brycon hilarii* e *Hypophthalmus edentatus*), durante o ciclo reprodutivo. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 29 (2) : 151-159.

Moyle PB, Light T. (1996). Biological invasions of freshwater: empirical rules and assembly theory. *Biological Conservation* 78: 149–161.

Neiff JJ. (2001) Biodiversity in some tropical wetlands systems of South America. Pp.157-186. In Gopal B, Junk WJ, Davis JA. (Ed.). *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers. 311p.

Nikolsky GV. (1978). *The Ecology of Fishes*. London: Academic Press, p.352.

Ota, R. R; Deprá, G. C; Graça, W. J; Pavanelli, C. S. (2018). Peixes da planície de inundação do rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and uodated. *Neotropical Ichthyology*, 16(2): 170094, 2018. DOI: 10.1590/1982-0224-20170094.

Paiva MP. (1974). Crescimento, alimentação e reprodução de traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch), no nordeste brasileiro. Dissertação, Universidade Federal do Ceará.

Petriere, JR. M. (1996) Fisheries in large tropical reservoirs in South America. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 2: 111–133.

Pianka ER. (1982) *Ecologia evolutiva*. Omega, Barcelona.

Pilger TJ, Gido KB, Propst DL. (2010) Diet and trophic niche overlap of native and nonnative fishes in the Gila River, USA: implications for native fish conservation. *Ecology of Freshwater Fish* 19: 300–321.

Proches, S., J. R. U. Wilson, D. M. Richardson & M. Rejmánek, 2008. Searching for phylogenetic pattern in biological invasions. *Global Ecology and Biogeography* 17: 5–10.

Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93–107.

Ricciardi A. & M. Mottiar, 2006. Does Darwin's naturalization hypothesis explain fish invasions? *Biological Invasions* 8: 1403–1407.

Roberto M C, Santana NF, Thomaz SM. (2009) Limnology in the Upper Paraná River floodplain: large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Brazilian journal of ecology* 69: 717-725.

Rodríguez JP. (2001). Exotic species introductions into South America: an underestimated threat? *Biodiversity and Conservation* 10: 1983-1996.

Saldaña, J. & B. Venables. 1983. Energy compartmentalization in a migratory fish, *Prochilodus marie* (Prochilodontidae), of the Orinoco river. *Copeia*, 1983: 617-623.

- Sazima I, Pombal Junior J.P. (1988) Mutilação de nadadeiras em acarás *Geophagus brasiliensis* por piranhas *Serrasalmus spilopleura*. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro 48: 477-483.
- Simberloff, D, Dayan T. (1991) The guild concept and the structure of ecological communities. *An. Rev. Ecol. Syst.*, Palo Alto 22: 115-143.
- Simon K.S. & Townsend C.R. (2003). Impacts of freshwater invaders at different levels of ecological organisation, with emphasis on salmonids and ecosystem consequences. *Freshwater Biology* 48, 982–994.
- Struyf E, Bal KD, Backx H, Vrebos D, Casteleyn A et al. (2010). A review of allochthonous organic matter dynamics and metabolism in streams. *Journal of the North American Benthological Society* 29: 118-146.
- Thomaz SM et al (1997) Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. EDUEM, Maringá.
- Thomaz SM, Pagioro TA, Bini LM, Roberto MC, Rocha RRA. (2004) Limnology of the Upper Parana´ River Floodplain: Patterns of Spatio-temporal Variations and Influence of the Water Levels. In Agostinho, A. A., L. Rodrigues, L. C. Gomes, S. M. Thomaz & L. E. Miranda (eds) *Structure and Functioning of the Paraná River and Its Floodplain: LTER – site 6*. EDUEM, Maringá 37: 42.
- Vazzoler AEAM, Vazzoler G. (1965). Relation between condition factor and sexual development in *Sardinella aurita* (CUV. e VAL. 1847). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro 37: 353-359.
- Vazzoler AEAM. (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Eduem, Maringá.
- Vitule JRS, Skóra F, Abilhoa V. (2012) Homogenization of freshwater fish faunas after the elimination of a natural barrier by a dam in Neotropics. *Diversity and Distributions* 18: 111-120.
- Williamson M. (1996). *Biological invasions*. Chapman & Hall, London.
- Wootton RJ. (1990) *Ecology of teleost fishes*. Fish and Fisheries series, 1. Chapman and Hall, London.

