

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**MACROPARASITOS EM UMA COMUNIDADE DE ANUROS, SERTÃO, RIO
GRANDE DO SUL**

Emerson Wilson Wachtel

Passo Fundo

2024

Emerson Wilson Wachtel

MACROPARASITOS EM UMA COMUNIDADE DE ANUROS, SERTÃO, RIO
GRANDE DO SUL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador:

Dra. Noeli Zanella

Coorientador:

Dra. Karla Magalhães Campião

Passo Fundo

2024

CIP – Catalogação na Publicação

W114m Wachtel, Emerson Wilson
Macroparasitos em uma comunidade de anuros, Sertão,
Rio Grande do Sul [recurso eletrônico] / Emerson Wilson
Wachtel. – 2024.
2 MB ; PDF.

Orientadora: Profa. Dra. Noeli Zanella.
Coorientadora: Profa. Dra. Karla Magalhães Campião.
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) –
Universidade de Passo Fundo, 2024.

1. Anfíbios. 2. Helminto. 3. Mudanças ambientais globais.
I. Zanella, Noeli, orientadora. II. Campião, Karla Magalhães,
coorientadora. III. Título.

CDU: 504.03

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

A Banca Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação:

**“Macroparasitos em uma comunidade de anuros, Sertão, Rio Grande
Do Sul”**

Elaborada por

EMERSON WILSON WACHTEL

Como requisito parcial para a obtenção do grau
de “Mestre em Ciências Ambientais”

Aprovado em: 15/04/2024
Pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Jaime Martinez
Presidente da Comissão Examinadora – UPF/PPGCiAmb
Avaliador Interno

Profa. Dra. Elvira De Bastiani
University of California, Los Angeles (UCLA)
Avaliadora Externa

Profa. Dra. Noeli Zanella
Doutora em Ecologia e Evolução da Biodiversidade
Professora Convidada

Prof. Dr. Cristiano Roberto Buzatto
Coordenador - UPF/PPGCiAmb

ATA DE DEFESA Emerson [simplificada] (1).docx.pdf

Documento número #ffe3c634-3f49-46f2-901b-445ac4099068

Hash do documento original (SHA256): 18ca1170821b5a30f1a2261fc361cf28c50ef1d68c2193576e9e15e986b69236

Assinaturas

✓ **Jaime Martinez**
CPF: 307.592.770-87
Assinou em 16 abr 2024 às 16:20:42

✓ **Elvira De Bastiani**
CPF: 069.552.869-60
Assinou em 16 abr 2024 às 15:41:44

✓ **Noeli Zanella**
CPF: 328.689.440-00
Assinou em 16 abr 2024 às 15:40:45

✓ **Cristiano Roberto Buzatto**
CPF: 816.736.120-91
Assinou em 17 abr 2024 às 19:00:42

Log

- 16 abr 2024, 15:38:28 Operador com email dionice@upf.br na Conta c44b96f0-ca8e-4abe-b87d-0aed928844cd criou este documento número ffe3c634-3f49-46f2-901b-445ac4099068. Data limite para assinatura do documento: 16 de maio de 2024 (15:31). Finalização automática após a última assinatura: habilitada. Idioma: Português brasileiro.
- 16 abr 2024, 15:38:28 Operador com email dionice@upf.br na Conta c44b96f0-ca8e-4abe-b87d-0aed928844cd adicionou à Lista de Assinatura: martinez@upf.br para assinar, via E-mail, com os pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Jaime Martinez.
- 16 abr 2024, 15:38:28 Operador com email dionice@upf.br na Conta c44b96f0-ca8e-4abe-b87d-0aed928844cd adicionou à Lista de Assinatura: elviradbastiani@gmail.com para assinar, via E-mail, com os pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Elvira De Bastiani.

