



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE**

JULIANA GONÇALVES CORRÊA

**DIVERSIDADE BETA DE SPHAENORHYNCHINI NA AMÉRICA DO SUL E
HISTÓRIA NATURAL DE *Sphaenorhynchus carneus* (ANURA, HYLIDAE) NA
AMAZÔNIA BRASILEIRA**

**SANTARÉM - PA
2020**

JULIANA GONÇALVES CORRÊA

**DIVERSIDADE BETA DE SPHAENORHYNCHINI NA AMÉRICA DO SUL E
HISTÓRIA NATURAL DE *Sphaenorhynchus Carneus* (ANURA, HYLIDAE) NA
AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade da Universidade Federal do Oeste do Pará (Área de concentração: Biodiversidade) como requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Ricardo A. Kawashita Ribeiro

Coorientador: Dr. Alfredo P. dos Santos Júnior

SANTARÉM – PA

2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

C824d Corrêa, Juliana Gonçalves
Diversidade Beta de SPHAENORHYNCHINI na América do Sul e história natural de *Sphaenorhynchus Carneus* (ANURA, HYLIDAE) na Amazônia Brasileira./ Juliana Gonçalves Corrêa. – Santarém, 2020.
80 p. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Ricardo A. Kawashita Ribeiro
Coorientador: Alfredo P. dos Santos Júnior
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade.

1. Beta diversidade. 2. Anuros. 3. História natural. I. Ribeiro, Ricardo A. Kawashita, *orient.* II. Santos Júnior, Alfredo P. dos, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 597.8



Universidade Federal do Oeste do Pará
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE

ATA Nº 14

Em acordo com o Regimento do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade da Universidade Federal do Oeste do Pará, a dissertação de mestrado é julgada por uma Banca Avaliadora não presencial, constituída por três avaliadores titulares, sendo um deles obrigatoriamente externo ao curso, com título de doutor ou equivalente (Artigo 57 do referido regimento), e dois suplentes. O acadêmico é considerado aprovado quando ao menos dois membros avaliadores emitirem pareceres Aprovado ou Aprovado com Correções. Alternativamente, o acadêmico que comprovar o aceite ou a publicação de pelo menos um artigo resultante da sua dissertação, como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível A2 ou superior na área de biodiversidade, será dispensado da avaliação da dissertação, cabendo ao discente apenas a apresentação pública do trabalho (Artigo 59). O acadêmico que tiver sua dissertação aprovada deverá apresentá-la em sessão pública com duração entre 40 e 50 minutos, no prazo máximo de vínculo com o curso, ou seja, 24 meses desde o ingresso, a que se refere essa ata, de acordo com o Artigo 65 do Regimento do PPGBEES.

Assim, aos vinte e nove dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte, às dez horas, de forma remota através da plataforma GoogleMeets, instalou-se a apresentação de seminário público da dissertação de mestrado da aluna JULIANA GONÇALVES CORRÊA. Deu-se início a abertura dos trabalhos, onde o Professor Dr. RICARDO ALEXANDRE KAWASHITA RIBEIRO, após esclarecer as normativas de tramitação da defesa e seminário público, de imediato solicitou a candidata que iniciasse a apresentação da dissertação, intitulada "DIVERSIDADE BETA DE SPHAENORHYNCHINI NA AMÉRICA DO SUL E HISTÓRIA NATURAL DE SPHAENORHYNCHUS CARNEUS (ANURA, HYLIDAE) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA". Concluída a exposição, o orientador comunicou ao discente que a versão final da dissertação deverá ser entregue ao programa, no prazo de 30 dias; contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora e constante nos formulários de avaliação da banca.

A banca examinadora foi composta pelos examinadores professores doutores listados abaixo. Os pareceres assinados seguem em sequência.

RICARDO ALEXANDRE KAWASHITA RIBEIRO

Orientador

JULIANA GONÇALVES CORRÊA

Discente

AGRADECIMENTOS

Meu imenso agradecimento ao Pedro Ferreira França, pelo apoio e companheirismo durante o mestrado, disposição e ajuda na escrita desse trabalho, e por ser meu porto seguro nos momentos mais sombrios.

Ao meu orientador Ricardo Ribeiro-Kawashita, pela paciência, profissionalismo, ensinamentos, apoio, e por acreditar em mim. Muito obrigada por todas as revisões, críticas e por não medir esforços para que eu fosse capaz de chegar até aqui.

Ao meu coorientador Alfredo Pedrosa dos Santos Junior e, à Síria Lisandra de Barcelos Ribeiro, por terem me acolhido no laboratório de Ecologia e Comportamento Animal (LECAN), como além de professores, amigos. Obrigada pelos ensinamentos, conselhos, sugestões e cafés.

Ao Rafael de Fraga (Rato), por todo auxílio com meu projeto, muito obrigada pelo suporte na execução das análises, revisões, críticas e arguições, todo seu apoio na elaboração e execução sem dúvidas foi essencial, principalmente por não medir esforços, obrigada!

A coordenação do curso, composta pelo Thiago José de Carvalho André e Rodrigo Fadini, pelo suporte dado durante o curso e compreensão.

À Katyuscia Araújo-Vieira, pelo auxílio na disponibilidade de dados e comentários pertinentes no trabalho.

A minha mãe Ruth Lene e meu pai Adinaldo Corrêa, pelo, apoio e preocupação com minha vida e meus estudos; e a minha irmã Jordana por ser sempre minha melhor amiga.

A Goreti Matos, a me ajudar a não perder a linha durante a longa e intensa jornada que é o mestrado, e me ensinar que a saúde mental é a base de tudo.

Aos amigos de Santarém – PA, Douglas Couceiro, Darlisson Chagas, Jéssica Guimarães, Jady Monique, Lucas Meireles, Brenna Carvalho e o “professor do café” Augusto Teston, pela companhia, confraternizações, conversas e cafés.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro.

A Universidade Federal do Oeste do Pará, por ser minha segunda casa.

Aos curadores de museus e coordenadores pelos bancos de dados citados nesse trabalho por disponibilizarem ciência.

A banca de defesa pelas considerações pertinentes que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

E por todos que diretamente ou indiretamente colaboraram com a realização desta dissertação. Sair do meu estado, para morar em Santarém e viver o PPGBEES, foi uma das experiências mais incríveis da minha vida.

“No fim, é só mais um começo”

Ester Barroso

RESUMO

No primeiro capítulo, quantificamos os efeitos de processos evolutivos (filogenias), processos históricos (rios como barreiras) e processos ecológicos (distância geográfica, gradientes ambientais), que têm afetado a beta diversidade dos indivíduos pertencentes a tribo Sphaenorhynchini na América do Sul. Os dados de distribuição das espécies foram obtidos através de busca ativa na literatura, dados de coleções científicas, e plataformas de dados disponíveis *online*, ao longo de oito meses no ano de 2018. Dividimos o mapa da América do Sul em quadrantes com área padronizada em 2 graus de latitude por 2 graus de longitude, e 4017 georreferências foram plotadas no mapa, onde nossas análises apontaram três grandes formações vegetais como principais influências para como as espécies da tribo estão configuradas pelo continente. No segundo capítulo, caracterizamos aspectos da vida de uma das quinze espécies de pererecas da tribo, chamado de *Sphaenorhynchus carneus* na Amazônia oriental. Aspectos como dieta, reprodução e vocalização foram investigadas. No período de estudo, registramos 101 indivíduos, sendo 86 machos, oito fêmeas, quatro juvenis e três imagos. A espécie apresentou hábitos diurnos e noturnos; biologia reprodutiva manifestou forte influência da sazonalidade; e sua dieta ser composta principalmente por artrópodes. Usar anfíbios anuros como objeto de estudo são essenciais para que haja homeostase e subsistência de ecossistemas.

Palavras-Chave: Beta diversidade. Anuros. História natural. Biogeografia.

ABSTRACT

In the first chapter, we quantify the effects of evolutionary processes (phylogenies), historical processes (rivers as barriers) and ecological processes (geographical distance, environmental gradients), which have affected the beta diversity of individuals belonging to the Sphaenorhynchini tribe in South America. Species distribution data were obtained through active literature search, data from scientific collections, and data platforms available online, over eight months in the year 2018. We divided the map of South America into quadrants with a standardized area in two degrees of latitude by two degrees of longitude, and 4017 georeferences were plotted on the map, where our analyzes pointed out three major plant formations as the main influences for how the species of the tribe are configured by the continent. In the second chapter, we characterize aspects of the life of one of the fifteen species of tree frogs of the tribe, called *Sphaenorhynchus carneus* in the eastern Amazon. Aspects such as diet, reproduction and vocalization were investigated. During the study period, we registered 101 individuals, 86 males, eight females and four juveniles. The species showed diurnal and nocturnal habits; reproductive biology showed a strong influence of seasonality; and your diet is mainly composed of arthropods. Using anuran amphibians as the object of study is essential for homeostasis and ecosystem subsistence.

Keywords: Beta diversity. Anurans. Natural history. Biogeography.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
CAPITULO 1	15
Agradecimentos	17
Resumo	18
Introdução	19
Métodos	21
Área de estudo.....	21
A tribo Sphaenorhynchini.....	22
Desenho amostral	23
Análise de dados	23
Resultados	25
Relações entre frequência de ocorrência e distribuição geográfica.....	25
Diversidade-beta entre formações vegetais.....	26
Fatores históricos – rios como barreiras.....	27
Efeitos de gradientes ambientais e diversidade filogenética.....	27
Discussão	29
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE 1 - Fontes de dados	52
APÊNDICE 2 – Guia ilustrado das espécies de Sphaenorhynchini.	58
CAPITULO 2	61
Introdução	63
Métodos	64
Resultados	66
REFERÊNCIAS	68
ANEXOS	81

INTRODUÇÃO GERAL

Qual é o problema de pesquisa?

A composição de organismos em determinada área pode ser influenciada por diversos fatores, como grandes distâncias geográficas; barreiras físicas, como rios e montanhas; e fatores ambientais, como temperatura, distribuição das chuvas ao longo do ano e cobertura vegetal. Estudar como esses fatores afetam a biodiversidade é importante porque nos permite entender como as espécies estão distribuídas ao longo do espaço e do tempo. Na ecologia, uma das análises realizadas para investigar a mudança na composição das espécies ao longo de diversas áreas e do tempo é chamado de “diversidade beta”.

Os anfíbios, como sapos, rãs e pererecas (cientificamente chamados de anuros), são excelentes modelos para realizar análises de diversidade beta, porque tendem a ter uma menor capacidade de transpor barreiras geográficas. Além disso, esses organismos respondem rápido a alterações ambientais por possuírem restrição fisiológica, pois necessitam de ambientes com características ambientais ideais de umidade e temperatura para sobreviverem. E por conta disso, esses organismos são frequentemente restritos a uma área determinada (chamado cientificamente de endemismo). Portanto, estudar diversidade beta de anuros é essencial para a conservação da biodiversidade, uma vez que eles constituem os vertebrados mais ameaçados de extinção.