ANEXO A

Biological Invasions – Authorship Guidelines

Instructions for Authors

PAPER CATEGORIES

Biological Invasions publishes research and synthesis papers on patterns and processes of biological invasions in terrestrial, freshwater, and marine (including brackish) ecosystems. Also of interest are scholarly papers on management and policy issues as they relate to conservation programs and the global amelioration or control of invasions. The journal will consider proposals for special issues resulting from conferences or workshops on invasions.

Paper categories

ORIGINAL PAPERS

Novel empirical and theoretical research on topics in invasion biology, such as ecological consequences of invasions (including changes in community and ecosystem structure and processes), factors that influence transport, establishment, and spread of invasions, mechanisms that control the abundance and distribution of invasive species, biogeography, genetics of invaders (as genetics casts light on processes and pathways of invasions), dispersal vectors, evolutionary consequences of invasions in both historical and geological time, innovative management techniques, and analytical syntheses and overviews of invasive biotas. Authors must, in their cover letters, explain how the reported research is novel and exciting.

PERSPECTIVES, PARADIGMS, AND SYNTHESSES

Overviews of policies on invasion management; perspectives on invasions and paradigms of invasion

biology; syntheses of literature reports. Prospective authors should contact the Editor-in-Chief about suitability of proposed topics.

REVIEWS

Synthetic, timely reviews of topics in invasion biology for which there is a substantial literature. Prospective authors must contact the Editor-in-Chief about suitability of proposed review topic.

INVASION NOTES

Short reports (10 manuscript pages including cover page, less than 25 references, figures, and tables) of new and particularly noteworthy invasions, important changes in status or range of existing invasions, novel and promising techniques for managing particular invasions, evidence on an invasion pathway of particular interest, and the like. A note simply reporting a new species in a new location would not merit publication as an Invasion Note. Invasion Notes are not full research papers and must have (a) an abstract of one short paragraph, (b) a short introductory paragraph explaining the context of the note, (c) the reported information, and (d) a brief discussion of the significance of the note.

ELTON REVIEW

The Elton Review series in *Biological Invasions* is named in recognition of Charles Elton, whose 1958 monograph, *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*, called attention to the scope and impacts of invasions. These invited in-depth reviews are written by leading scientists engaged in exciting, groundbreaking research, and we encourage a personal perspective with provocative discussion. Although relevant older work should be discussed, an Elton Review should be less an exercise in literature documentation and rather a forum for synthesizing and presenting ideas to advance the field. A typical Elton Review is 6000 - 8000 words long, with up to 150 references and 8 figures. Prospective authors should contact the Editor-in-Chief about suitability of proposed topics.

FLASHPOINTS

Flashpoints are invited paired contributions published together on substantial disputes, knowledge gaps, or controversies over invasion biology, management, or policy. Authors may propose a topic and, if accepted, the editors will invite an appropriate respondent. These short articles (1500 words or less, maximum of 25 citations) are intended to generate significant dialogue among researchers, managers, and policy makers and to shed light on specific or interdisciplinary aspects of biological invasions. Authors may submit short rebuttals to the original articles of no more than 300 words long. Rebuttals will be published simultaneously with no further comment from the authors. Prospective authors should contact the Editor-in-Chief about suitability of proposed topics.

ALIEN FLORAS AND FAUNAS

This section includes papers that provide information on complete alien floras or faunas of large regions, such as countries, with clearly described criteria used to assess the species' status as

casual, naturalized, or invasive. The papers typically contain information on the structure of the studied alien flora or fauna, in terms of geographic origin, life histories, invaded habitat, time of introduction or introduction pathways, accompanied by an analysis of basic patterns of alien species richness, diversity, or impacts, as well as factors underlying variation in these characteristics. Full species lists with relevant available information must be published with the paper as electronic supplementary material.

BOOK REVIEWS

To be solicited by the Editor-in-Chief.

Paper Length

Papers must be concise and well written. While there are no specific page or word limits for any paper category except Invasion Notes, as a guide the average original paper contains approximately 8,000 words. Longer papers may be considered if the information justifies the length.

General Instructions

- 1) Please recall that *Biological Invasions* is read by specialists in invasion biology, so that introductory material pointing to the general importance of invasions is unnecessary and inappropriate.
- 2) Authors must submit, with their manuscripts, names and e-mail addresses of 4 unbiased, expert potential referees who have not previously read the manuscript. Authors may submit names of potential referees that they request not be used and may also request a particular handling editor.