16 abr 2024, 15:38:28	Operador com email dionice@upf.br na Conta c44b96f0-ca8e-4abe-b87d-0aed928844cd adicionou à Lista de Assinatura: zanella@upf.br para assinar, via E-mail, com os pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Noeli Zanella.
16 abr 2024, 15:38:28	Operador com email dionice@upf.br na Conta c44b96f0-ca8e-4abe-b87d-0aed928844cd adicionou à Lista de Assinatura: cristiano@upf.br para assinar, via E-mail, com os pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Cristiano Roberto Buzatto.
16 abr 2024, 15:40:45	Noeli Zanella assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail zanella@upf.br. CPF informado: 328.689.440-00. IP: 170.254.152.147. Localização compartilhada pelo dispositivo eletrônico: latitude -28.275479 e longitude -52.4019617. URL para abrir a localização no mapa: https://app.clicksign.com/location . Componente de assinatura versão 1.827.0 disponibilizado em https://app.clicksign.com .
16 abr 2024, 15:41:44	Elvira De Bastiani assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail elviradbastiani@gmail.com. CPF informado: 069.552.869-60. IP: 164.67.129.27. Localização compartilhada pelo dispositivo eletrônico: latitude 34.0656128 e longitude -118.4497664. URL para abrir a localização no mapa: https://app.clicksign.com/location . Componente de assinatura versão 1.827.0 disponibilizado em https://app.clicksign.com .
16 abr 2024, 16:20:42	Jaime Martinez assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail martinez@upf.br. CPF informado: 307.592.770-87. IP: 186.251.249.122. Componente de assinatura versão 1.827.0 disponibilizado em https://app.clicksign.com .
17 abr 2024, 19:00:43	Cristiano Roberto Buzatto assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail cristiano@upf.br. CPF informado: 816.736.120-91. IP: 177.67.253.36. Componente de assinatura versão 1.828.0 disponibilizado em https://app.clicksign.com .
17 abr 2024, 19:00:43	Processo de assinatura finalizado automaticamente. Motivo: finalização automática após a última assinatura habilitada. Processo de assinatura concluído para o documento número ffe3c634-3f49-46f2-901b-445ac4099068.

**Documento assinado com validade jurídica.**

Para conferir a validade, acesse <https://validador.clicksign.com> e utilize a senha gerada pelos signatários ou envie este arquivo em PDF.

As assinaturas digitais e eletrônicas têm validade jurídica prevista na Medida Provisória nº. 2200-2 / 2001

Este Log é exclusivo e deve ser considerado parte do documento nº ffe3c634-3f49-46f2-901b-445ac4099068, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso da Clicksign, disponível em www.clicksign.com.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha família, minha mãe Rosalina, meu pai Jair e meus irmãos por todo o apoio durante todo o período do mestrado.

A minha orientadora Profa. Dra. Noeli Zanella e a minha co-orientadora Prof. Dra. Karla Magalhães Campião, por todo auxílio e suporte.

A FUPF e CAPES pela concessão da bolsa para o projeto de pesquisa e realização do mestrado.

A todos que me auxiliaram durante o período dos campos, me acompanhando nos campos e disponibilizando seu tempo para me auxiliar nesse processo. Obrigado Alyssa Freitas; Amanda Dudczak; Alexandre Aguiar; Ana Carolina Martins; Bianca Simor; Dionice Ozelame; Douglas S. Huning; Lisiane Siqueira; Rosana Helena Lubian Tomazoni e Sirlei Cazarotto.

RESUMO

WACHTEL, Emerson Wilson. Macroparasitos em uma comunidade de anuros, Sertão, Rio Grande do Sul. 2024. 59 f. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2024