Neste estudo, para investigar fatores que afetam a biodiversidade na América do Sul, nós selecionamos um grupo de pererecas (chamado cientificamente de Sphaenorhynchini). Este grupo ocorre em formações vegetais muito distintas em relação ao clima e vegetação, e parecem ter sido isoladas há muito tempo, por barreiras geográficas e, portanto, parece ser ideal para investigar esses fatores. O principal objetivo deste estudo é quantificar os efeitos desses fatores nos processos evolutivos (filogenias), históricos (rios como barreiras) e ecológicos (distância geográfica) que têm afetado a diversidade beta na América do Sul.

Como a pesquisa foi realizada?

No primeiro capítulo, inicialmente investigamos níveis de beta diversidade (mudança de espécies ao longo de um gradiente ambiental) da tribo de Sphaenorhynchini entre a Floresta Amazônica, Escudo da Guiana e a Mata Atlântica. Reunimos os dados disponíveis com coordenadas geográficas de plataformas digitais como GBIF, retirados de artigos das principais bases de dados de coleções científicas e museus zoológicos que possuíam indivíduos de Sphaenorhynchini. Todos os dados foram planilhados e filtrados, verificando a veracidade de informações como: coordenadas informadas plotadas, verificação de números de tombos, localidades descritas dos indivíduos tombados ou registrados de acordo com a literatura, entre outras informações, para evitar o máximo possível de erros na composição do banco de dados para este trabalho.

Em seguida, sobreposamos uma grade com quadrículas de 2 graus de latitude por 2 graus de longitude ao mapa da América do Sul, cobrindo uma área de aproximadamente 49.000 km² e utilizamos nas análises as quadrículas com dados de ocorrência de pelo menos um exemplar do grupo. Acreditamos que essa escala é ideal para investigar diversidade beta de Sphaenorhynchini em escala de três grandes formações vegetais da América do Sul (Amazônia, Escudo das Guianas e Mata Atlântica). Utilizamos software R, para analisar a diversidade beta de Sphaenorhynchini entre as três formações vegetais, e testamos a influência dos rios e de variáveis ambientais na distribuição geográfica das espécies.

No segundo capítulo, caracterizamos os principais aspectos de vida de uma perereca popularmente conhecida como “perereca arborícola verde”, anfíbio com nome científico: *Sphaenorhynchus carneus*, pertencente a tribo Sphaenorhynchini, da família dos Hlídeos. Este anfíbio tem cerca de 2 cm, possui cor esverdeada com faixas avermelhadas do focinho até as coxas, os machos quando vocalizam possuem o saco vocal azul esverdeado.

Realizamos observações e coletas de campo durante um ano em uma área de charco. Nesse período observamos girinos, e indivíduos jovens e adultos; os indivíduos coletados foram tombados na coleção científica da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) e em seguida analisados em laboratório. Realizamos análises sobre hábitos de vida, a influência da sazonalidade (período chuvoso e seco), reprodução e dieta de *S. carneus*.

Qual a importância da pesquisa?

A conservação de anfíbios anuros é essencial devido aos papéis ecológicos que desempenham e devido à grande perda de indivíduos que muitas espécies estão enfrentando mundialmente. Apesar de algumas espécies de anfíbios conseguirem sobreviver em ambientes degradados, muitos grupos de anuros como os Sphaenorhynchini, tem se mostrado sensíveis a alterações ambientais. Ambientes distintos apresentam composição diferentes de anfíbios. Portanto estes ambientes são complementares entre si, e não podem ser considerados como únicos e independentes para a manutenção ecológica ou biogeográfica das espécies em avaliações de conservação, proteção e recuperação de ecossistemas.

A combinação de processos históricos (separação por barreiras geográficas), fatores ambientais e limitações fisiológicas podem atuar de forma complementar, em diferentes escalas de tempo e espaço na diversidade beta nos Sphaenorhynchini. Diante da crescente degradação causadas por humanos que interferem em diversos processos ambientais, contribuindo para o declínio da biodiversidade, estudos como o nosso, são extremamente importantes porque auxiliam a preencher lacunas de conhecimento sobre a história natural das espécies, sobre “como?” e “por que?” a diversidade de espécies está distribuída em sua configuração atual e os fatores que influenciam essa distribuição, além de servirem como base para planejamento de áreas de conservação, gerenciamento de recursos naturais e manejo de áreas protegidas.

Autor(es):

Juliana Gonçalves Corrêa, Alfredo Pedroso dos Santos Junior, Ricardo Alexandre Kawashita Ribeiro.

Instituição(es):

Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade

Financiador(res):

Universidade Federal do Oeste do Pará
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Sugestões de leitura:

Araujo-Vieira, K., Blotto, B. L., Caramaschi, U., Haddad, C. F., Faivovich, J., & Grant, T. (2019). A total evidence analysis of the phylogeny of hatchet-faced treefrogs (Anura: Hylidae: Sphaenorhynchus). *Cladistics*, 35(5), 469-486.

Araujo-Vieira, K., Luna, M. C., Caramaschi, U., & Haddad, C. F. (2020). A new genus of lime treefrogs (Anura: Hylidae: Sphaenorhynchini). *Zoologischer Anzeiger*.

Carrasco, G. H. (2019). Efeitos antrópicos e ambientais para o declínio populacional dos anuros no mundo.

Cox, C. Barry; Moore, Peter D.; Da Silva, Luiz Felipe Coutinho Ferreira. *Biogeografia: Uma Abordagem Ecológica E Evolucionária*. Grupo Gen-LTC, 2000.

Primack, Richard B.; Rodrigues, Efraim. *Biologia da conservação*. In: *Biologia da conservação*. 2006. p. vii, 327-vii, 327.

CAPITULO 1

**Diversidade beta taxonômica e filogenética da tribo Sphaenorhynchini
(Anura: Hylidae) no continente sul-americano.**

Artigo escrito nas normas da revista "*Journal of biogeography*"

[Normas da revista](#)

Diversidade beta taxonômica e filogenética da tribo Sphaenorhynchini (Anura: Hylidae) no continente sul-americano.

Título curto: Diversidade beta da tribo Sphaenorhynchini

Juliana Gonçalves Corrêa^{1*}, Rafael de Fraga², Pedro Ferreira França¹, Alfredo P. Santos-J^{1,2}, Ricardo Alexandre Kawashita Ribeiro^{1,3}

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, 68040-255, Brasil.

² Laboratório de Ecologia e Comportamento Animal, Instituto de Ciências da Educação, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, 68040-255, Brasil.

³ Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, MT, 78060-900, Brasil.

*Corresponding author: julianacorreabio@hotmail.com

AGRADECIMENTOS

A CAPES, pela bolsa concedida, a Katyuscia Araujo-Vieira por fornecer os dados de Sphaenorhynchini que foram essenciais e todas suas sugestões ao longo do trabalho; e as coleções científicas mencionadas no apêndice deste trabalho pelo trabalho de curadoria dos espécimes, digitalização e fornecimento dessa informação científica de alta qualidade essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A diversidade de anfíbios em determinada área pode ser influenciada por diversos fatores e quantificar a variação da biodiversidade em relação ao tempo ou espaço, é um desafio. Estimativas de diversidade beta são muito úteis para esse propósito, pois quantificam diferenças na composição de espécies, traços funcionais ou filogenéticos entre múltiplas comunidades localizadas em porções distintas de gradientes geográficos e ambientais. No entanto, resultados de diversidade beta podem mudar de acordo com as variáveis utilizadas, mas todos os métodos disponíveis tendem para o objetivo geral de identificar fatores ecológicos, biogeográficos e evolutivos que afetam a variação na composição da biodiversidade ao longo dos ambientes. Aqui, nós investigamos os fatores que afetam a biodiversidade na América do Sul. Para tanto, nós selecionamos a tribo Sphaenorhynchini, porque parece ser um representante ideal por ocorrer em formações vegetais muito distintas em relação ao clima e vegetação, e algumas espécies parecem ter sido historicamente isoladas por barreiras biogeográficas, como grandes rios e a expansão do Cerrado brasileiro. Nosso objetivo principal foi quantificar os efeitos de processos evolutivos (filogenias), históricos (rios como barreiras) e ecológicos (distância geográfica, gradientes ambientais) que têm afetado a beta diversidade na América do Sul. Nossos resultados indicam que tanto a diversidade beta taxonômica quanto a filogenética de Sphaenorhynchini, revelaram dois agrupamentos distintos, correspondentes a Amazônia e Mata Atlântica. Na Amazônia os efeitos da diversidade filogenética foram mais fortes que na Mata Atlântica, o que demonstra que processos evolutivos têm cumprido um papel maior na determinação de comunidades regionais. Na Mata Atlântica a variação ambiental parece mais importante. Nos dois biomas a diversidade beta foi afetada por gradientes ambientais, enquanto na Amazônia a precipitação foi a variável mais importante, a cobertura arbórea foi mais relevante na Mata Atlântica.

Palavras-chave: Amazônia, anfíbios, Beta diversidade, Escudo das Guiana, Mata Atlântica.

INTRODUÇÃO

Estimativas de diversidade de organismos podem ser influenciadas por múltiplos fatores operando em escalas espaciais distintas, as quais usualmente são hierarquicamente relacionadas (Dias-Terceiro et al., 2015; Peixoto et al., 2020). Por exemplo, em escalas de milhares ou milhões de quilômetros quadrados, distância geográfica geralmente é uma preditora eficiente de estimativas de diversidade (Qian & Ricklefs, 2012), na ausência de barreiras físicas naturais, como rios, montanhas e manchas de habitats abruptamente diferentes (e.g. savanas inseridas em matriz florestal). Na região Amazônica, grandes rios pode atuar como barreiras reduzindo a disponibilidade de rotas de dispersão de diversos táxons (Godinho & da Silva, 2018; Naka & Brumfield, 2018), o que interrompe o fluxo gênico e gera diferenças na composição de espécies entre margens opostas (Dias-Terceiro et al., 2015; Fouquet et al., 2015; Godinho & da Silva, 2018).

Um dos principais objetivos da ecologia de comunidades é quantificar a variação na biodiversidade em relação ao tempo ou espaço. Estimativas de diversidade beta são muito úteis para esse propósito, porque quantificam diferenças na composição de espécies, traços funcionais ou filogenias entre múltiplas comunidades localizadas em porções distintas de gradientes geográficos e ambientais (Magurran, 2013). A diversidade beta pode diferir em relação ao tipo de dados utilizados (e.g. abundância de espécie ou traços funcionais, filogenias), e diferentes métodos podem gerar conclusões distintas sobre estrutura de comunidades (e.g. Fraga et al., 2018). Mas todos os métodos disponíveis convergem para o objetivo geral de identificar fatores ecológicos, biogeográficos e evolutivos que afetam a variação na composição da biodiversidade ao longo das paisagens (Weinstein et al., 2014)

Em escalas espaciais continentais, a composição de comunidades na América do Sul tem sido categoricamente associada às áreas de endemismo separadas por eventos históricos, como grandes rios ou por cadeias de montanhas como o Escudo da Guiana, a Cordilheira dos Andes, e as serras na Mata Atlântica brasileira (Godinho & da Silva, 2018; Ribas et al., 2012). Na ausência dessas barreiras biogeográficas, em escalas regionais definidas com variação altitudinal relativamente baixa e dentro de um interflúvio, a composição de comunidades é geralmente mais bem explicada por gradientes ambientais causando filtragem ambiental, competição ou seleção adaptativa (e.g. Dias-Terceiro et al., 2015; Ribeiro et al., 2012; Rojas-Ahumada et al., 2012). A heterogeneidade ambiental regional geralmente é hierarquicamente dependente de processos geológicos e climáticos alterando as paisagens ao longo do tempo (Peixoto et al., 2020), mas investigar comunidades em escalas regionais pode ser bastante útil para identificar processos evolutivos e ecológicos que afetam a biodiversidade na ausência de barreiras biogeográficas conspícuas.