AUTHORSHIP GUIDELINES

Authorship credit should be based on:

- 1) substantial contributions to conception and design, acquisition of data, or analysis and interpretation of data; AND
 - 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content;
- AND
- 3) final approval of the version to be submitted for publication.

All of these conditions should be met by all authors.

Acquisition of funding, collection of data, or general supervision of the research group alone does not constitute authorship.

All contributors who do not meet the criteria for authorship should be listed in an acknowledgments section.

All authors must agree on the sequence of authors listed before submitting the article.

All authors must agree to designate one author as the corresponding author for the submission.

It is the responsibility of the corresponding author to dialogue with the co-authors during the peer-reviewing and proofing stages and to also act on their behalf.

If the article is accepted for publication, after acceptance, no changes in authorship, the order of authors, or designation of the corresponding author will be permitted.

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Title Page

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author
- If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data).

Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

REFERENCES

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).

This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

TABLES

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

Electronic Figure Submission

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.
- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.

- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Color Art

Color art is free of charge for online publication.

If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.

If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.

Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term **Fig.** in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)

Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information

(colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)

Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

Aspect ratio: 16:9 or 4:3

Maximum file size: 25 GB

Minimum video duration: 1 sec

Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.

Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4”.

Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material

Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

ENGLISH LANGUAGE EDITING

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review.

Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts. Springer authors are entitled to a 10% discount on their first submission to either of these services, simply follow the links below.

English language tutorial

Nature Research Editing Service

American Journal Experts

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.

.

为便于编辑和评审专家准确评估您稿件中陈述的研究工作，您需要确保您的英语语言质量足以令

人理解。如果您需要英文写作方面的帮助，您可以考虑：

- 请一位以英语为母语的同事审核您的稿件是否表意清晰。
- 查看一些有关英语写作中常见语言错误的教程。
- 使用专业语言编辑服务，编辑人员会对英语进行润色，以确保您的意思表达清晰，并识别需要

您复核的问题。我们的附属机构 Nature Research Editing Service 和合作伙伴 American Journal Experts 即可提供此类服务。

教程

Nature Research Editing Service

American Journal Experts

请注意，使用语言编辑服务并非在期刊上发表文章的必要条件，同时也并不意味或保证文章将被

选中进行同行评议或被接受。

如果您的稿件被接受，在发表之前，我们的文字编辑会检查您的文稿拼写是否规范以及文体是否正式。

エディターと査読者があなたの論文を正しく評価するには、使用されている英語の質が十分に高いことが必要とされます。英語での論文執筆に際してサポートが必要な場合には、次のオプションがあります：

- ・ 英語を母国語とする同僚に、原稿で使用されている英語が明確であるかをチェックしてもらう。
- ・ 英語で執筆する際によくある間違いに関する英語のチュートリアルを参照する。
- ・ プロの英文校正サービスを利用する。校正者が原稿の意味を明確にしたり、問題点を指摘し、英語の質を向上させます。Nature Research Editing Service と American Journal Experts の

2つは弊社と提携しているサービスです。Springer の著者は、いずれのサービスも初めて利用

する際には10%の割引を受けることができます。以下のリンクを参照ください。

英語のチュートリアル

Nature Research Editing Service

American Journal Experts

英文校正サービスの利用は、投稿先のジャーナルに掲載されるための条件ではないこと、また論文審査や受理を保証するものではないことに留意してください。原稿が受理されると、出版前に弊社のコピーエディターがスペルと体裁のチェックを行います。

영어 원고의 경우, 에디터 및 리뷰어들이 귀하의 원고에 실린 결과물을 정확하게 평가할 수 있도록, 그들이 충분히 이해할 수 있을 만한 수준으로 작성되어야 합니다. 만약 영작문과 관련하여 도움을 받기를 원하신다면 다음의 사항들을 고려하여 주십시오:

- 귀하의 원고의 표현을 명확히 해줄 영어 원어민 동료들 찾아서 리뷰를 의뢰합니다.
- 영어 튜토리얼 페이지에 방문하여 영어로 글을 쓸 때 자주하는 실수들을 확인합니다.
- 리뷰에 대비하여, 원고의 의미를 명확하게 해주고 리뷰에서 요구하는 문제점들을 식별해서 영

문 수준을 향상시켜주는 전문 영문 교정 서비스를 이용합니다. Nature Research Editing Service 와 American Journal Experts에서 저희와 협약을 통해 서비스를 제공하고 있습니다. Springer 저자들이 본 정 서비스를 첫 논문 투고를 위해 사용하시는 경우 10%의 할인이 적용되며, 아래의링크를 통하여 확인이 가능합니다.