Os anfíbios são hospedeiros de uma grande variedade de parasitos. Estes organismos parasitários possuem diferentes e complexas estratégias de transmissão e histórias de vida. Assumindo a hipótese que áreas agrícolas influenciam negativamente a riqueza e abundância de helmintos, este estudo teve como objetivo descrever os helmintos da comunidade de anuros no Parque Natural Municipal de Sertão especificamente nós (i) quantificamos os parasitos coletados em anuros capturados em área agrícola e em florestal; (ii) avaliamos a riqueza geral da comunidade de parasitos em anuros; e (iii) avaliamos a prevalência dos parasitos nos anuros. A coleta dos anuros foi realizada de outubro de 2022 a março de 2023 em dois ambientes (floresta e lavoura). Os anuros foram coletados utilizando a técnica de busca visual e auditiva. Após a coleta, os anuros foram eutanasiados com Lidocaína 5%, e em seguida realizamos as necropsias. Para a coleta dos parasitos, nós examinamos todos os órgãos do trato gastrointestinal, pulmões, coração, rins, bexiga e cavidade abdominal dos anuros. Os parasitos foram fixados em álcool etílico 70%. A riqueza de parasitos foi analisada através de curvas de suficiência amostral pelo programa EstimateS 9.1 pelos estimadores de riqueza, Chao 1, Jack de 1º ordem e Bootstrap. Nós testamos as possíveis diferenças da riqueza e prevalência entre floresta e lavoura utilizando o teste t de student. Nós coletamos 54 hospedeiros pertencentes a 15 espécies e a cinco famílias (Brachycephalidae; Bufonidae; Hylidae; Leptodactylidae; Odontophrynidae). Nós identificamos um total de 20 espécies de parasitos (n= 281), pertencentes aos filos, Acanthocephala, Nematoda e Platyhelminthes. O filo com com maior representatividade foi Nematoda, com 12 espécies, distribuídas em três famílias: Cosmocercidae (83,34%), Molineoidae (8,33%) e Physalopteriidae (8,33%). Os indivíduos do filo Platyhelminthes pertencem à classe Trematoda e a família Plagiorchiidae. Os Acanthocephalas pertencem a família Centrorhynchidae. No ambiente da floresta registramos sete espécies de anuros (n=20), sendo que 18 espécimes foram parasitados com pelo menos uma espécie de parasitos. Registramos 11 espécies de parasitos em anuros no ambiente de floresta (N=39), composto por 72,72% de nematoides e 27,27% por plathelminthes. Nematoda foi representado na floresta por duas famílias: Cosmocercidae (87,5%) e Molineoidae (12,5%) e o filo Plathelminthes foi representado pela família Plagiorchiidae (100%). Em contraste, na lavoura registramos 12 espécies de anuros (n=34), no qual 44,11% dos espécimes foram parasitados com pelo menos uma espécie de parasito. Nós registramos 12 espécies de parasitos (n= 26) pertencentes aos filos Nematoda (58,33%), Platyhelminthes (33,33%), e Acanthocephala (8,33%). O filo Nematoda foi o mais predominante na lavoura com 7 espécies pertencentes às famílias: Cosmocercidae (71,42%), Physalopteriidae (14,28%), e Molineoidae (14,28%). Os Platyhelminthes foram representados pelas famílias: Nematotaeniidae (25%); Proteocephalidae (75%) e o filo Acanthocephala pela família Centrorhynchidae. Não observamos diferença significativa na riqueza, abundância, AM e IMI de parasitos entre a floresta e a lavoura. Os achados deste trabalho oferecem uma base para futuras pesquisas sobre a ecologia de parasitos em anuros, especialmente em contextos de mudanças ambientais induzidas pela atividade humana.

Palavras-chave: 1. Anfíbio. 2. Helmintos. 3. Floresta. 4. Lavoura. 5. Mudanças ambientais.

ABSTRACT

WACHTEL, Emerson Wilson. Macroparasites in an anuran community, Sertão, Rio Grande do Sul. 2024. 59 f. Dissertation (Master in Environmental Sciences) - University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2024

Amphibians are hosts to a wide variety of parasites. These parasitic organisms have different and complex transmission strategies and life histories. Assuming the hypothesis that agricultural areas negatively influence the richness and abundance of helminths, this study aimed to describe the helminths of the anuran community in the Municipal Natural Park of Sertão. Specifically, we (i) quantified the parasites collected in anurans captured in agricultural areas and in forestry; (ii) we evaluated the general richness of the parasite community in anurans; and (iii) we evaluated the prevalence of parasites in frogs. The collection of anurans was carried out from October 2022 to March 2023 in two environments (forest and farmland). The anurans were collected using visual and auditory search techniques. After collection, the anurans were euthanized with 5% Lidocaine, and then necropsies were performed. To collect the parasites, we examined all organs of the gastrointestinal tract, lungs, heart, kidneys, bladder and abdominal cavity of the anurans. The parasites were fixed in 70% ethyl alcohol. Parasite richness was analyzed using sampling sufficiency curves using the EstimateS 9.1 program using richness estimators, Chao 1, 1st order Jack and Bootstrap. We tested possible differences in richness and prevalence between forest and crops using the student's t test. We collected 54 hosts belonging to 15 species and five families (Brachycephalidae; Bufonidae; Hylidae; Odontophrynidae). Leptodactylidae; We identified a total of 20 species of parasites (n= 281), belonging to the phyla Acanthocephala, Nematoda and Platyhelminthes. The most representative phylum was Nematoda, with 12 species, distributed in three families: Cosmocercidae Molineoidae (83.34%), Physalopteriidae (8.33%) (8.33%). Individuals from the phylum Platyhelminthes belong to the Trematoda class and the Plagiorchiidae family. Acanthocephalus belong to the Centrorhynchidae family. In the forest environment, we recorded seven species of anurans (n=20), of which 18 specimens were parasitized with at least one species of parasite. We recorded 11 species of parasites in anurans in the forest environment (N=39), composed of 72.72% nematodes and 27.27% Plathelminthes. Nematoda was represented in the forest by two families: Cosmocercidae (87.5%) and Molineoidae (12.5%) and the phylum Plathelminthes was represented by the family Plagiorchiidae (100%). In contrast, in the field we recorded 12 species of anurans (n=34), in which 44.11% of the specimens were parasitized with at least one species of parasite. We recorded 12 species of parasites (n= 26) belonging to the phyla Nematoda (58.33%), Platyhelminthes (33.33%), and Acanthocephala (8.33%). The phylum Nematoda was the most predominant in the crop with Cosmocercidae belonging to the 7 family species: (71.42%), Physalopteriidae (14.28%), and Molineoidae (14.28%). Platyhelminthes were represented by the families: Nematotaeniidae (25%); Proteocephalidae (75%) is the phylum Acanthocephala in the family Centrorhynchidae. We did not observe a significant difference in the richness, abundance, AM and IMI of parasites between the forest and crops. The findings of this work provide a basis for future research on the ecology of parasites in anurans, especially in contexts of environmental changes induced by human activity.

