



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE REALEZA
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA**

DANIELI FERNANDA ZANELATTO

**ANÁLISE CIENTOMÉTRICA SOBRE A DISSEMINAÇÃO E A
OCORRÊNCIA DE *Batrachochytrium dendrobatidis* E IMPLICAÇÕES NA
CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES DE ANUROS NO BRASIL.**

REALEZA

2017

DANIELI FERNANDA ZANELATTO

**ANÁLISE CIENTOMÉTRICA SOBRE A DISSEMINAÇÃO E A
OCORRÊNCIA DE *Batrachochytrium dendrobatidis* E IMPLICAÇÕES NA
CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES DE ANUROS NO BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito parcial para obtenção
de grau de Licenciatura em Ciências Biológicas
da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof. Dra. Gilza Maria de Souza
Franco

Co-orientadores: Roseli Coelho dos Santos e
Rubem Alexandre Boelter.

REALEZA

2017

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Zanelatto, Danieli Fernanda

ANÁLISE CIENTOMÉTRICA SOBRE A DISSEMINAÇÃO E
OCORRÊNCIA DE *Batrachochytrium dendrobatidis* E
IMPLICAÇÕES NA CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES DE ANUROS
NO BRASIL/ Danieli Fernanda Zanelatto. -- 2017.
19 f.

Orientador: Gilza Maria de Souza Franco .

Co-orientadores: Roseli Coelho dos Santos e Rubem
Alexandre Boelter.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Licenciatura Em Ciências Biológicas, Realeza, PR,
2017.

1. *Fungo*. 2. Quitridiomycose.
3. Rã-touro-gigante.
I. Franco, Gilza Maria de Souza, orient. II. Boelter,
Rubem Alexandre; Coelho, Roseli dos Santos, co-
orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul.
Iv. Título.

DANIELI FERNANDA ZANELATTO

**ANÁLISE CIENTOMÉTRICA SOBRE A DISSEMINAÇÃO E A
OCORRÊNCIA DE *Batrachochytrium dendrobatidis* E IMPLICAÇÕES NA
CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES DE ANUROS NO BRASIL.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira sul.

Orientadora: Profa. Dra. Gilza Maria de Souza Franco

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Gilza Maria de Souza Franco – UFFS

Profa. Dra. Izabel Aparecida Soares – UFFS

Prof^a. Dr. Daniel Galiano – UFFS

SUMÁRIO

Resumo.....	05
Abstract.....	06
Introdução.....	07
Material e Métodos.....	12
Resultados.....	13
Discussão.....	16
Agradecimentos.....	16
Referências.....	17

Análise cientométrica sobre a disseminação e a ocorrência de *Batrachochytrium dendrobatidis* e implicações na conservação de espécies de anuros no Brasil

Danieli Fernanda Zanelatto^{1*}

¹Rodovia PR 182 - Km 466, Avenida Edmundo Gaievski, 1000, Cx Postal 253, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza, CEP 85770-000, Realeza – PR, Brasil

* Autor para correspondência

danieli.zanelatto@gmail.com

Artigo escrito segundo a formatação da revista
Biotemas. UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, eISSN 2175-7925

Análise cientométrica sobre a disseminação e a ocorrência de *Batrachochytrium dendrobatidis* e implicações na conservação de espécies de anuros no Brasil

Resumo

O declínio das espécies de anfíbios é uma das grandes preocupações ecológicas justificada pela conservação da biodiversidade. Um fator preocupante está na introdução de espécies exóticas e a interferência direta destas sobre diminuição de diversas espécies de anuros endêmicos, como ocorre na incorporação da rã-touro-gigante, *Lithobates catesbeianus*, que se alastrou por diversos ambientes devido a sua utilização problematizada pela ranicultura no país. O sistema imunológico dos anfíbios sofre a interferência pelo estresse ambiental e social, o que

os torna suscetíveis a doenças que antes eram resistentes, sendo assim, este estudo teve como objetivo realizar uma análise cientométrica dos aspectos quantitativos da produção científica sobre o fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* em anuros no Brasil e o papel da rã *Lithobates catesbeianus* como sua disseminadora. O presente estudo consiste de análises de produções científicas disponíveis nas bases de dados: PORTAL Capes Periódicos, SciELO The Scientific Electronic Library Online e *ScienceDirect*, discutindo os aspectos e resultados apresentados pelas pesquisas brasileiras quanto à presença da rã-touro-gigante, infestação e disseminação do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* e seus efeitos na conservação de espécies de anfíbios.