Anfíbios anuros são bons modelos para investigar beta diversidade, porque as comunidades tendem a ser diferentes entre margens de grandes rios (Dias-Terceiro et al., 2015), e subconjuntos locais de espécies (em relação ao *pool* regional) frequentemente emergem em resposta à heterogeneidade ambiental, mesmo em escalas de dezenas de quilômetros (Rojas-Ahumada et

al., 2012). As condições ambientais geralmente selecionam espécies de anuros por meio de restrições fisiológicas (Silva et al., 2012), o que frequentemente causa endemismo e microendemismo (Cordier et al., 2019). Estudar beta diversidade de anuros é essencial para a conservação da biodiversidade, porque eles estão entre os vertebrados mais ameaçados de extinção (Catenazzi, 2015). Neste estudo, para investigar fatores que afetam a biodiversidade na América do Sul, nós selecionamos a tribo Sphaenorhynchini (Faivovich et al., 2018), que compreende os gêneros *Sphaenorhynchus* (Tschudi, 1838) e *Gabohyla* (Araujo-Vieira et al., 2020). Esta tribo parece um representante ideal para esse propósito, porque ocorre em formações vegetais (FV) muito distintas em relação ao clima e vegetação, e algumas espécies parecem ter sido historicamente isoladas por barreiras biogeográficas, como grandes rios e a expansão do Cerrado brasileiro (Araujo-Vieira et al., 2019; Corrêa et al., 2020). O principal objetivo deste estudo é quantificar os efeitos de processos evolutivos (filogenias), históricos (rios como barreiras) e ecológicos (distância geográfica, gradientes ambientais) que têm afetado a beta diversidade na América do Sul. Nós arbitrariamente definimos comunidades de anuros com apenas um grupo, com intuito de gerar modelos relativamente simples e de fácil interpretação. A definição de comunidades baseadas em múltiplos gêneros incorreria em múltiplas histórias evolutivas, o que pode tornar modelos inferenciais demasiadamente complexos.

Nós inicialmente investigamos níveis de beta diversidade entre comunidades de Sphaenorhynchini entre Amazônia, Escudo da Guiana e a Mata Atlântica brasileira. Diferenças na composição de comunidades é particularmente esperada entre Amazônia e Mata Atlântica, uma vez que esses biomas foram separados há 18.000–12.000 anos pela expansão do Cerrado no planalto central brasileiro (Prado & Gibbs, 1993). No entanto, comparar a composição de comunidades entre essas FV foi necessário para definirmos as análises inferenciais sobre fatores que afetam a beta diversidade. Uma vez identificados como unidades biogeográficas distintas em relação às comunidades de Sphaenorhynchini, conduzimos análises inferenciais separadamente por FV.

Nossas hipóteses são amplamente fundamentadas na concepção geral de que comunidades são afetadas por uma combinação entre fatores históricos, geográficos e ecológicos, operando em escalas espaciais e temporais distintas, mas hierarquicamente conectadas (e.g. Peixoto et al., 2020). Testamos a hipótese de que a beta diversidade em Sphaenorhynchini é afetada por alguns dos principais rios que formam as bacias hidrográficas nas quais o gênero está atualmente distribuído, uma vez que esses rios têm historicamente atuado como barreiras para a dispersão de espécies. Essa hipótese é amplamente sustentada pela clássica teoria de rios como barreiras biogeográficas (Wallace, 1854). Adicionalmente, testamos a hipótese de que a beta diversidade é afetada por distância geográfica, gradientes ambientais e por relações filogenéticas entre as espécies que ocorrem em cada FV. Essa hipótese é fundamentada em três princípios básicos da ecologia de comunidades: 1) distância geográfica afeta dispersão e taxas de colonização de novos ambientes, e, portanto, uma relação positiva entre distâncias geográficas e na composição de comunidades é esperada (Qian & Ricklefs, 2012). 2) Hábitats Neotropicais tendem a ser espacialmente muito heterogêneos, e a variação nas condições ambientais

seleciona subconjuntos distintos de espécies por meio de filtragem ambiental (Kraft et al., 2007), dispersão limitada (Hubbell, 2001) e competição (Santos et al., 2009; Vernes et al., 2005; L. J. Vitt et al., 2000). Substituição espacial de comunidades de anuros sul-americanos pode ser esperada mesmo em escalas de dezenas de quilômetros, e sob variação ambiental relativamente sutil (Ribeiro et al., 2012). 3) Divergência evolutiva pode ocorrer em escalas espaço-temporais finas o suficiente para afetar a composição de comunidades (Hairston et al., 2005), e os efeitos da heterogeneidade ambiental sobre comunidades são amplamente influenciados por processos adaptativos afetando o estabelecimento de espécies e competidores em função das condições ambientais (Kraft et al., 2007). O papel de processos evolutivos na diferenciação de comunidades entre FV ecologicamente isoladas como Amazônia e Mata Atlântica é prontamente entendido, uma vez que a dispersão de um anuro de pequeno porte entre esses dois biomas foi interrompida há milhares de anos. Mas os efeitos de processos evolutivos operando na composição de comunidades de Sphaenorhynchini dentro de cada FV não são óbvios.

METODOS

Área de estudo

A Amazônia cobre cerca de seis milhões de km² (Da Silva et al., 2005). Sua cobertura vegetal é bastante heterogênea e, abrange florestas de terra firme, florestas alagáveis (várzeas e igapós), campinaranas e manchas de savana geralmente inseridas em matriz florestal (Pires & Prance, 1985). O clima da região coberta pela nossa amostragem, com base em superfícies climáticas do WorldClim (Fick & Hijmans, 2017), é caracterizado por temperaturas médias anuais entre 24,8–27,2 °C (média 24,8 °C; desvio padrão 0,68), e precipitação média anual entre 1640–3001 mm (média 2417 mm; desvio padrão 441,28), geralmente distribuídos sazonalmente em estação seca e chuvosa.

O escudo das Guianas se diferencia da Amazônia por possuir características fisionômicas próprias, como uma formação montanhosa (tipo mesa) de paredes íngremes e altitudes que variam de 300 a 3000 m (Steege et al., 2000). É delimitada pelo Oceano Atlântico a leste; Rio Orinoco ao norte e oeste; o rio Negro ao sudoeste; e o rio Amazonas ao sul (Gibbs & Barron, 1993). Sua vegetação varia principalmente em função da altitude, com florestas de terra firme, geralmente cobrindo áreas relativamente baixas, e complexos de savanas associados a altitudes elevadas (Funk et al., 2007). O clima coberto pela nossa amostragem (WordClim) é caracterizado por temperaturas médias anuais entre 25,1–26,5 °C (média 25,9 °C; desvio padrão 0,75), negativamente correlacionadas com a altitude, e precipitação média anual entre 866–2556 mm (média 1923,6 °C; desvio padrão 921,79).

A Mata Atlântica possui uma área de aproximadamente 98.000 km² de remanescentes (Morellato & Haddad, 2000) e uma área florestal composta por dois tipos de vegetação: floresta costeira e floresta semidecíduas (Oliveira-Filho & Fontes, 2000). O clima coberto pela nossa área de estudo é caracterizado por temperaturas médias anuais entre 21,2–23,6 °C (média 22,7 °C; desvio padrão

1,35), e precipitação média anual entre 797–1483 mm (média 1176,6 mm; desvio padrão 349,14).

A tribo Sphaenorhynchini

Seguindo a taxonomia proposta por Faivovich et al. (2018) e Araujo-Vieira et al. (2020), a lista de espécies de Segalla et al. (2019), e estudos de Roberto et al. (2017) e Araujo-Vieira et al. (2018), a tribo Sphaenorhynchini pertencente à família Hylidae e compreende um grupo monofilético (Araujo-Vieira et al., 2018; Faivovich et al., 2018) e é composta pelo gênero *Gabohyla*, que é monoespecífico, e *Sphaenorhynchus* que é composto atualmente por 14 espécies:

Gabohyla pauloalvini (Bokermann, 1973);

Sphaenorhynchus botocudo Caramaschi, Almeida & Gasparini, 2009;

S. bromelicola Bokermann, 1966;

S. cammaeus Roberto, Araujo-Vieira, Carvalho-e-Silva & Ávila, 2017;

S. canga Araujo-Vieira, Lacerda, Pezzuti, de Assis & Cruz, 2015;

S. caramaschii Toledo, Garcia, Lingnau & Haddad, 2007;

S. carneus (Cope, 1868);

S. dorisae (Goin, 1957);

S. lacteus (Daudin, 1800);

S. mirim Caramaschi, Almeida & Gasparini, 2009;

S. palustris Bokermann, 1966;

S. planicola (A. Lutz & B. Lutz, 1938);

S. platycephalus (Werner, 1894);

S. prasinus Bokermann, 1973;

S. surdus (Cochran, 1953).

As espécies do grupo tem o padrão de coloração verde, com tamanho variando de pequeno (cerca de 14 mm) a médio (cerca de 42 mm) (Duellman et al., 2016); são arbóreas e habitam ambientes de água lântica, mas podem estar associadas a bromélias como a espécie *S. bromelicola*, e alguns registros para *S. lacteus* (G. C. Corrêa et al., 2017). Todas as espécies são endêmicas da América do Sul (Araujo-Vieira et al., 2019), com uma única exceção de *S. lacteus*, que apresenta registro de alguns indivíduos em uma localidade na ilha de Trindade, na América Central (Kenny, 1969). O gênero provavelmente se

originou no final do Eoceno (49 Ma) na Mata Atlântica brasileira (Duellman et al., 2016; Araujo-Vieira et al., 2019).

Desenho amostral

Nós dividimos o mapa da América do Sul em quadrantes com área padronizada em 2 graus de latitude por 2 graus de longitude (Fig. 1), que corresponde uma área de aproximadamente 49.000 km². Nós assumimos esse delineamento como eficiente para investigar diversidade-beta de Sphaenorhynchini em escala de grandes FV sul-americanas, porque cada quadrante cobre 0,89% do território da Amazônia e Escudo das Guianas, e 4,4% da Mata Atlântica. Adicionalmente, cada quadrante representa uma pequena porção das distribuições geográficas da maioria das espécies, as quais cobrem até 8.850.000 km² (média 1.290.376 km²).

Nós reunimos dados de literatura (Apêndice 1) para quantificar o número de coordenadas geográficas únicas em que cada espécie de Sphaenorhynchini foi registrada (abundância), ou seja, para evitar estimativas de diversidade-beta enviesadas por excesso de unidades amostrais compartilhando zero ou poucas espécies, nós rejeitamos quadrantes sem registro de qualquer espécie, e espécies registradas em apenas um quadrante. Desta forma, nossa amostragem final é composta por 77 quadrantes (48 na Amazônia, 6 no Escudo da Guiana e 23 na Mata Atlântica), e 10 espécies de Sphaenorhynchini (foram excluídas das análises: *S. bromelicola*, *S. cammaeus*, *S. canga*, *S. mirim* e *S. palustris*).