Key words: 1. Amphibian. 2. Helminths. 3. Forest. 4. Farming. 5. Environmental changes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
1.1	<i>Referências</i>	13
2	PRODUÇÃO CIENTÍFICA I	21
2.1	<i>Introdução</i>	21
2.2	<i>Materiais e Métodos</i>	24
2.2.1	Área de estudo	24
2.2.2	Metodologia	25
2.2.2.1.	Análise dos dados	26
2.3	<i>Resultados</i>	27
2.3.1	Composição da comunidade de parasitos	28
2.4	<i>Discussão</i>	29
2.5	<i>Referências</i>	37
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54

1 INTRODUÇÃO GERAL

Parasitas são organismos que pelo menos uma fase do seu ciclo de vida vive a depender de um hospedeiro (De Meeûs, Renaud, 2002). Os parasitos constituem uma grande diversidade de organismos, e são divididos em dois grupos: os microparasitos (bactérias, fungos, protozoários) e os macroparasitos (Densmore, Verde, 2007). Os macroparasitos são um grupo taxonomicamente diversos incluindo helmintos, artrópodes e ácaros, apresentam uma elevada proporção da biodiversidade no mundo (Hopla et al., 1994; De Meeûs, Renaud, 2002; Dobson et al., 2008, Larsen et al. 2017), são organismos importantes para o funcionamento dos ecossistemas (Hatcher et al., 2014), pois são capazes de alterar os fenótipos de seus hospedeiros, atingindo a dinâmica populacional ou a persistência de espécies em ecossistemas, já que influenciam a fecundidade e a capacidade de sobrevivência dos hospedeiros (Poulin 1994, Mangini et al. 2006 Lefèvre et al., 2009; Ingwell et al., 2012). Dessa maneira, ao modificar os fenótipos de seus hospedeiros, os parasitos permitem a criação de um novo habitat para outras espécies, ou alterar parâmetros de habitats, e assim são considerados engenheiros do ecossistema (Lafferty, 1993; Miura et al., 2006; Auld et al., 2016; Wasburton et al., 2018).

A taxa de encontro e a compatibilidade entre parasito-hospedeiro são modificadas pelas condições do ambiente e pelo hospedeiro (Wolinska, King, 2009; Herath et al., 2021). O ambiente afeta diretamente e indiretamente a sobrevivência ou a dinâmica populacional dos parasitos pelos fatores extrínsecos, como temperatura, precipitação e distribuição e abundância de habitats (Bush et al., 2001; Schotthoefer et al., 2011; Brito et al., 2014; Bolnick et al., 2019) quanto os intrínsecos como tamanho do corpo do hospedeiro e a diversidade genética (Euclides et al., 2022; Mahony et al., 2022), esses fatores podem ser influenciados diretamente por alterações ambientais de origem antrópica.