영어 튜토리얼 페이지

Nature Research Editing Service

American Journal Experts

영문 교정 서비스는 게재를 위한 요구사항은 아니며, 해당 서비스의 이용이 피어 리뷰에 논문이 선택되거나 게재가 수락되는 것을 의미하거나 보장하지 않습니다. 원고가 수락될 경우, 출판 전 저희측 편집자에 의해 원고의 철자 및 문체를 검수하는 과정을 거치게 됩니다.

ETHICAL RESPONSIBILITIES OF AUTHORS

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the

Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

- The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling (“self-plagiarism”)).
- A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. “salami-publishing”).
- No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions
- No data, text, or theories by others are presented as if they were the author’s own (“plagiarism”). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are
- secured for material that is copyrighted.

Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.

- Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.
- Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.
- Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are **not** accepted **after** acceptance of a manuscript.
- Adding and/or deleting authors and/or changing the order of authors **at revision stage** may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain

the reason for the change(s) and the contribution role(s) of the added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.

- Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.
- Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author.

If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper is **maintained on the platform**, watermarked "retracted" and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article.

The author's institution may be informed.

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

Disclosure of potential conflicts of interest

Research involving Human Participants and/or Animals

Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above mentioned guidelines.

DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

- Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- Honoraria for speaking at symposia
- Financial support for attending symposia
- Financial support for educational programs
- Employment or consultation
- Support from a project sponsor
- Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships
- Multiple affiliations
- Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found

here:

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

SUPPORT FOR RESEARCH DATA SHARING

Many journals and funding agencies encourage or require data sharing in repositories. If you need help organising and sharing your research data (including code, text, raw and processed data, video and images) you should consider:

- Finding a suitable data repository for your data

- Uploading your data to Springer Nature Research Data Support

- Contacting Springer Nature's Research Data Support Helpdesk for advice

- List of recommended data repositories

- Access Research Data Support

- More information on Research Data Support

- Contact the Research Data Helpdesk

Research Data Support is an optional Springer Nature service available to all researchers who have datasets they want to make easier to cite, share and find. The service provides a secure portal for data upload, and data and metadata are curated and improved by professional Research Data Editors. The publication of datasets is coordinated by our Research Data Editors

in consultation with the researcher, and a DOI is provided to allow the dataset to be cited and shared.

Checks are carried out as part of a submission screening process to ensure that researchers who should use a specific community-endorsed repository are advised of the best option for sharing and archiving their data. Use of Research Data Support is optional and does not imply or guarantee that a manuscript will be accepted.

OPEN CHOICE

Open Choice allows you to publish open access in more than 1850 Springer Nature journals, making your research more visible and accessible immediately on publication.

Article processing charges (APCs) vary by journal – view the full list

Benefits:

Increased researcher engagement: Open Choice enables access by anyone with an internet connection, immediately on publication. Higher visibility and impact: In Springer hybrid journals, OA articles are accessed 4 times more often on average, and cited 1.7 more times on average*.

Easy compliance with funder and institutional mandates: Many funders require open access publishing, and some take compliance into account when assessing future grant applications.

It is easy to find funding to support open access – please see our funding and support pages for more information.

*) Within the first three years of publication. Springer Nature hybrid journal OA impact analysis, 2018.

Open Choice

Funding and Support pages

Copyright and license term – CC BY

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

Find more about the license agreement

READ THIS JOURNAL ON SPRINGERLINK

[Online First Articles](#)

[All Volumes & Issues](#)

◆ [Special Issues in Ecology](#) ◆

FOR AUTHORS AND EDITORS

2017 Impact Factor 3.054

[Aims and Scope](#)

[Submit Online](#)

[Open Choice - Your Way to Open Access](#)

[Instructions for Authors](#)

[Ethics & Disclosures](#)

SERVICAS FOR THE JOURNAL

[Contacts](#)

[Download Product Flyer](#)

[Shipping Dates](#)

[Order Back Issues](#)

[Article Reprints](#)

[Bulk Orders](#)

ALERTS FOR THIS JOURNAL

Get the table of contents of every new issue published in

[Biological Invasions](#)

LOGIN

- Please send me information on new Springer publications in Ecology.

[Invading Nature - Springer Series in Inv...](#)