Palavras-chave: Fungo; Quitridiomycose; Rã-touro-gigante

Abstract

Analysis scientometric on the dissemination and occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* and implications for the conservation of frogs species in Brazil. The decline in amphibian species is one among the great ecological concerns justified by the biodiversity conservation. One factor of concern is in the introduction of exotic species and their direct interference on the shortage of many endemic frog species, as happen in the incorporation of the giant bullfrog, *Lithobates catesbeianus*, which spread over many environments because of its problematized use in frog breeding across the country. The amphibian immune system suffer interference of environmental and social stress, which makes them succetible to diseases that they were once resistant, therefore, this study had as objective the realization of an scientometric analisys over the quantitative aspects of the scientific production about the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in frogs in Brazil and the role of the frog *Lithobates catesbeianus* as its disseminator. The present study consists in the analisys of the scientific productions available in the data bases: PORTAL Capes Periódicos, SciELO The Scientific Electronic Library Online and *ScienceDirect*, debating the aspects and results put forward by brazilian researches about the presence of the giant bullfrog, infestation and dissemination of the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* and its effects over the amphibian species conservation.

Key words: Bullfrog; Chytridiomycosis; Fungus

Introdução

Registros do declínio mundial das populações de anfíbios surgem na literatura a partir da segunda metade da década de 1980 (SILVANO; SEGALLA, 2005). A redução nas espécies de anfíbios que está ocorrendo globalmente, não é proveniente de uma única causa e, que nenhum fator atua sozinho, ocorrendo interações entre cinco fatores finais que os autores definem como as mudanças atmosféricas, os poluentes ambientais, as modificações de habitat, as espécies invasoras e os patógenos (HAYES et al., 2010).

Historicamente, o homem explora de maneira desordenada o meio ambiente, gerando a fragmentação e alteração de grande parte dos ambientes brasileiros e do mundo, e resultando em um mosaico de ambientes naturais com áreas cada vez menores e isoladas entre si, estes ambientes se encontram distribuídos entre áreas urbanas, industriais e agropecuárias, o que reflete direta e indiretamente na biodiversidade como um todo, sendo esta uma das principais causas do declínio dos anfíbios no mundo (VERDADE; DIXO; CURCIO, 2010). Em paisagens alteradas pelo homem, pode-se esperar que a divisão do habitat reduza o tamanho das populações, diminua a extensão e as taxas de ocupação das metapopulações e afete negativamente a riqueza das comunidades locais, a divisão do habitat é uma força que pode modificar o tamanho, a estrutura e a distribuição da população em uma única geração (BECKER et al., 2007).

As mudanças nos padrões microclimáticos dos habitats influenciam diretamente na biologia dos anfíbios, na microbiota cutânea residente e doenças acarretadas através do desequilíbrio na relação patógeno-hospedeiro (ASSIS, 2012). Compreender os padrões da dinâmica patógeno-hospedeiro é essencial para minimizar os efeitos deletérios de doenças emergentes em espécies potencialmente susceptíveis (RAMALHO, 2015). Outro fator que influencia na modificação de habitats e age diretamente sobre a vida dos organismos vivos de nosso planeta é a radiação ultravioleta (UV), que é benéfica em níveis adequados, porém em quantidade elevada pode ocasionar mutações e deficiências imunológicas (VERDADE; DIXO; CURCIO, 2010). Nos anuros, a radiação ultravioleta atua de maneira negativa principalmente sobre o desenvolvimento de ovos e embriões, resultando em anomalias e ocasionando problemas no sistema imunológico (VERDADE; DIXO; CURCIO, 2010). O sistema imunológico dos anfíbios sofre a interferência pelo estresse ambiental, onde através da

alteração da acidez ou da radiação ultravioleta, podem se tornar suscetíveis a doenças ou parasitas aos quais antes eram resistentes (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Previsões dos impactos do aquecimento global apontam que se este não for minimizado ou interrompido, pode resultar em dois tipos de impactos potencialmente importantes na composição e distribuição geográfica dos anfíbios, onde primeiramente poderia ocorrer a elevação do nível do mar, e assim a invasão marinha de áreas litorâneas de baixada e ilhas, o que resultaria na eliminação das espécies de anfíbios que residem nestas áreas devido a salinidade marinha e, o segundo tipo de impacto relevante, ocorreria através da modificação nas condições climáticas vegetacionais que acarretaria na morte de espécies endêmicas (HADDAD; GIOVANELLI; ALEXANDRINO, 2008). As modificações climáticas, além de interferir diretamente nas populações de anfíbios, pode modificar a virulência de patógenos e ação de parasitas (COSTA; CARNAVAL; TOLEDO, 2012).