As alterações ambientais de origem antrópica têm um efeito maior do que as alterações de origem natural, pois têm maior impacto e ocorrem com maior velocidade (Palumbi, 2001). Dentre as alterações de origem antrópica se destaca a agricultura, desmatamento e poluição de corpos de água (Laurance, Peres, 2006; Gauthier et al., 2015; Seymour, Harris, 2019). Porém a agricultura se caracteriza pela acentuada utilização de agrotóxicos contaminando ecossistemas e impactando uma grande diversidade de espécies (Mello et al., 2018). Nas últimas décadas ocorreu um aumento expressivo no uso de agrotóxico (58%) comparado aos anos de 1990 a 2020 (Organization, 2024). Essa intensificação de agrotóxicos contamina águas e solos (Bhandari et al., 2021; Tang et al., 2021) as quais influenciam a dinâmica natural das interações ecológicas, alterando padrões de transmissão de doenças infecciosas (Sehgal, 2010; Faust et al., 2018) Através de declínios de populações de vertebrados, surtos de doenças até extinções de espécies (De Castro, Bolker, 2004; Calvignac Spencer et al., 2014). As espécies de parasitos afetadas por estas atividades antrópicas sofrem variações na abundância e riqueza, devido às alterações na densidade de hospedeiros (Wood et al., 2010; Ceballo, et al., 2015). Os parasitos podem infectar diversos grupos taxonômicos, no caso dos vertebrados, compreendendo desde os peixes (Verrez-Bagnis et al., 2023), anfíbios (Isaak-Delgado et al., 2020), répteis (Mendoza-Roldan et al., 2020), aves (Gutiérrez et al., 2019) e mamíferos (Hart, Hart, 2017).

Dentre o grupo dos anfíbios a ordem anura tem ganhado atenção nos últimos dez anos, porém ainda existe uma lacuna a respeito da diversidade parasitária nestes hospedeiros. Durante seu ciclo de vida, os anuros têm contato direto com uma ampla diversidade de parasitos, podendo ocorrer infecções por penetração ativa através do tegumento ou por sua pele durante sua fase larval ou via ingestão de alimentos (Da silva et al., 2017). Os anuros pertencem a um dos grupos mais impactados pelas alterações ambientais devido ao seu ciclo de vida bifásico e sua pele permeável, os tornam excelentes bioindicadores ambientais (Cushman, 2006; Cushman et al., 2006).

As mudanças ambientais podem ter tanto efeitos diretos quanto indiretos no sucesso das infecções por parasitos e na biologia dos hospedeiros (Aleuy, 2020). Diretamente, as alterações como mudanças na temperatura, umidade e disponibilidade de recursos podem influenciar a sobrevivência e a reprodução dos parasitos, afetando sua capacidade de infectar os hospedeiros (Parija, 2022). Por exemplo, condições ambientais mais favoráveis podem aumentar a taxa de reprodução de parasitos, levando a uma maior carga parasitária nos hospedeiros (Helmuth et al., 2005).

Por outro lado, indiretamente, as mudanças ambientais podem afetar a resposta imunológica e o comportamento dos hospedeiros, tornando-os mais suscetíveis às infecções parasitárias (Borremans, 2019). Por exemplo, o estresse causado por mudanças ambientais pode comprometer o sistema imunológico dos hospedeiros, tornando-os menos capazes de combater as infecções (Rohr et al., 2008; Christin et al., 2013). Além disso, o tamanho do hospedeiro, gênero, dieta, local de infecção, espécie e comportamento podem aumentar sua exposição aos parasitos (Campião et al., 2015; Lins et al., 2017; Oliveira e Cols., 2019; Silva-Neta et al., 2020). O tipo de agrotóxico pode influenciar de forma benéfica ou não benéfica aos parasitos, pois, de forma benéfica aos parasitos alguns tipos de agrotóxico como a atrazina podem aumentar a exposição e a suscetibilidade a trematódeos larvais aumentando os hospedeiros intermediários e suprimindo a imunidade dos anuros (Rohr et al., 2008) e não benéfica para parasitos com ciclo de vida indireto (Acantocephala e Platyhelminthes) pela razão que a utilização de alguns agrotóxicos elimina muitos moluscos e insetos que são hospedeiros intermediários desses grupos (Dobson et al., 2008; Liang et al., 2018).

Estas mudanças ambientais debilitam a saúde dos hospedeiros os tornando propícios a serem infectados e causando a mortalidade e diminuindo a densidade populacional do hospedeiro. Este declínio na abundância afeta a diversidade parasitária, pois diminui a concentração de hospedeiros, além de acabar gerando a mortalidade de

parasitos, causando um efeito em cadeia. Desta forma, apenas parasitos com rápida adaptação podem sobreviver a esses impactos da atividade agrícola sobre suas comunidades.