Análise de dados

Estimativas de diversidade-beta taxonômica e filogenética

Para quantificar diversidade-beta taxonômica nós calculamos dissimilaridades pareadas na abundância das espécies de Sphaenorhynchini por quadrante usando índice de Bray-Curtis. Para analisar visualmente e testar diferenças na composição de espécies entre Amazônia, Escudo das Guianas e Mata Atlântica, nós sumarizamos a matriz de dissimilaridades usando Escalonamento Não-Métrico Multidimensional (NMDS). Esse método foi vantajoso para a nossa estrutura de dados, porque gerou menor perda de informações em comparação a Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Nós implementamos NMDS usando o pacote *vegan* para R (Oksanen et al., 2019), configurado com no máximo 1000 tentativas de reposicionamento de quadrantes para reduzir o Stress. Obtivemos 99% de relação linear entre dissimilaridades observadas e geradas pela NMDS (Stress global = 0,02), o que sugere que os escores produzidos são versões confiáveis da diversidade-beta taxonômica de Sphaenorhynchini, uma vez que pouca informação foi perdida pela redução das dimensionalidades.

Para estimar diversidade-beta filogenética nós usamos uma hipótese filogenética baseada em evidências totais (moleculares e morfológicas), proposta por (Araujo-Vieira et al., 2019). Nós usamos o pacote *ape* para R (E. Paradis et al., 2004; Emmanuel Paradis & Schliep, 2019) para obter três árvores secundárias, uma composta por espécies que ocorreram em toda a amostra,

uma para aquelas que ocorrem apenas na Amazônia e outra para as da Mata Atlântica somente. Nós estimamos a diversidade filogenética separadamente por FV ou para todas as FV usando a função *phylosor* do pacote *picante* para R (Kembel et al., 2010). Essa função retornou matrizes de similaridades pareadas nas proporções de histórias evolutivas compartilhadas pelas espécies registradas em cada quadrante, as quais foram estimadas pela soma dos comprimentos dos galhos das árvores filogenéticas. Nós convertimos essas matrizes em dissimilaridades (*1-phylosor*) e as resumimos como escores produzidos por Análise de Coordenadas Principais (PCoA).

Rios como barreiras biogeográficas

Para testar os efeitos de rios como barreiras biogeográficas influenciando a diversidade-beta de Sphaenorhynchini nós selecionamos os dois principais rios dentro da distribuição geográfica das espécies amostradas na Amazônia e Mata Atlântica. O Rio Amazonas é o maior rio do mundo em vazão de água e existem diversas pesquisas que sugerem maior ou menor grau de influência como barreira, do rio Amazonas ou de seus principais tributários, sobre diversos organismos (Da Silva et al., 2005; Pomara et al., 2014; Godinho & da Silva, 2018; Naka & Brumfield, 2018). Na Mata Atlântica o Rio Tietê é um dos principais afluentes do Rio Paraná, e aparentemente também exerce influência sobre algumas espécies (Jim & Caramaschi, 1980; Sotelo-Muñoz et al., 2020) e *a priori* divide duas assembleias distintas de espécies de Sphaenorhynchini (observ. pess.).

Nós resumimos os dados de abundância de Sphaenorhynchini em dois eixos NMDS baseados em dissimilaridades Bray-Curtis, separadamente para Amazônia e Mata Atlântica. Os modelos foram representações confiáveis dos espaços multidimensionais ocupados pelas abundâncias de espécies, porque capturaram 97% das dissimilaridades observadas entre quadrantes pareados na Amazônia (Stress = 0,08) e 99% na Mata Atlântica (Stress = 0,01). Nós plotamos os dois eixos de cada modelo com elipses representando intervalos de confiança de 95%, e testamos as diferenças nos escores produzidos pelos primeiros eixos usando testes não paramétricos de Kruskal-Wallis.

Diferenças na diversidade-beta entre biomas

Nós testamos diferenças nas estimativas de diversidade-beta (taxonômica e filogenética) entre FV (Amazônia, Escudo da Guiana e Mata Atlântica) usando testes *post-hoc* não paramétricos de Dunn, implementados no pacote *FSA* do R (Ogle et al., 2020). Esses modelos foram configurados separadamente com os eixos 1 e 2 das ordenações multivariadas resumindo diversidade-beta taxonômica e filogenética. Essa abordagem foi útil para fornecermos suporte estatístico para análises gráficas de agrupamento de quadrantes ao longo dos eixos produzidos pelas ordenações multivariadas. Adicionalmente, essas análises direcionaram as análises subsequentes, porque diferenças significativas nas estimativas de diversidade sugerem FV como unidades biogeográficas distintas, as quais tem históricos evolutivos e características ecológicas distintas. Nesse caso parece plausível testar modelos ecológicos configurados com dados separados por FV.

Gradientes geográficos e ambientais

Nós extraímos centroides de cada quadrante, e as utilizamos para quantificar a variação geográfica na diversidade-beta de Sphaenorhynchini, para calcular a área da distribuição geográfica de cada espécie por meio de polígonos formados por coordenadas perimetrais e para isolar os efeitos de distância geográfica sobre distâncias ambientais em modelos lineares inferenciais. Em quadrantes litorâneos em que as coordenadas geográficas centroides foram posicionadas sobre o oceano Atlântico, nós as movemos para o ponto mais próximo em que espécies de Sphaenorhynchini foram registradas.

Nós utilizamos gradientes ambientais de precipitação (média anual), porcentagem de cobertura arbórea e altitude. Esses gradientes têm sido descritos como importantes preditores da composição de espécies de anfíbios anuros, porque potencialmente selecionam diferentes subconjuntos de espécies ao longo de escalas espaciais por meio de filtragem ambiental (Godinho & da Silva, 2018). Nós obtivemos arquivos raster para cada gradiente do repositório público Ambdata (Amaral et al., 2013), e extraímos valores médios entre buffers de 1000 km ao redor das coordenadas geográficas de cada quadrante, usando o pacote *raster* para R (Hijmans, 2019). Os gradientes ambientais medidos estiveram no máximo 66% correlacionados entre si (Pearson).

Para testar os efeitos dos gradientes ambientais sobre diversidade-beta taxonômica nós usamos Modelos de Dissimilaridades Generalizadas (GDM), implementadas no pacote *gdm* para R (Ferrier et al., 2007). Esse método é uma modificação de regressões de matrizes, eficiente para acomodar relações não lineares entre gradientes ambientais e estimativas de diversidade-beta, e a variação nas taxas de substituição de espécies ao longo de diferentes porções de gradientes ambientais (*splines*). Adicionalmente, GDM tem sido descrito como eficiente (Ferrier et al., 2007), reduzindo efeitos de autocorrelação espacial sobre modelos ecológicos. Nós construímos modelos de GDM usando diversidade-beta taxonômica como variável-resposta, estimada para Amazônia e Mata Atlântica, e cada um desses biomas separadamente. Como variáveis ambientais preditoras nós usamos precipitação, porcentagem de cobertura arbórea, altitude e distância geográfica. Adicionalmente, incluímos diversidade-beta filogenética como variável preditora em cada modelo, para compararmos os efeitos de fatores ecológicos (gradientes ambientais) e históricos (proporções de história evolutiva compartilhada) sobre a variação na diversidade-beta taxonômica ao longo dos quadrantes.

RESULTADOS

Relações entre frequência de ocorrência e distribuição geográfica

A abundância de registros por espécie somada entre os quadrantes (média = 33,8; desvio padrão = 32,9) variou entre 4 (*S. botocudo* e *G. pauloalvini*) e 116 (*S. lacteus*). *Sphaenorhynchus lacteus* foi a espécie mais abundante e mais frequentemente registrada, presente em 66,2% dos quadrantes amostrados (Fig. 2a). As espécies mais raras na amostra foram *S. botocudo* e *G. pauloalvini*, as quais ocorreram com no máximo três registros por quadrante,

em 2,5% dos quadrantes amostrados. A frequência de ocorrência das espécies esteve fortemente relacionada com a área de distribuição geográfica ($R^2 = 0,83$; $P = 0,0001$). Espécies amplamente distribuídas tiveram frequências mais altas que as espécies com distribuição restrita (Fig. 2b).

Diversidade-beta entre formações vegetais

Uma análise visual da distribuição de valores de diversidade-beta taxonômica ao longo de dois eixos NMDS revelou dois agrupamentos distintos de quadrantes de amostragem (Fig. 3a), os quais foram consistentes com Amazônia e Mata Atlântica. Essa divergência foi particularmente capturada pelo eixo 2 da NMDS, para o qual os escores produzidos diferiram significativamente entre esses biomas (Dunn $Z = 5,59$; $P < 0,0001$). A diversidade taxonômica amostrada no Escudo da Guiana diferiu da Mata Atlântica (Dunn $Z = -2,58$; $P = 0,01$), mas foi revelado como um subconjunto da diversidade Amazônica ($P = 0,58$).

As estimativas de diversidade filogenética também revelaram dois agrupamentos distintos de quadrantes de amostragem (Fig. 3b), os quais foram consistentes com a diversidade sumarizada para Amazônia e Mata Atlântica ao longo do eixo 1 da NMDS (Dunn $Z = -6,53$; $P < 0,0001$). O Escudo da Guiana diferiu filogeneticamente da Mata Atlântica (Dunn $Z = 3,01$; $P < 0,005$), mas não da Amazônia ($P = 0,52$). Os resultados dos testes de Dunn para comparação de diversidade taxonômica e filogenética de Sphaenorhynchini entre biomas pareados estão sumarizados na Tabela 1.

Em termos gerais, nossos resultados mostraram que as assembleias de Sphaenorhynchini diferem entre Amazônia e Mata Atlântica, devido a histórias evolutivas distintas que resultaram em composições distintas de espécies. Portanto, Amazônia e Mata Atlântica são consideradas como duas unidades biogeográficas distintas, enquanto o Escudo da Guiana é considerado como parte da Amazônia.

Tabela 1. Resultados de testes não paramétricos de Dunn comparando estimativas de diversidade-beta taxonômica e filogenética de Sphaenorhynchini entre Amazônia, Escudo da Guiana e Mata Atlântica (escores produzidos por dois eixos de ordenações multivariadas). Valores em negrito de P denotam casos em que a hipótese nula foi rejeitada.

	Biomas comparados	Eixo 1		Eixo 2	
		Z	P	Z	P
Taxonômica	Amazônia – Atlântica	-1,84	0,19	5,59	< 0,0001
	Amazônia – Guiana	0,18	0,85	0,53	0,58
	Atlântica – Guiana	1,19	0,46	-2,58	0,01
Filogenética	Amazônia – Atlântica	-6,53	< 0,0001	-1,37	0,16
	Amazônia – Guiana	-0,36	0,52	1,85	0,12
	Atlântica – Guiana	3,01	0,005	2,51	0,03

Fatores históricos – rios como barreiras

Nós não encontramos qualquer evidência sustentando o Rio Amazonas como uma barreira biogeográfica determinando a diversidade-beta de Sphaenorhynchini (Fig. 4). Todas as espécies registradas na Amazônia ocorreram em ambas as margens do rio, o que gerou assembleias estatisticamente equivalentes (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 2,66$; $P = 0,1$). Por outro lado, a diversidade-beta estimada para a Mata Atlântica foi fortemente afetada pelo Rio Tietê, atuando como uma barreira biogeográfica. Algumas espécies tiveram distribuição restrita à margem norte (e.g. *S. botocudo*, *S. prasinus*), enquanto outras foram restritas à margem sul (*G. pauloalvini*, *S. caramaschii* e *S. surdus*). Esses resultados geraram agrupamentos distintos de quadrantes amostrais ao longo de dois eixos NMDS, e diferenças significativas nos escores produzidos pelo primeiro eixo entre as margens do rio (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 14,87$; $P = 0,0001$).