Outra condição importante é a introdução de novas espécies nos habitats, a inserção de espécies exóticas que podem ser predadoras das espécies nativas levando-as à extinção, ou ocasionando modificações em seu habitat, faz com que várias espécies não consigam permanecer em seu ambiente natural (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Muitas espécies introduzidas na fauna brasileira além de alimentarem-se de anuros nativos, influenciam através da competição por recursos, como ambientes reprodutivos e alimentos (VERDADE; DIXO; CURCIO, 2010). Na maioria dos casos em que espécies exóticas são introduzidas em um ambiente, estas não ocorrem com espécies nativas, onde algumas espécies exóticas como a rã-touro-gigante, são parcialmente culpadas pela extirpação de rãs nativas (VITT; CALDWELL, 2014). A introdução intencional e a fuga da aquicultura provocou a dispersão da rã-touro-gigante da América do Norte para muitos países em todo o mundo, estas como transportadoras do fungo de chytridium, poderiam contribuir para o declínio dos anfíbios nativos (BURTLE et al., 2014). Existem registros de *Lithobates catesbeianus* em 130 municípios brasileiros, sendo a maioria deles nas regiões sul e sudeste (BOTH et al., 2011).

A rã-touro-gigante americana (Shaw, 1802), é nativa do leste dos Estados Unidos e no Canadá, mas ao longo do século passado foi transportada para todo o mundo para ser cultivadas para consumo humano (BOTH et al., 2011), a produção da carne de rã por si só não é necessariamente problemática, e os potenciais benefícios econômicos da rã-touro-gigante para

a aquicultura não devem ser ignorados, referindo que o problema reside na ausência de salvaguardas biológicas e legais adequados para impedir a fuga ou a liberação da rã-touro-gigante (BOTH et al., 2011). Através disto, a ranicultura estaria ajudando a *L. catesbeianus* a estabelecer-se como espécie exótica em diferentes ambientes.

A *Lithobates catesbeianus* é uma espécie altamente carnívora, a qual varia suas presas entre artrópodes, mamíferos e até mesmo sua própria espécie entre outros anuros, seu comportamento predador eliminou rãs nativas de diferentes habitats onde a rã-touro-gigante acabou sendo inserida (VITT; CALDWELL, 2014). Por apresentar um tamanho maior que as demais e uma fácil adaptação, esta espécie se torna uma potencial ameaça aos ecossistemas nativos por constituir uma ampla população (CUNHA; DELARIVA, 2009). Dentre os anuros nativos do sul do Brasil, as famílias Hylidae e Leptodactylidae são predados principalmente durante o período reprodutivo e representam os anuros mais predados por *L. catesbeianus*, além disto, os itens mais importantes encontrados na dieta da rã-touro-gigante foi espécies de anuros nativos de girinos e principalmente de anuros após sua metamorfose, provavelmente devido ao tipo de ambiente de predação ocupada (BOELTER, 2014). Além disso, esta espécie pode influenciar de maneira direta na morte de girinos nativos por meio da competição (CUNHA; DELARIVA, 2009).

A introdução de uma espécie hospedeira de uma doença, em uma área de tamanho reduzido através da destruição do habitat, comumente acarretará na deterioração da qualidade deste habitat e na diminuição de alimentos disponíveis, gerando uma baixa no teor nutricional destes animais os deixando fracos e aumentando sua suscetibilidade à infecção. Ainda de acordo com os autores a aglomeração em grande quantidade de indivíduos, pode ocasionar o estresse social populacional, gerando também a diminuição da resistência destes animais a doenças (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Atualmente o agente infeccioso mais importante em relação ao declínio e a extinção das populações de anfíbios, é o fungo aquático da espécie *Batrachochytrium dendrobatidis*, da família Chytridiaceae, sendo a espécie considerada a maior e mais iminente ameaça aos anfíbios das regiões tropicais (VERDADE; DIXO; CURCIO, 2010). No passado, o fungo chytridium era considerado predominantemente saprofítico de vida livre, com poucas espécies e capazes de infectar apenas invertebrados e plantas, sendo descoberta em 1998 uma nova espécie chamada

de *Batrachochytrium dendrobatidis* (fungos Chytridiomycota e Rhizophydiales), que mostrou capacidade de infectar anfíbios e causar uma doença muitas vezes fatal, conhecida como quitridiomicose (HIPOLITO et al., 2014), este fungo é altamente infeccioso e a quitridiomicose é potencialmente fatal (HYATT et al., 2007).