1.1 Referências

Aleuy OA, Kutz S. Adaptações, traços da história de vida e mecanismos ecológicos dos parasitas para sobreviver a extremos e imprevisibilidade ambiental diante das mudanças climáticas. *Int J Parasitol Parasitol Wildl.* 2020; 12:308–17.

Auld, S. K. J. R., Tinkler, S. K., & Tinsley, M. C. (2016). Sex as a strategy against rapidly evolving parasites. *Proceedings. Biological Sciences*, 283(1845), 20162226. <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.2226>

Bhandari, G., Atreya, K., Vašíčková, J., Yang, X., & Geissen, V. (2021). Ecological risk assessment of pesticide residues in soils from vegetable production areas: A case study in S-Nepal. *The Science of the Total Environment*, 788(147921), 147921. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147921>

Bolnick, D. I., Resetarits, E. J., Ballare, K., Stuart, Y. E., & Stutz, W. E. (2019). Scale-dependent effects of geography, host ecology, and host genetics, on species composition and co-occurrence in a stickleback parasite metacommunity. Em *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/672410>

Borremans B, Fausto C, Manlove KR, Sokolow SH, Lloyd-Smith JO. Transbordamento de patógenos entre espécies através das fronteiras do ecossistema: mecanismos e teoria. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2019; 374:20180344.

Brito, S. V., Corso, G., Almeida, A. M., Ferreira, F. S., Almeida, W. O., Anjos, L. A., Mesquita, D. O., & Vasconcellos, A. (2014). Phylogeny and micro-habitats utilized by lizards determine the composition of their endoparasites in the semiarid Caatinga of Northeast Brazil. *Parasitology Research*, 113(11), 3963–3972. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-4061-z>

Bush, A. O., Fernandez, J. C., Esch, G. W., & Seed, J. R. (2001). *Parasitism: The Diversity and Ecology of Animal Parasites*. Cambridge Univ. Press.

Calvignac-Spencer, S., Leendertz, S.A.J., Gillespie, T.R. & Leendertz, F.H. (2014). Wild great apes as sentinels and sources of infectious disease. *Clinical Microbiology and Infection*, 18, 521-527.

Campião, Karla Magalhães, Ribas, A. C. de A., Morais, D. H., Silva, R. J. da, & Tavares, L. E. R. (2015). How many parasites species a frog might have? Determinants of parasite diversity in south American anurans. *PloS One*, 10(10), e0140577. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140577>

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*, 1(5). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>

Christin, M. S., Ménard, L., Giroux, I., Marcogliese, D. J., Ruby, S., D. Cyr, M. Fournier, P. Brousseau (2013). *Effects of agricultural pesticides on the health of Rana pipiens frogs sampled from the field*. 20(2), 601–611. doi:10.1007/s11356-012-1160-1

Cushman, S.A., McKelvey, K.S., Hayden, J. e Schwartz, M.K. (2006). Fluxo gênico em paisagens complexas: testando múltiplas hipóteses com modelagem causal. *Am. Nat.* 168, 486–499.

Cushman, Sa (2006). Efeitos da perda e fragmentação de habitat sobre anfíbios: uma revisão e prospecto. *Biol.* 128, 231–240.

Da Silva, F. R., & Rossa-Feres, D. de C. (2017). Fragmentation gradients differentially affect the species range distributions of four taxonomic groups in semi-deciduous Atlantic forest. *Biotropica*, 49(3), 283–292. <https://doi.org/10.1111/btp.12362>

De Castro, F. & Bolker, B. (2004). Mechanisms of disease-induced extinction. *Ecology Letters*, 8, 117- 126.

De Meeûs, T., & Renaud, F. (2002). Parasites within the new phylogeny of eukaryotes. *Trends in Parasitology*, 18(6), 247–251. [https://doi.org/10.1016/s1471-4922\(02\)02269-9](https://doi.org/10.1016/s1471-4922(02)02269-9)

Densmore CL, Verde DE. Doenças dos anfíbios. *ILAR J.* 2007; 48 :235–254. doi: 10.1093/ilar.48.3.235

Dobson, A., Lafferty, K. D., Kuris, A. M., Hechinger, R. F., & Jetz, W. (2008). Colloquium paper: homage to Linnaeus: how many parasites? How many hosts? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 Suppl 1(supplement_1), 11482–11489. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803232105>

Euclides L, De La Torre GM, Dudczak AC, Melo FT de V, Campião KM. Ecological specificity explains infection parameters of anuran parasites at different scales. *Parasitology*. 2022;149(5):646-653. doi:10.1017/S0031182022000087

Faust, C. L., McCallum, H. I., Bloomfield, L. S. P., Gottdenker, N. L., Gillespie, T. R., Torney, C. J., Dobson, A. P., & Plowright, R. K. (2018). Pathogen spillover during land conversion. *Ecology letters*, 21(4), 471–483. <https://doi.org/10.1111/ele.12904>

Gauthier, S., Bernier, P., Kuuluvainen, T., Shvidenko, A. & Schepaschenko, D. (2015) Saúde florestal boreal e mudança global. *Ciência* 349, 819–822.