Efeitos de gradientes ambientais e diversidade filogenética

De modo geral, os coeficientes gerados pelos GDMs variaram muito entre os *splines*, o que sugere que os efeitos das variáveis independentes medidas sobre a diversidade-beta taxonômica de Sphaenorhynchini não são espacialmente homogêneos. Nós configuramos a apresentação dos resultados com base nos coeficientes mais altos entre três *splines* por variável independente, mas os níveis de variação nas repostas ao longo do espaço podem ser verificados nos gráficos (Fig. 5 a 7). Nós também interpretamos os resultados gerais retornados pelos GDMs por meio de relações entre as dissimilaridades na composição de espécies baseadas em dados de abundância (diversidade-beta taxonômica) e as distâncias ecológicas, que foram estimadas pela redução das dimensionalidades representadas por todas as variáveis independentes.

O GDM construído com todos os dados (Amazônia e Mata Atlântica) explicou 64,78% da variação na diversidade-beta taxonômica de Sphaenorhynchini. A diversidade-beta variou abruptamente, e atingiu 100% de substituição de espécies em distâncias ecológicas relativamente curtas (Fig. 5). Esse resultado foi particularmente decorrente dos efeitos da diversidade filogenética sobre a diversidade taxonômica ($r = 0,60$), embora precipitação também tenha sido uma importante preditora ($r = 0,34$). Cobertura arbórea ($r = 0,03$) e altitude ($r = 0$) contribuíram pouco para o ajuste do modelo.

Usando apenas os dados para Amazônia, o GDM explicou 30,77% da variação na diversidade-beta taxonômica de Sphaenorhynchini (Fig. 6). Uma curva acentuada representando a relação entre distância ecológica e a diversidade-beta de Sphaenorhynchini sugere que a substituição de espécies foi abrupta, e atingiu níveis elevados (>80%) em distâncias ecológicas relativamente curtas. A variável que mais contribuiu para o ajuste do modelo foi a diversidade filogenética ($r = 0,80$), embora precipitação também tenha afetado

a diversidade taxonômica ($r = 0,53$). Cobertura arbórea ($r = 0$) e altitude ($r = 0,005$) tiveram contribuições desprezíveis para o modelo.

O GDM configurado com dados da Mata Atlântica explicou 8% da variação na diversidade-beta de Sphaenorhynchini. Uma curva suave representando a relação entre distâncias ecológicas e diversidade-beta sugere que níveis elevados de substituição de espécies são principalmente causados por distâncias ecológicas grandes (Fig. 7). No entanto, o baixo poder explicativo do modelo e a distribuição aleatória de dissimilaridades nas abundâncias das espécies ao longo da distância ecológica sugerem que a distribuição de Sphaenorhynchini é mais aleatória em relação às variáveis independentes medidas em comparação à Amazônia. A cobertura arbórea foi a variável independente mais importante para o ajuste do modelo ($r = 0,51$), mas afetou a diversidade-beta de Sphaenorhynchini apenas em *splines* representando quadrantes de amostragem com cobertura arbórea acima de 40%. Similarmente, a diversidade filogenética afetou a diversidade-beta taxonômica ($r = 0,15$) em quadrantes com diversidade filogenética alta. Precipitação ($r = 0,01$) e altitude ($r = 0$) não contribuíram significativamente para o modelo.

A distância geográfica por si não exerceu forte influência sobre a diversidade-beta de Sphaenorhynchini. Esse resultado foi consistente entre os modelos gerados para Amazônia e Mata Atlântica ($r = 0,07$), Amazônia ($r = 0,005$) e Mata Atlântica ($r = 0$), o que sugere que os gradientes geográficos de diversidade de Sphaenorhynchini representam variação ambiental representada por variáveis que nós não medimos, distribuição regional de espécies mediada por interações bióticas como competição, ou uma combinação entre esses fatores.

Comparamos os coeficientes máximos entre os *splines* gerados pelos GDMs (Fig. 8), o que revelou que embora relativamente baixa, a diversidade-beta taxonômica de Sphaenorhynchini é determinada por uma combinação entre fatores históricos (histórias evolutivas compartilhadas) e ecológicos (gradientes ambientais), tanto para Amazônia e Mata Atlântica juntas, quanto para cada uma dessas FV separadas. No entanto, um único conjunto de gradientes ambientais não pode ser assumido como preditor da diversidade-beta nos dois biomas, uma vez que a precipitação foi melhor preditora da diversidade-beta na Amazônia, enquanto a porcentagem de cobertura arbórea foi a melhor preditora na Mata Atlântica.

A diversidade-beta taxonômica de Sphaenorhynchini foi principalmente caracterizada por substituição de espécies ao longo de gradientes ambientais de precipitação para Amazônia e Mata Atlântica, e Amazônia isolada, e porcentagem de cobertura arbórea para Mata Atlântica. Considerando as duas FV (Fig. 9a), níveis mais baixos de precipitação na Mata Atlântica resultaram em distribuição de espécies relativamente restrita em relação ao gradiente medido, enquanto as espécies Amazônicas ocorreram com abundâncias relativamente homogênea ao longo de todo o gradiente. Excepcionalmente, *S. lacteus* ocorreu ao longo de todo o gradiente, embora com abundâncias mais altas em quadrantes com maiores níveis de precipitação. Um resultado semelhante foi obtido para Amazônia isolada (Fig. 9b), embora a substituição de espécies ao longo do gradiente de precipitação tenha sido mais sutil em comparação a

Amazônia+Mata Atlântica. As espécies *S. carneus*, *S. prasinus* e *S. dorisae* ocorreram com maiores abundâncias em quadrantes com valores relativamente altos de precipitação, e estiveram ausentes de quadrantes com precipitação baixa.

Uma análise da distribuição de abundâncias por espécie ao longo do gradiente de porcentagem de cobertura arbórea medido na Mata Atlântica (Fig. 9c) revelou espécies que ocorrem com abundâncias mais altas em quadrantes cobertos por vegetação densa (e.g. *S. platycephalus*, *S. caramaschii*, *S. surdus* e *S. lacteus*), enquanto *S. botocudo* e *S. prasinus* ocorreram com maiores abundâncias em quadrantes cobertos por vegetação relativamente aberta. Esses resultados sugerem que as assembleias de Sphaenorhynchini são espacialmente estruturadas por filtragem ambiental determinada pela porcentagem de cobertura arbórea.

DISCUSSÃO

Eventos históricos, extinção, variáveis ambientais, dispersão e interações bióticas são processos reconhecidos que podem influenciar a diversidade beta (Whittaker et al., 2001; Emerson & Gillespie, 2008). Nossos resultados indicam que tanto a diversidade beta taxonômica, quanto a filogenética de Sphaenorhynchini, revelaram dois agrupamentos distintos, correspondentes a Amazônia e Mata Atlântica, enquanto que o Escudo das Guianas diferiu da Mata Atlântica, mas se mostrou como subconjunto da Amazônia. Para Sphaenorhynchini a diversidade filogenética parece exercer efeitos mais fortes na Amazônia que na Mata Atlântica. A atual biodiversidade amazônica foi moldada por processos evolutivos históricos complexos (Bush, 1994; C. Hoorn et al., 2010; Rossetti et al., 2005; Turchetto-Zolet et al., 2013), que podem ter exercido um maior papel na determinação das comunidades regionais de Sphaenorhynchini. Na Mata Atlântica a variação ambiental (e.g. altitude) parece exercer efeito mais importante na composição das comunidades regionais de Sphaenorhynchini, assim como apontado para outras espécies de outros anuros (Leão-Pires et al., 2018; Silva et al., 2012, 2014).

Os agrupamentos distintos, Amazônia e Mata Atlântica, de diversidade beta taxonômica e filogenética em Sphaenorhynchini, parecem consistentes com processos históricos ocorridos na América do Sul nos períodos Terciário e Quaternário. No início do Período Terciário a Amazônia e a Mata Atlântica eram espacialmente contínuas e coberta por florestas tropicais (Morley, 2000). No entanto, ao longo do Terciário-Quaternário, mudanças climáticas globais (Morley, 2000) geraram eventos de contração ou expansão destas FV, formando áreas de formações vegetais abertas, que atualmente ainda estão presentes e que separam Amazônia e Mata Atlântica (Colli, 2005; Werneck, 2011; Ledo and Colli, 2017). Adicionalmente, a elevação da Cordilheira dos Andes no Pleistoceno (Mercier et al., 1992), influenciou o sistema de drenagem de rios e o clima continental, principalmente modificando o regime de chuvas regional (Hoorn et al., 1995; Zhou and Lau, 1998; Werneck, 2011; Ledo and Colli, 2017). A disjunção dessa grande área florestada da América do Sul em dois blocos de florestas influenciou fortemente a distribuição de muitas espécies (Colli, 2005; Werneck, 2011; Fouquet et al., 2012; Thomé & Carstens, 2016; Ledo & Colli,

2017), e possivelmente também pode explicar a distribuição observada para os Sphaenorhynchini. Entretanto, evidências indicaram múltiplas e recorrentes conexões entre as florestas tropicais neotropicais, indicando um histórico biogeográfico complexo e com efeitos heterogêneos sobre diferentes espécies (Antonelli et al., 2009; Werneck, 2011; Thomé & Carstens, 2016; Ledo & Colli, 2017; Pirani et al., 2020).

A teoria de que os grandes rios da Amazônia atuam como barreira na distribuição das espécies proposta originalmente por Wallace (1854) é suportada por vários organismos, ao menos por limitar fluxo gênico entre populações (Hayes & Sewlal, 2004; Dias- Terceiro et al., 2015; Fouquet et al., 2015). Entretanto, não encontramos resultados que suportam que o Rio Amazonas atue como barreira biogeográfica determinando a diversidade-beta dos Sphaenorhynchini amazônicos, assim como ocorre para outros organismos (Fouquet et al., 2015; Santorelli et al., 2018). Os rios amazônicos sofreram inúmeros eventos históricos de alterações de seus canais e deposição de sedimentos, que possivelmente interromperam ou conectaram o fluxo gênico entre populações (Ruokolainen et al., 2019). Apesar das lacunas no conhecimento sobre a biologia de várias espécies da tribo, as espécies conhecidas apresentam desenvolvimento aquático em alguma fase da vida e são encontrados associados a corpos d'água (Araujo- Vieira et al., 2019) e poderiam ser especialmente influenciados pelas modificações nos canais dos rios. Adicionalmente, alguns organismos não só poderiam transpor, como também utilizar o próprio rio como forma de dispersão (Garda & Cannatella, 2007; Böning, 2017).