O *Batrachochytrium dendrobatidis* é um organismo aquático que apresenta dois estágios de vida: um sésil, chamado de zoosporângio reprodutivo e um móvel, que é o zoósporo uniflagelado liberado pelo zoosporângio (JOHNSON; SPEARE, 2003). O zoósporo se locomove através de um flagelo e inicia a colonização das células epidérmicas queratinizadas dos anfíbios (LONGCORE; PESSIER; NICHOLS, 1999). O *Batrachochytrium dendrobatidis*, alimenta-se da queratina presente na epiderme dos anfíbios adultos e na boca dos girinos (VERDADE; DIXO; CURSIO., 2010). Muitas características da pele de anfíbios diferem das de outros vertebrados terrestres, notavelmente, a epiderme de anfíbios é permeável e fisiologicamente ativa, apresentando-se como um órgão-chave envolvido na manutenção da homeostase (VOYLES; ROSENBLUM; BERGER, 2011). Como as lesões associadas à quitridiomicose letal em anfíbios pós-metamórficos são limitadas ao epitélio queratinizado da pele e esta é um órgão fisiologicamente importante para a osmorregulação em anfíbios, a interrupção da função cutânea normal é frequentemente citada como uma provável causa de morte em animais com a doença (PESSIER et al., 2012).

Os Zoósporos são esporos sexuais assexuados que se formam dentro do zoosporângio após a mitose e são liberados através de um tubo de descarga para a superfície epidérmica, estes são rodeados por uma membrana e são móveis, mas se espalham em água principalmente por meio de movimentos passivos (BERGER, 2016). Os zoósporos residem na água e podem penetrar na pele dos anfíbios, onde amadurecem no período de 4 a 5 dias formando estruturas ramificadas que percorrem a pele dos animais, e um corpo reprodutor chamado de zoosporângio, com centenas de zoósporos a serem liberados na água (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Batrachochytrium dendrobatidis tem seu crescimento ideal em temperaturas entre 17 à 25 °C, e cresce através de uma ampla gama de temperaturas permissivas e ótimas (4-25 °C), o que permite a este patógeno persistir em muitos ambientes, tendo a capacidade de resistir e até mesmo crescer lentamente a 4 °C, o que pode permitir que *B. dendrobatidis* hiberne em seus

hospedeiros, mesmo em climas temperados de latitudes médias, onde as temperaturas dos ambientes aquáticos são baixas, e à medida que as temperaturas aumentam no ambiente, o quitrídio pode então se reproduzir rapidamente (PIOTROWSKI; ANNIS; LONGCORE, 2004).

A duração da sobrevivência de *Batrachochytrium dendrobatidis* varia com a fonte de água e a estirpe de fungo (JOHNSON; SPEARE, 2003). Em um ciclo de crescimento normal, ambas as estirpes levam até 5 dias para se desenvolver em temperaturas e condições nutricionais ótimas, no entanto, em condições de baixa de nutrientes, o crescimento é inibido e o ciclo de vida leva mais tempo para ser concluído (JOHNSON; SPEARE, 2003). Sua disseminação pode ocorrer de anfíbio para anfíbio por contato próximo ou direto durante o acasalamento, dissipação de larvas ou outros comportamentos agregativos, além disso, zoósporos podem ser espalhados a distâncias mais longas se transportados em correntes de água, que em contrapartida também poderia diminuir as chances de um zoósporo entrar em contato com um hospedeiro por estarem diluídos a baixas concentrações (PIOTROWSKI; ANNIS; LONGCORE., 2004).

O fungo *B. dendrobatidis*, é considerado um patógeno onipresente, que infecta a pele de anuros adultos e as mandíbulas de girinos (VITT; CALDWELL, 2014). Sendo descrito como a provável causa da morte de anuros na Austrália e na América Central ano de 1998, e um ano após em anuros mortos no Zoológico Nacional dos Estados Unidos (POUGH; JANIS; HEISER, 2008; VITT E CALDWELL, 2014). Também sendo encontrado em espécimes do museu Africano de *Xenopus laevis* que datam dos anos 1930 (VITT; CALDWELL, 2014).

Ainda não é claro se o fungo se espalhou através das mudanças climáticas globais, ou se apenas este se tornou mais virulento (VITT; CALDWELL, 2014). A importância da pesquisa sobre a quitridiomíose para que a conservação dos anfíbios não deve ser negligenciada, resolver os determinantes da susceptibilidade à doença interespecífica ou resistência ajudará na identificação das espécies em maior necessidade de intervenção de conservação (VOYLES; ROSENBLUM; BERGER, 2011).

Seria interessante expandir pesquisas epidemiológicas sobre a presença de *B. dendrobatidis* a outros biomas brasileiros para a obtenção de mais informações sobre a distribuição do fungo no Brasil (COUTINHO et al., 2015). Mais pesquisas sobre patogênese, níveis moleculares e celulares, devem ser uma prioridade para compreender quitridiomíose e

patogenicidade geral do fungo (VOYLES; ROSENBLUM; BERGER., 2011).