Gutiérrez JS, Piersma T, Thieltges DW. Micro- and macroparasite species richness in birds: The role of host life history and ecology. *J Anim Ecol.* 2019; 88: 1226–1239. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12998>

Hart, B. L., Hart, L. A. (2018). How mammals stay healthy in nature: the evolution of behaviours to avoid parasites and pathogens. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 373(1751), 20170205. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0205>

Hatcher, M. J., Dick, J. T. A., & Dunn, A. M. (2014). Parasites that change predator or prey behaviour can have keystone effects on community composition. *Biology Letters*, 10(1), 20130879. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0879>

Helmuth B, Kingsolver JG, Carrington E. Biophysics, physiological ecology, and climate change: does mechanism matter? *Annu Rev Physiol.* 2005;67:177-201. doi: 10.1146/annurev.physiol.67.040403.105027.

Herath, J., Ellepola, G., & Meegaskumbura, M. (2021). Patterns of infection, origins, and transmission of ranaviruses among the ectothermic vertebrates of Asia. *Ecology and Evolution*, 11(22), 15498–15519. <https://doi.org/10.1002/ece3.8243>

Hopla C, Durden L, Keirans J. Ectoparasitas e classificação. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties.* 1994; 13(4):985–1034. DOI: 10.20506/rst.13.4.815

Ingwell, L. L., Eigenbrode, S. D., & Bosque-Pérez, N. A. (2012). Plant viruses alter insect behavior to enhance their spread. *Scientific reports*, 2(1), 578.

Isaak-Delgado AB, López-Díaz O, Romero-Callejas E, Martínez-Hernández F, Muñoz-García CI, Villalobos G, Randón-Franco E (2020) Morphological and molecular characteristics of hemoparasites in vaillant's frogs (*Lithobates vaillanti*). *Parasitol Res* 119:1891–1901. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06689-1>

Lafferty, K. D. (1993). Effects of parasitic castration on growth, reproduction and population dynamics of the marine snail *Cerithidea californica*. *Marine Ecology-Progress Series*, 96, 229–229.

Larsen BB, Miller EC, Rhodes MK, Wiens JJ. O carinho desmedido se multiplicou e redistribuiu: o número de espécies na Terra e o novo bolo da vida. *Q Rev Biol.* 2017; 92(3):229–265. DOI: 10.1086/693564.

Laurance, W. F. & Peres, C. A. Ameaças emergentes às florestas tropicais. (Editora da Universidade de Chicago, 2006).

Lefèvre, T., Lebarbenchon, C., Gauthier-Clerc, M., Missé, D., Poulin, R., & Thomas, F. (2009). The ecological significance of manipulative parasites. *Trends in ecology & evolution*, 24(1), 41-48.

Liang, S., Abe, E. M., & Zhou, X. N. (2018). Integrating ecological approaches to interrupt schistosomiasis transmission: opportunities and challenges. *Infectious diseases of poverty*, 7, 1-6.

Lins, A. G. de S., Aguiar, A., Morais, D. H., Firmino da Silva, L. A., Ávila, R. W., & Silva, R. J. da. (2017). Helminth fauna of *Leptodactylus syphax* (Anura: Leptodactylidae) from Caatinga biome, northeastern Brazil. *Revista brasileira de parasitologia veterinária [Brazilian journal of veterinary parasitology]*, 26(1), 74–80.
<https://doi.org/10.1590/s1984-29612017013>

Mangini, P. R., Vidolin, G. P. & Velastin, G. O. (2006). Pesquisa de macroparasitos em carnívoros selvagens: uma ferramenta para a conservação. 307-323pp. In: MORATO, R. G., RODRIGUES, F. H. G., EIZIRIK, E., MANGINI, P. R., AZEVEDO, F. C. C., MARINHO-FILHO, J. (Eds.) Manejo e conservação de carnívoros neotropicais. IBAMA. São Paulo. 396p.