Apesar do Rio Amazonas representar uma potencial barreira geográfica maior que o Rio Tiête, por ser mais extenso e mais largo, nossos resultados indicam o Rio Tiête como importante barreira biogeográfica para os Sphaenorhynchini da Mata Atlântica. Padrões semelhantes que apontam o Rio Tiête como barreira influenciando o fluxo gênico foram evidenciados para espécies de aves formigueiras (Sotelo-Muñoz et al., 2020) e na estrutura genética dos sapos *Proceratophrys boiei* (Wied-Neuwied, 1824) e *P. moratoi* (Jim & Caramaschi, 1980) Odontophrynidae, Amphibia (Amaro et al., 2009; Arruda et al., 2017). Processos históricos que envolvem a captura das paleo-cabeceiras do Rio Tiête pelo Rio Paraíba do Sul no Mioceno e alterações hidrológicas ao longo do Plioceno-Pleistoceno (Riccomini et al., 2010), são apontados como possíveis agentes influenciadores na estruturação genética de *P. boiei* e *P. moratoi* (Amaro et al., 2009; Arruda et al., 2017) e também podem ter contribuído para os padrões aqui observados em Sphaenorhynchini.

Anfíbios, devido a suas características morfológicas, fisiológicas e ecológicas, são especialmente sensíveis variações ambientais (Laurie J. Vitt & Caldwell, 2013) e variações interespecíficas são determinantes de quais e de que forma os fatores ambientais afetam cada espécie (Lourenço- de- Moraes et al., 2020) Além de possivelmente ter sido influenciada por processos históricos, a diversidade beta e a abundância das espécies de Sphaenorhynchini, demonstrou ser afetada por gradientes ambientais, tanto na Amazônia quanto

na Mata Atlântica, entretanto, as variáveis mais significativas foram diferentes para a Amazônia (precipitação) e Mata Atlântica (cobertura arbórea).

Para os Sphaenorhynchini da região amazônica a precipitação foi a variável mais significativa assim como relatado em outros estudos com anfíbios (da Silveira Vasconcelos et al., 2010; Silva et al., 2014). No caso específico dos Sphaenorhynchini amazônicos, a precipitação, poderia filtrar as espécies que ocupam e persistem em determinados ambientes, devido sua influência direta na disponibilidade dos ambientes reprodutivos preferenciais da tribo, que são vegetação aquática em áreas de várzeas, lagos e margens de rios (Böning, 2017; Araujo- Vieira et al., 2019). Além disso, o pulso de inundação, que também é influenciado pela precipitação (Junk et al., 1989), poderia ser um filtro, pois atua em diferentes características e escalas dos ambientes associados aos rios (Junk et al., 1989; Böning, 2017), contribuindo na estruturação de assembleias de anuros (Valério et al., 2016) e favorecendo ou não o fluxo gênico (Wittmann et al., 2006). Entretanto, nós não incorporamos esta variável em nossas análises.

Os Sphaenorhynchini que ocorrem na Mata Atlântica são considerados de médio a pequeno porte (Araujo- Vieira et al., 2019) e foram mais influenciados pela cobertura arbórea. Anfíbios pequenos, aparentemente, tem menor capacidade de dispersão e perdem mais água para o ambiente, sendo mais susceptíveis a variações ambientais (Levy & Heald, 2016; Roznik et al., 2018; Lourenço- de- Moraes et al., 2020). A menor vagilidade de anfíbios pequenos poderia interferir no fluxo gênico e acentuar efeitos de filtragem ambiental (Lourenço- de- Moraes et al., 2020) e de variações climáticas históricas (Carnaval & Moritz, 2008). A cobertura arbórea na Mata Atlântica é heterogênea, fruto de características geomorfológicas distintas que formam um mosaico de diferentes fitofisionomias (Scudeller et al., 2001; Marques et al., 2011) com características microclimáticas particulares (Ramos & Santos, 2006) que poderiam atuar como filtro para os Sphaenorhynchini da Mata Atlântica, assim como observado para outros anuros (Fusinatto et al., 2013; Leão-Pires et al., 2018). Variáveis ambientais não analisadas por nós e/ou variações não captadas pela escala utilizada em nosso estudo também podem ter influenciado nossos resultados, considerando que o grau de influência de variáveis ambientais sobre a diversidade beta de anfíbios na Mata Atlântica depende da escala (Silva et al., 2014; Leão-Pires et al., 2018).

A conservação de anfíbios anuros é extremamente importante devido aos papéis ecológicos que desempenham (Laurie J. Vitt & Caldwell, 2013) e ao grande declínio populacional que muitas espécies estão enfrentando mundialmente (Beebee & Griffiths, 2005; McCallum, 2007) Apesar de algumas espécies de anfíbios conseguirem se adaptar em ambientes fragmentados ou degradados e até serem oportunistas nessas situações (Lourenço-de-Moraes et al., 2020), muitos grupos de anuros como os Sphaenorhynchini, tem se mostrado contrários a essas condições e sensíveis a diferentes fatores ambientais como nossos resultados mostram. As abundâncias de espécies de Sphaenorhynchini na Amazônia e na Mata Atlântica, apesar de serem influenciadas por variáveis ambientais distintas, se distribuem ao longo dos gradientes ambientais, reforçando a importância da heterogeneidade ambiental, em diferentes escalas espaciais e temporais, na estruturação da diversidade beta (Keller et al., 2009;

Vasconcelos et al., 2009). Ambientes distintos apresentam assembleias diferentes de anfíbios (Vasconcelos et al., 2009). Estes ambientes são complementares entre si, e não podem ser tratados como uma única unidade ecológica ou biogeográfica em avaliações de conservação, proteção e recuperação de ecossistemas, não só entre FV, mas também dentro de cada FV.

A diferenciação da diversidade beta taxonômica e filogenética dos Sphaenorhynchini em grupos Amazônia e Mata Atlântica é condizente com a hipótese de conexões pretéritas entre estas FV. A combinação de processos históricos, fatores ambientais e limitações fisiológicas podem ter atuado de forma complementar, em diferentes escalas espaciais e temporais na diversidade beta nos Sphaenorhynchini. Frente as crescentes atividades humanas que interferem em diversos gradientes e processos ambientais, contribuído para o declínio da biodiversidade (Morton et al., 2006; Bogoni et al., 2018), estudos como o nosso, auxiliam a preencher lacunas de conhecimento sobre a biogeografia Neotropical, além de servirem como base para planejamento de áreas de conservação, gerenciamento de recursos naturais e manejo de áreas protegidas.

Futuros estudos com o emprego de ferramentas de datação molecular, estruturação genética de populações e modelagens da distribuição das espécies, podem ajudar na compreensão dos fatores responsáveis pelos padrões observados. Sugerimos também análises com escalas geográficas mais finas e a incorporação de outras variáveis biótica e abióticas (e.g. pulso de inundação), uma vez que a diversidade beta dos Sphaenorhynchini da Amazônia e da Mata Atlântica responderam significativamente a variáveis ambientais diferentes.

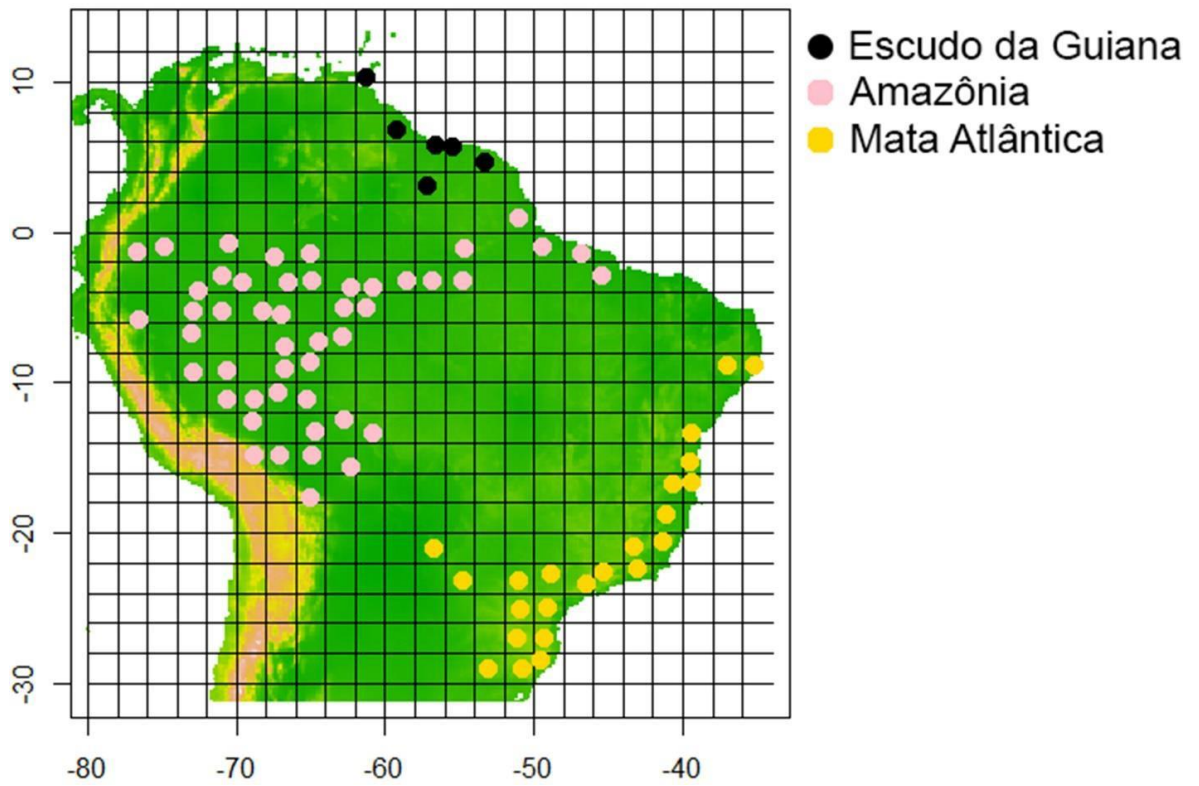


Figura 1. Delineamento amostral para análises biogeográficas de *Sphaenorhynchini* na América do Sul. Dados de abundância por espécie foram obtidos apenas nos quadrantes marcados com círculos com cores diferentes representando as formações vegetais.