O presente trabalho busca analisar em produções científicas disponíveis nas bases de dados: PORTAL Capes Periódicos, SciELO The Scientific Electronic Library Online e ScienceDirect, realizando análises e discussões quanto seus aspectos e resultados sobre a presença da rã *Lithobates catesbeianus*, infestação e disseminação do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* e seus efeitos na conservação de espécies de anfíbios.

Como objetivo de inventariar qualitativamente a produção científica acerca do diagnóstico, presença e frequência do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* em espécies de anuros no Brasil, bem como o papel da rã *Lithobates catesbeianus* como disseminadora do fungo e vetora da quitridiomíose, identificando as principais causas apontadas quanto a disseminação do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* e seus efeitos na conservação de espécies. O estudo cientométrico realiza a análise quantitativa de um conjunto de investigações científicas e técnicas (BUFREM E PRATES, 2005). É correto afirmar que apenas indicadores cientométricos não substituem as análises especializadas, mas possibilitam mais visibilidade e análise dos conhecimentos produzidos por pesquisas, permitindo aos especialistas obter informações adequadas para fundamentar suas pesquisas (BUFREM E PRATES, 2005).

A análise da literatura científica permite identificar as lacunas dentro de um conjunto de pesquisas possibilitando direcionar investigações posteriores, nesta perspectiva, o presente estudo realizou um estudo inventariando pesquisas realizados a partir de 1990 até os dias atuais, que diagnosticam a disseminação e ocorrência do fungo *B. dendrobatidis* em espécies de anuros no Brasil, bem como a importância da rã *Lithobates catesbeianus* como disseminadora do fungo e vetora da quitridiomíose.

Material e Métodos

Para realizar-se um estudo cientométrico é necessário estabelecer variáveis dependentes, ou seja, fatores fora do controle do pesquisador e, variáveis independentes que são pertinentes ao conhecimento e desenvolvimento da pesquisa realizada pelo pesquisador (SILVA; HAYASHI; HAYASHI, 2011). Dessa maneira, estabeleceu-se como variáveis dependentes a coerência das bases de dados e a qualidade das informações de cada publicação e, como variáveis independentes o conhecimento prévio necessário para o controle e

compilação dos dados obtidos através da pesquisa.

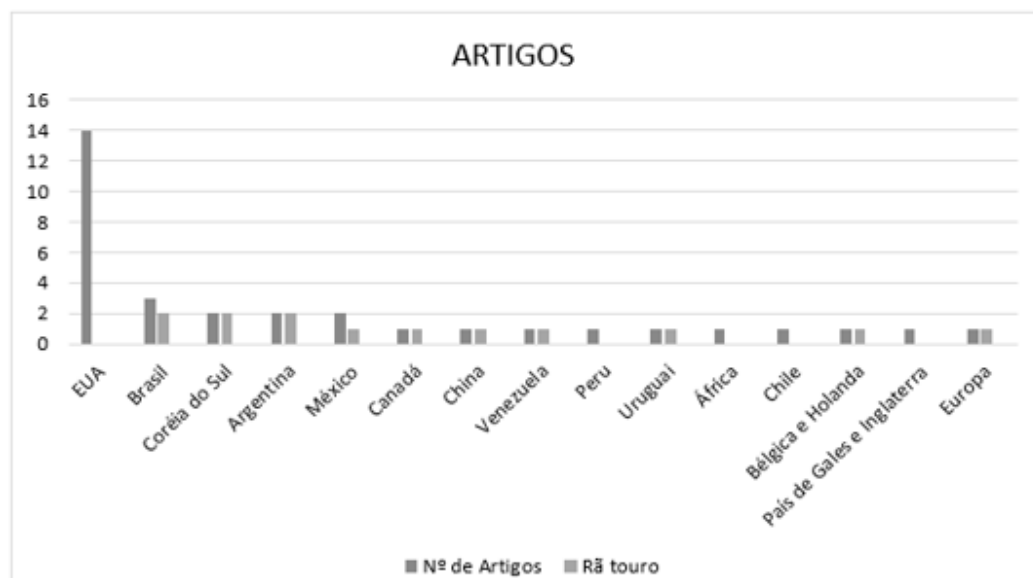
O aumento da interação entre ciência e tecnologia é um dos espaços abundantes para a pesquisa cienciométrica (VANTI, 2002). Pensando nisso, a pesquisa analisou os estudos publicados nas bases de dados: PORTAL Capes Periódicos, disponível em: <www.periodicos.capes.gov.br>, SciELO The ScientificElectronic Library Online, disponível em: <<http://www.scielo.org/php/index.php>> e ScienceDirect, disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>, utilizando como palavras-chave de busca: 1) <“*Batrachochytrium dendrobatidis*” and “*Lithobates catesbeianus*”>; 2) <“quitridiomycose” and “Brazil”>; 3) <“*Batrachochytrium dendrobatidis*” and “dissemination”>; 4) <“*Batrachochytrium dendrobatidis*” and “propagation”>; 5) <“*Batrachochytrium dendrobatidis*” and “infestation”>. Posterior a obtenção dos artigos, foi realizado a triagem e seleção dos estudos realizados no Brasil e posteriores ao ano de 1990 e realizada a análise dos mesmos quanto às possíveis causas apontadas para a disseminação do fungo *B. dendrobatidis* no Brasil, a associação entre a quitridiomycose e a disseminação por rã- touro-gigante, e os efeitos do fungo *B. dendrobatidis* na conservação de espécies apontados nos estudos.