Mahony, K. E., Lynch, S. A., de Montaudouin, X., & Culloty, S. C. (2022). Fatores extrínsecos e intrínsecos de prevalência de parasitos e riqueza de espécies de parasitos em bivalves marinhos. *PloS one*, 17(9), e0274474.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274474>

Mello, K. D., Valente, R. A., Randhir, T. O. & Vettorazzi, C. A. Impactos da cobertura florestal tropical na qualidade da água em bacias hidrográficas agrícolas no sudeste do Brasil. *Ecol. Índico*. 93, 1293-1301 (2018).

Mendoza-Roldan JA, Modry D, Otranto D. Zoonotic Parasites of Reptiles: A Crawling Threat. *Trends Parasitol*. 2020 Aug;36(8):677-687. doi: 10.1016/j.pt.2020.04.014.

Miura, O., Kuris, A. M., Torchin, M. E., Hechinger, R. F., & Chiba, S. (2006). Parasites alter host phenotype and may create a new ecological niche for snail hosts. *Proceedings. Biological Sciences*, 273(1592), 1323–1328. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3451>

Oliveira, C. R., Ávila, R. W., & Morais, D. H. (2019). Helminths associated with three *Physalaemus* species (Anura: Leptodactylidae) from Caatinga Biome, Brazil. *Brazil. Acta Parasitol*, 64, 205–212.

Organization, F.-. F. A. A. (2024). *Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) Crops and livestock products.*

Palumbi, S. R. (2001). Humans as the world's greatest evolutionary force. *Science (New York, N.Y.)*, 293(5536), 1786–1790. <https://doi.org/10.1126/science.293.5536.1786>

Parija S. C. (2022). Adaptação climática impactando a infecção parasitária. *Parasitologia tropical*, 12(1), 3–7. https://doi.org/10.4103/tp.tp_32_22

Poulin R. Padrões macroecológicos de riqueza de espécies em assembleias de parasitos. *Appl Ecol. Básico* 2004; 5(5):423–34.

Rohr JR, Schotthoefer AM, Raffel TR, Carrick HJ, Halstead N, Hoverman JT, Johnson CM, Johnson LB, Lieske C, Piwoni MD, Schoff PK, Beasley VR. Agroquímicos aumentam infecções por trematódeos em uma espécie de anfíbio em declínio. *Natureza*. 30 de outubro de 2008; 455(7217):1235-9. DOI: 10.1038/nature07281.

Schotthoefer, A. M., Rohr, J. R., Cole, R. A., Koehler, A. V., Johnson, C. M., Johnson, Segalla, M. V., Berneck, B., Canedo, C., Caramaschi, U., Cruz, C. G., Garcia, P. D. A., & Langone. (2021). List of Brazilian amphibians. *Herpetologia brasileira*, 10(1), 121–216.

Sehgal, R. N. (2010). Deforestation and avian infectious diseases. *Journal of Experimental Biology*, 213, 955–960.

Seymour, F. & Harris, N. L. Redução do desmatamento tropical. *Ciência* 365, 756-757 (2019).

Silva-Neta , AF , Alcântara , EP , Oliveira , CR , Carvalho , EFF , Moraes , DH , Silva , RJ e Ávila , RW (2020) Helmitos associados a 15 espécies de anuros do Planalto da Ibiapaba, Nordeste do Brasil . *Helmitologia Neotropical Neotropical* 14 (2) , 197-206

Thang, F. H. M., Lenzen, M., McBratney, A., & Maggi, F. (2021). Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature Geoscience*, 14(4), 206–210. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00712-5>

Verrez-Bagnis, V., GAY, M. and VERREZ-BAGNIS, V. (2023). Fish Parasites and Associated Risks. In *Current Challenges for the Aquatic Products Processing Industry*, V. Verrez-Bagnis (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9781394264728.ch6>

Warburton, E. M., & Vonhof, M. J. (2018). From individual heterogeneity to population-level overdispersion: quantifying the relative roles of host exposure and parasite establishment in driving aggregated helminth distributions. *International Journal for Parasitology*, 48(3–4), 309–318. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.10.005>

Wolinska, J., & King, K. C. (2009). Environment can alter selection in host–parasite interactions. *Trends in Parasitology*, 25(5), 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2009.02.004>

Wood, C. L., Lafferty, K. D., & Micheli, F. (2010). Pescar parasitas marinhos? Impactos da pesca nas taxas de parasitismo no oceano. *Cartas Ecologia*, 13(6), 761–775. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01467.x>