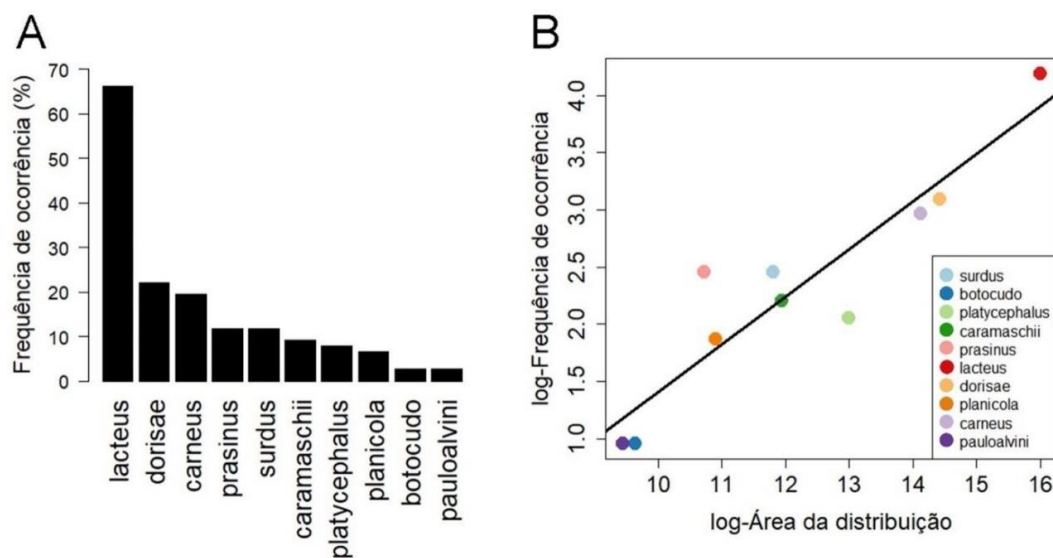


Figura 2. a) Frequência de ocorrência de 10 espécies de Sphaenorhynchini em 77 quadrantes de amostragem na Amazônia, Escudo da Guiana e Mata Atlântica. b) Relação entre área da distribuição geográfica e frequência de ocorrência por espécie.

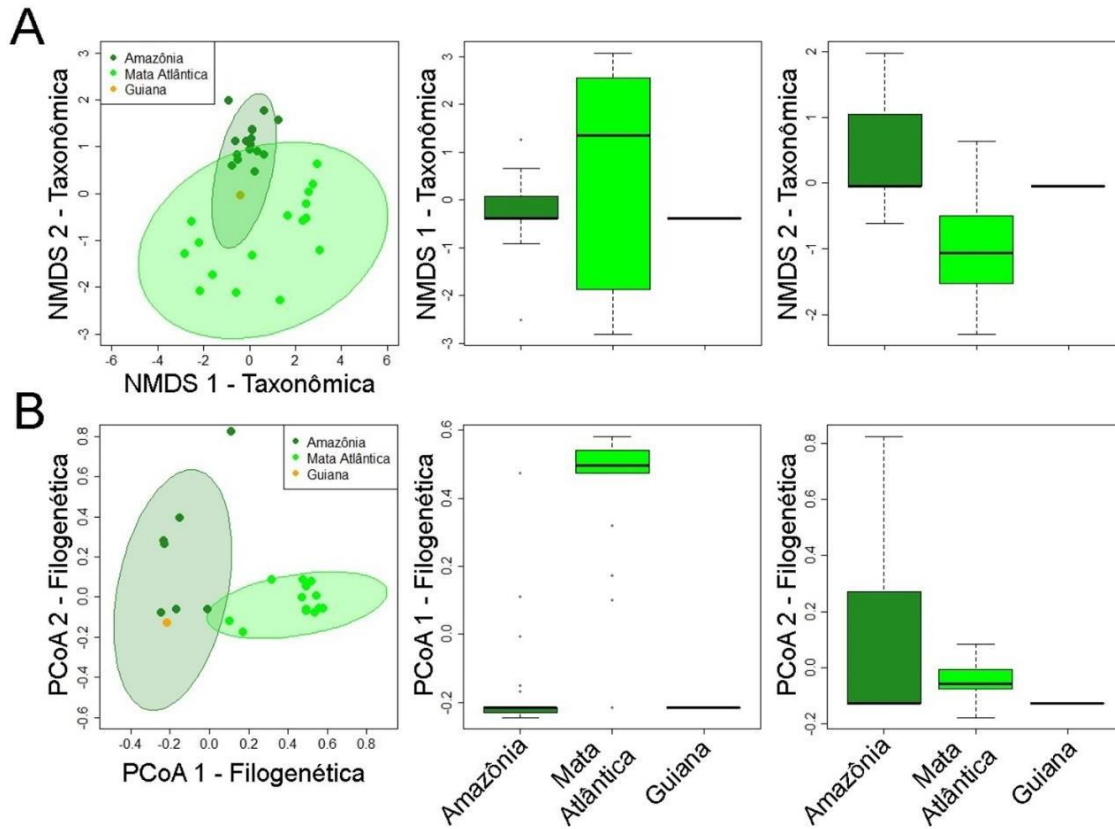


Figura 3. Distribuição de quadrantes de amostragem ao longo de eixos de Escalonamento Não-Métrico Multidimensional (NMDS) e Análise de Coordenadas Principais (PCoA) resumindo dissimilaridades na diversidade-beta taxonômica (A) e filogenética (B) de Sphaenorhynchini. Os boxplots mostram diferenças nos escores produzido por dois eixos de NMDS ou PCoA entre biomas. As elipses delimitam intervalos de confiança 95%, e os pontos pretos são outliers.

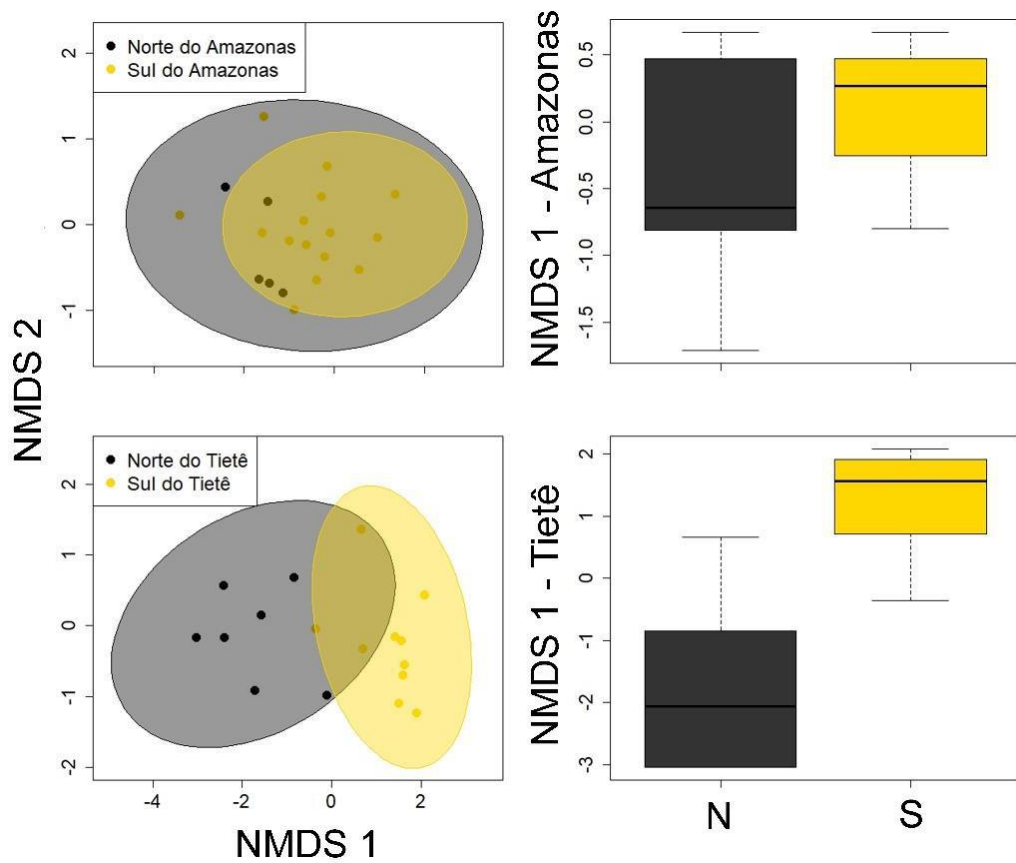


Figura 4. Distribuição de quadrantes de amostragem ao longo de dois eixos produzidos por Escalonamento Não-Métrico Multidimensional resumindo abundâncias de Sphaenorhynchini entre as margens norte e sul dos rios Amazonas e Tietê. Elipses são intervalos de confiança 95%. Os boxplots mostram diferenças médias nos escores produzidos pelos primeiros eixos de cada modelo de NMDS (Amazônia e Mata Atlântica) entre as margens dos rios.

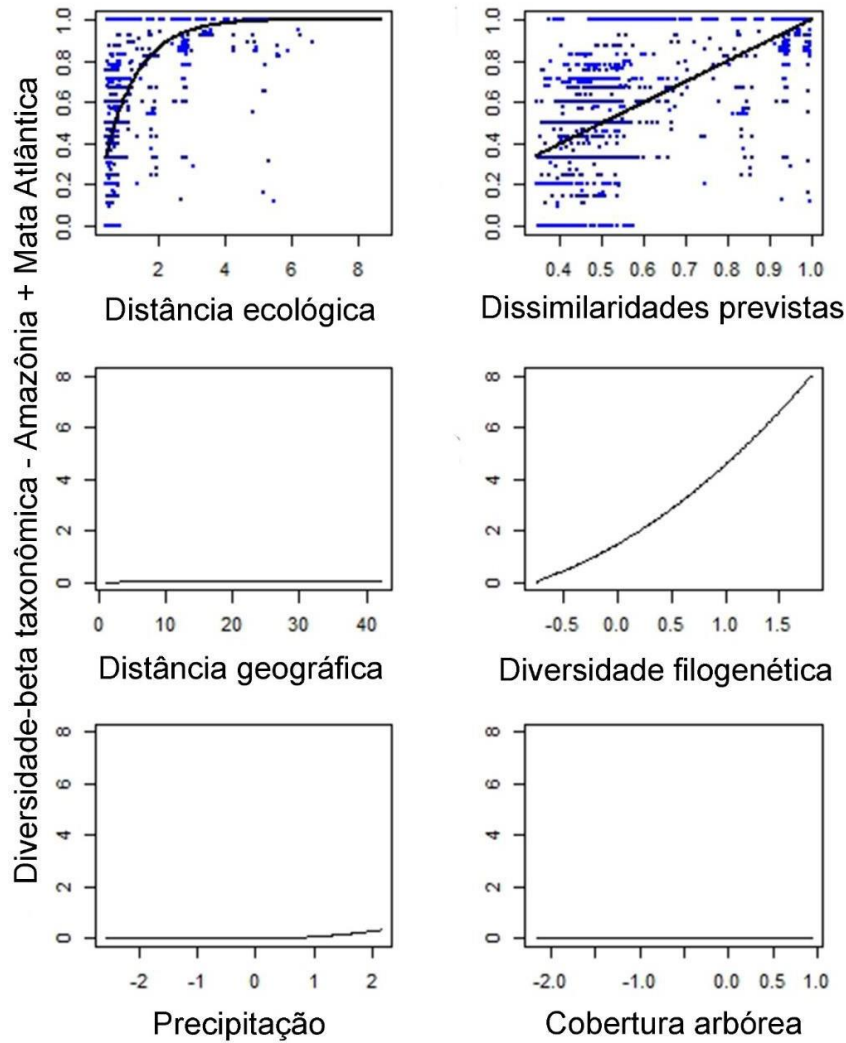


Figura 5. Resultados de um Modelo de Dissimilaridades Generalizadas usado para testar os efeitos de diversidade filogenética e gradientes ambientais sobre a diversidade taxonômica de Sphaenorhynchini na Amazônia e Mata Atlântica. Os dois gráficos no topo mostram relações entre distância ecológica sumarizada entre todas as variáveis independentes e dissimilaridades na composição de espécies previstas pelo modelo nos eixos x, e diversidade-beta taxonômica observada nos eixos y. Variáveis independentes que geraram coeficiente igual a zero são omitidas.