Resultados

Quanto a infestação do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* no Brasil, verificando a associação entre a quitridiomycose e a disseminação do fungo pela rã *Lithobates catesbeianus*, além de buscar identificar os efeitos do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* na conservação de espécies apresentados na produção científica. Estudos quanto a infestação do fungo Bd nas bases de dados analisadas foram escassos, ao contrário das expectativas, os parâmetros pré estabelecidos pela pesquisa, existe escassez de dados quanto ao fungo *B. dendrobatidis* no Brasil. A busca na base de dados SciELO The ScientificElectronic Library Online apresentou somente um artigo contendo dados brasileiros (VIEIRA et al., 2003) e a base de dados *ScienceDirect* apresentou três publicações, selecionados para análise (HIPOLITO et al., 2014; BECKER et al., 2016; BECKER ET AL., 2017). A base de dados PORTAL Capes Periódicos, apresentou um vasto resultado de trabalhos científicos, sendo inicialmente selecionados trinta e três artigos que apresentavam dados quanto a presença do fungo *Bdem* anuros, mas destes seis artigos não estão relacionados a rã-touro-gigante e apenas três apresentam análises brasileiras

(HIPOLITO et al., 2014; BOVO., 2015; FORTI et al., 2017), como pode ser observado na Imagem 01.

IMAGEM 01:



Quanto os efeitos do fungo na conservação de espécies, o isolado Bd-Brasil causou uma mortalidade de 50% do hospedeiro experimental norte-americano, indicando que as linhagens endêmicas em uma região podem causar efeitos negativos se forem introduzidas em populações selvagens puras, como o *Batrachochytrium dendrobatidis* é um patógeno generalista hospedeiro entre anfíbios, a densidade do hospedeiro, a diversidade de espécies e a abundância relativa podem modular as pressões seletivas do hospedeiro independentemente do meio ambiente (BECKER et al., 2017), em contrapartida, uma avaliação quanto aos efeitos potenciais da quitridiomicose pelo fungo demonstra que espécies desenvolveram resistência ao patógeno, porém, espécies diferentes poderiam não responder da mesma maneira a infecção (BOVO, 2015), além disso a exposição anterior do hospedeiro ao patógeno nas comunidades tropicais, também desempenha um papel importante na determinação das cargas de infecção, existindo uma associação negativa entre as cargas de infecção por *Batrachochytrium dendrobatidis* observadas na natureza e no laboratório (BECKER et al., 2016).

Comunidades de anfíbios temperados mais densos comumente encontrados em locais prístinos apresentaram cargas *Bd* mais elevadas quando os microclimas se mantêm constantes

e, em contraste, as comunidades de anfíbios tropicais encontradas em locais de floresta intocada apresentam cargas de infecção por *Bd* mais baixas na ausência de microclimas variáveis, provavelmente devido à composição das espécies hospedeiras (BECKER et al., 2016). Além disto, estabeleceu-se uma relação entre o comprimento do corpo em girinos de *Hyloides cf. ornatus* e *Lithobates catesbeianus* com a despigmentação das peças bucais, permitindo verificar que a desqueratinização indica uma infecção por *Batrachochytrium dendrobatidis*, resultando em um padrão similar de resposta a infecções por *Bd* entre espécies filogeneticamente distantes (Ranidae vs. Hylodidae) e entre espécies de diferentes eco-regiões (Neotrópicos versus Cársticos) sugerindo um padrão consistente e possivelmente universal, além de identificar um padrão quanto a despigmentação e infecção de girinos maiores ser mais frequente que em girinos menores, estabelecendo que a infecção por *Bd* correspondente à despigmentação de partes bucais queratinizadas (VIEIRA et al., 2003).

Outro fator observado que pode ser relacionado à virulência é a grande variação nos tamanhos de zoósporos e zoosporângios, experiências futuras podem determinar esta relação assim como informar o papel destas diferenças nos níveis de ploidia (número de pares de cromossomos homólogos) têm na dinâmica da infecção, mesmo quando os isolados estão geneticamente e intimamente relacionados (BECKER et al., 2017).

A pesar da rã *Lithobates catesbeianus* ser reconhecida como um reservatório potencial para o fungo *B. dendrobatidis* no Brasil, este não foi detectado na população recentemente introduzida de *E. johnstonei* e *P. luteolus* no Estado de São Paulo (FORTI et al., 2017). Os demais artigos não apresentam dados quanto a associação entre a quitridiomíose e a disseminação pela rã-touro-gigante (HIPOLITO et al., 2014; BOVO, 2015., VIEIRA et al., 2003; BECKER et al., 2016; BECKER ET AL., 2017). Além dos aspectos de competição e predação, é possível que ocorra ambientalmente uma relação sinérgica dos fatores ambientais e da introdução de espécies exóticas com a ação de doenças, sendo assim, estudos relacionados a esta interação poderiam ser essenciais para estabelecer parâmetros de infecção e disseminação da quitridiomíose.

Discussão

É evidente a sinergia existente entre os fatores ambientais sobre o sistema imunológico de anuros e a infecção da quitridiomicose, assim como entre a apropriação dos habitats pela rã-touro-gigante e sua maior resistência a infecção uma vez que seu porte elevado em comparação a espécies nativas brasileiras lhe favorece em relação a competição por território e proporciona menor influência infecciosa sobre sua homeostase, além disto, sua alimentação contendo outras espécies de anuros principalmente enquanto girinos e sua vocalização exacerbada pode influenciar diretamente na reprodução das espécies nativas, sendo estes fatores relevantes a ser futuramente investigados .

O presente estudo identificou a necessidade de melhor segmente entre chaves-de-busca assim como maior disseminação de publicações, uma vez que pesquisas brasileiras importantes não foram encontradas pela pesquisa, das quais podemos citar um dos primeiros estudos de *Bd* em populações de anfíbios anuais na Mata Atlântica no interior do sul do Brasil que foi realizado por Preuss et al (2016). É coerente indicar a necessidade de maior produção científica brasileira quanto aos efeitos do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis*, visto o decréscimo das populações de anfíbios e sua possível correlação com a presença do fungo, além do crescente interesse e o aumento de pesquisas na área buscando mitigar seus efeitos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais e familiares pelo apoio e confiança que sempre me proporcionaram. A Professora Dra. Gilza Maria de Souza Franco por sua orientação, compreensão e confiança. Aos meus co-orientadores Roseli Coelho dos Santos e Rubem Alexandre Boelter por dividirem seus conhecimentos e me auxiliarem nesta importante etapa acadêmica. Aos professores Daniel Galeano e Isabel Aparecida Soares pelas valiosas recomendações. Aos demais professores que contribuíram em minha graduação na aquisição de conhecimentos e em minha formação profissional e éticas.

Referências

- ASSIS, A. B. Microbiota, secreções cutâneas e microclima: consequências para os anfíbios.. **Revista da Biologia**, [s.l.], v. 8, p.45-48, jun. 2012.
- BECKER, C. G. et al. Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. **Science**, [s.l.], v. 318, n. 5857, p.1775-1777, 14 dez. 2007.
- BECKER et al. Deforestation, host community structure, and amphibian disease risk. **Basic And Applied Ecology**, [s.l.], v. 17, n. 1, p.72-80, fev. 2016.
- BECKER et al. Variation in phenotype and virulence among enzootic and panzootic amphibian chytrid lineages. **Fungal Ecology**, [s.l.], v. 26, p.45-50, abr. 2017.
- BERGER, Lee et al. History and recent progression of chytridiomycosis in amphibians. **Fungal Ecology**, [s.l.], v. 19, p.89-99, fev. 2016.
- BOELTER, R. A. **PREDACÃO DE ANUROS NATIVOS PELA RÃ-TOURO (Rana catesbeiana: Ranidae) NO SUL DO BRASIL**. 2004. 36 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Biodiversidade Animal, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- BOTH, C., et al. Widespread Occurrence of the American Bullfrog, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802) (Anura: Ranidae), in Brazil. **South American Journal of Herpetology**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.127-134, ago. 2011.
- BOVO, Rafael Parelli. Fisiologia térmica e balanço hídrico em anfíbios anuros. 2015. 135 f. Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2015.
- BUFREM, L.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 34, n. 2, p.9-25, ago. 2005.
- BURTLE, G.j. et al. Invasive Aquatic Animals. **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems**, [s.l.], p.58-65, 2014.
- COSTA, T. R. N.; CARNAVAL, A. C. O. Q.; TOLEDO, L. F. Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. **Revista da Biologia**, [s.l.], v. 8, p.33-37, jun. 2012.

COUTINHO, S. D et al. **The use of singleplex and nested PCR to detect *Batrachochytrium dendrobatidis* in free-living frogs.** *Brazilian Journal of Microbiology*, [s.l.], v. 46, n. 2, p.551-555, jun. 2015.

CUNHA, E. R; DELARIVA, R. L. INTRODUÇÃO DA RÃ-TOURO, *Lithobates catesbeianus* (SHAW, 1802): UMA REVISÃO. **Sabios: Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 4, n. 2, p.34-46, jun. 2009.

FORTI, L. R et al. Perspectives on invasive amphibians in Brazil. **PlosOne**, [s.l.], v. 12, n. 9, p. e0184703, 22 set. 2017.

HADDAD, C. F. B.; GIOVANELLI, J; ALEXANDRINO, J. O aquecimento global e seus efeitos na distribuição e declínio dos anfíbios. **Dimensão Zoológica**, [s.l.], p.5-16, 2008.

HAYES, T. B. et al. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's perspective. **Journal of Experimental Biology**, [s.l.], v. 213, n. 6, p.921-933, 15 mar. 2010.

HIPOLITO, M. et al. Use of historesin for viewing *Batrachochytrium dendrobatidis* in the mouth of *Lithobates catesbeianus* tadpoles (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802), bullfrog. **Aquaculture: Elsevier**, São Paulo, v. 431, p.107-110, jul. 2014.

HYATT, A, D. et al. Diagnostic assays and sampling protocols for the detection of *Batrachochytrium dendrobatidis*. **Diseases of Aquatic Organisms**, [s.l.], v. 73, p.175-192, 18 jan. 2007.

JOHNSON, M. L.; SPEARE, R. **Survival of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Water: Quarantine and Disease Control Implications.** *Emerging Infectious Diseases*. v 9, 2003. p 922 – 925.

LONGCORE, J. E.; PESSIER, A. P.; NICHOLS, D. K.. *Batrachochytrium Dendrobatidis* gen. et sp. nov., a Chytrid Pathogenic to Amphibians. **Mycologia**, [s.l.], v. 91, n. 2, p.219-227, mar. 1999.

PESSIER, Allan P. et al. Diagnosis and Control of Amphibian Chytridiomycosis. **Fowler's Zoo And Wild Animal Medicine**, [s.l.], p.217-223, 2012.

PIOTROWSKI, J, S.; ANNIS, S, L.; LONGCORE, J, E. **Physiology of *Batrachochytrium dendrobatidis*, a chytrid pathogen of amphibians.** *Mycologia: The Mycological Society of America*, (s/i), v. 96, n. 1, p.9-15, jan. 2004.

POUGH, F. H; JANIS, C. M.; HEISER, J. B.. **A Vida dos Vertebrados**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. p 260 - 261.

PREUSS, Jackson Fabio et al. Crossing the threshold: an amphibian assemblage highly infected with *Batrachochytrium dendrobatidis* in the southern Brazilian Atlantic forest. **Studies On Neotropical Fauna And Environment**, [s.l.], v. 51, n. 1, p.68-77, 2 jan. 2016.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. 2001. **Biologia da Conservação**, Editora Planta, Londrina, 2001, 327 p.

RAMALHO, A. C. O. **Correlatos ecológicos da quitridiomíose em anuros do Cerrado**. 53 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília-df, 2015.

SILVA, M, R, da; HAYASHI, C, R.; HAYASHI, M, C, P, I. Análise bibliométrica e cientométrica: desafios para especialistas que atuam no campo. **Incid: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.110-129, 2011.

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. Conservação de anfíbios no Brasil. **Megadiversidade**, (s.i), v. 1, n. 1, p.79-86, jun. 2005.

VANTI, N, A, P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 31, n. 2, p.369-379, ago. 2002.

VERDADE, V. K.; DIXO, M.; CURCIO, F. F.. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 24, n. 68, p.161-172, 2010.

VIEIRA, CA et al.. Body length of *Hylodes cf. ornatus* and *Lithobates catesbeianus* tadpoles, depigmentation of mouth parts, and presence of *Batrachochytrium dendrobatidis* are related. **Brazilian Journal Of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 01, p.195-199, fev. 2003.

VITT, L, J.; CALDWELL, J, P. **Herpetology An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles**. 4. Ed. (s.i): Elsevier, 2014. 776 p.

VOYLES, J; ROSENBLUM, E, B.; BERGER, L. Interactions between *Batrachochytrium dendrobatidis* and its amphibian hosts: a review of pathogenesis and immunity. **Microbes And Infection**, [s.l.], v. 13, n. 1, p.25-32, jan. 2011.