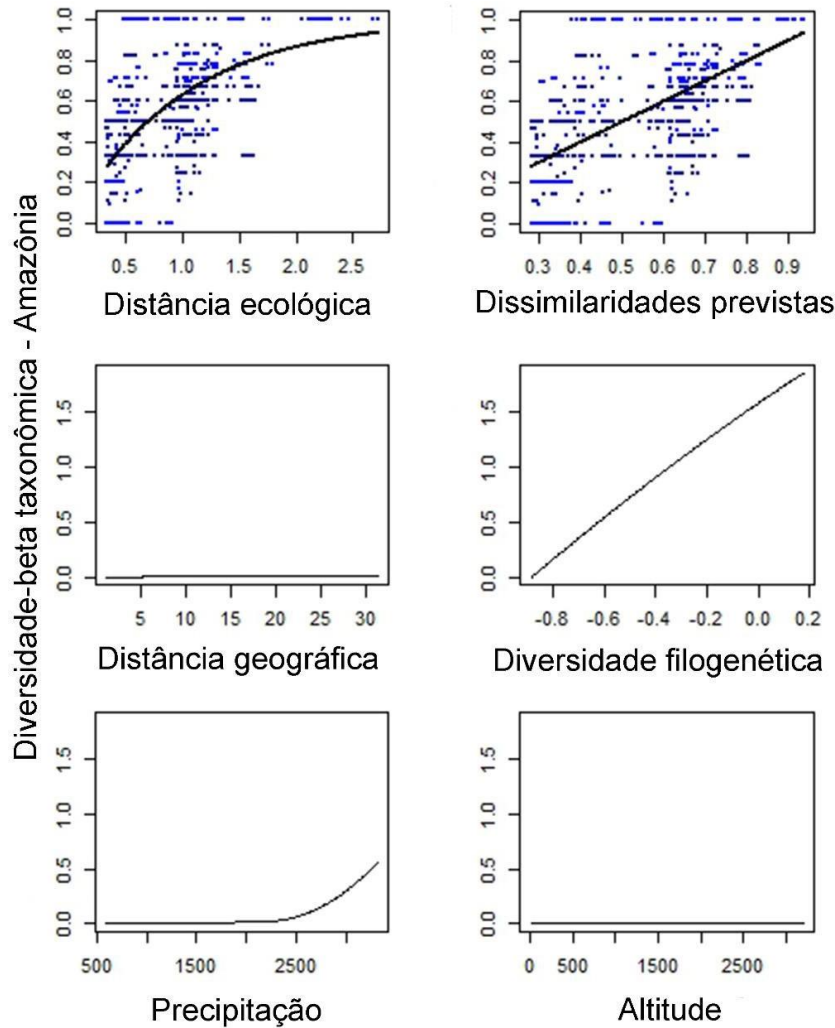


Figura 6. Resultados de um Modelo de Dissimilaridades Generalizadas usado para testar os efeitos de diversidade filogenética e gradientes ambientais sobre a diversidade taxonômica de Sphaenorhynchini na Amazônia. Os dois gráficos no topo mostram relações entre distância ecológica sumarizada entre todas as variáveis independentes e dissimilaridades na composição de espécies previstas pelo modelo nos eixos x, e diversidade-beta taxonômica observada nos eixos y. Variáveis independentes que geraram coeficiente igual a zero são omitidas.

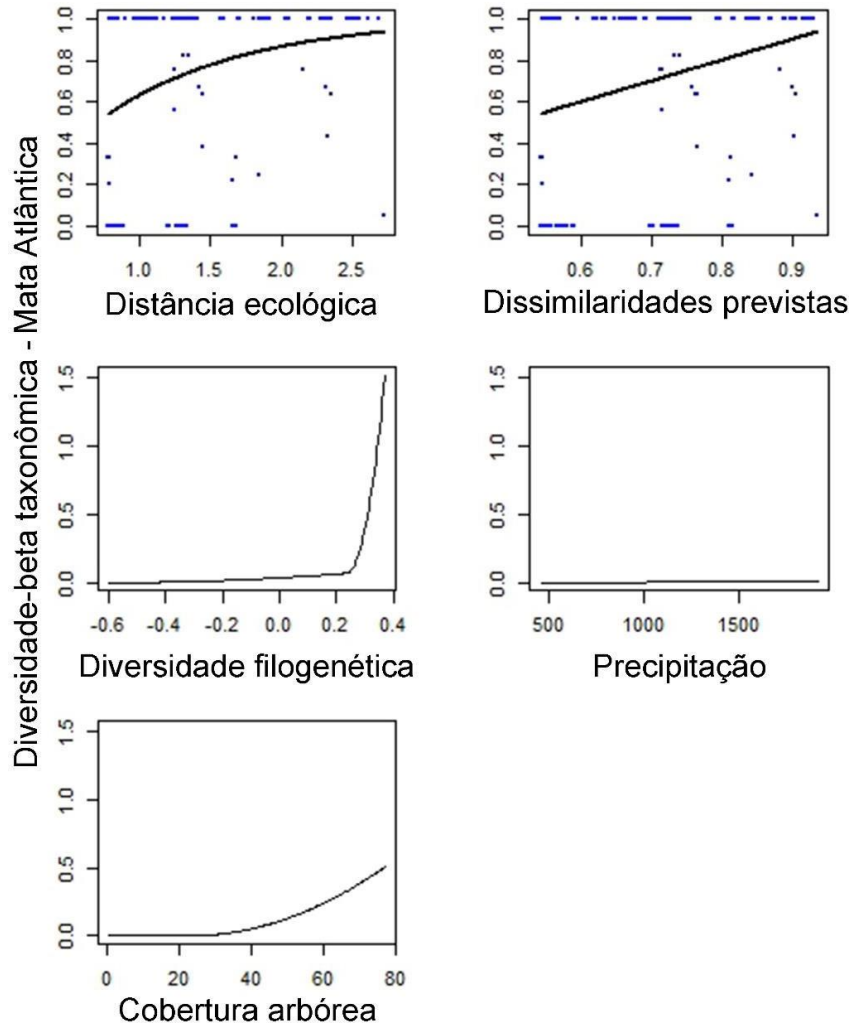


Figura 7. Resultados de um Modelo de Dissimilaridades Generalizadas usado para testar os efeitos de diversidade filogenética e gradientes ambientais sobre a diversidade taxonômica de Sphaenorhynchini na Mata Atlântica. Os dois gráficos no topo mostram relações entre distância ecológica sumarizada entre todas as variáveis independentes e dissimilaridades na composição de espécies previstas pelo modelo nos eixos x, e diversidade-beta taxonômica observada nos eixos y. Variáveis independentes que geraram coeficiente igual a zero são omitidas.

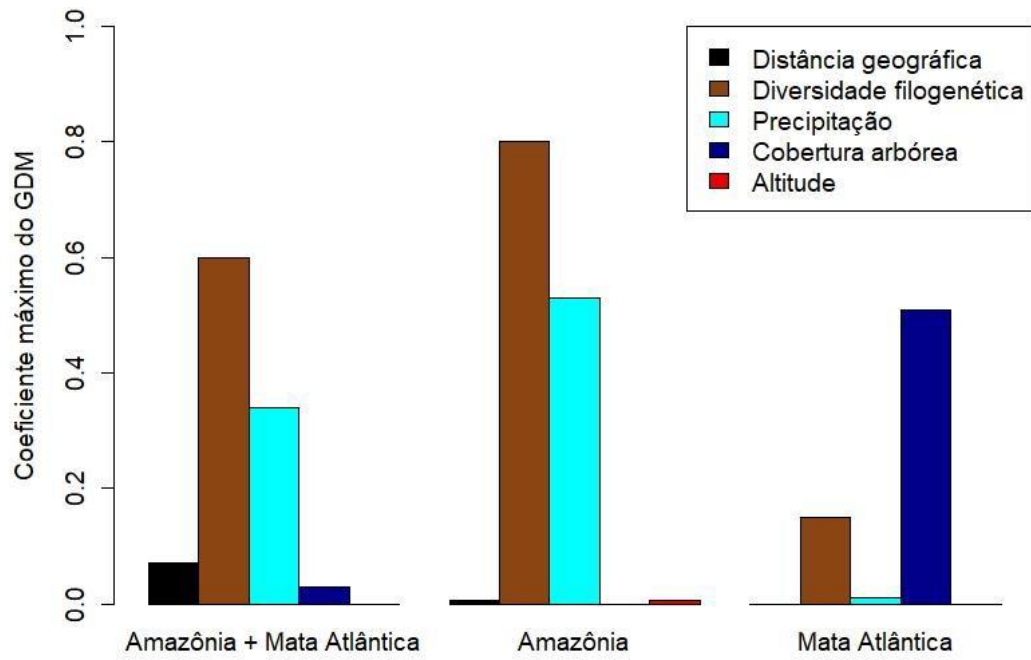


Figura 8. Comparação de coeficientes gerados por Modelos de Dissimilaridades Generalizadas usados para testar a influência de diversidade filogenética e gradientes ambientais sobre a diversidade-beta taxonômica de *Sphaenorhynchini*.

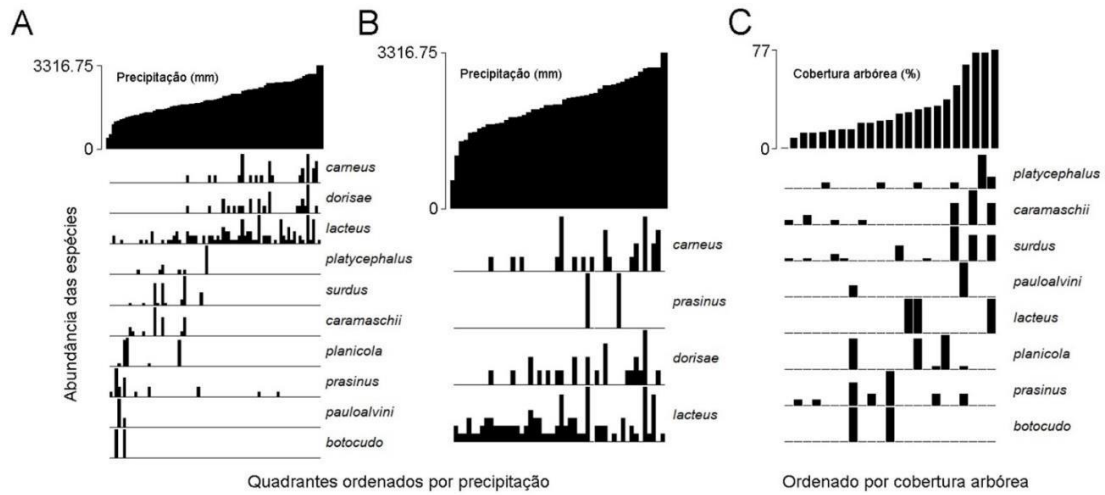


Figura 9. Distribuição de valores de abundância de Sphaenorrhynchini ao longo de gradientes ambientais medidos em quadrantes de amostragem ordenados. Gradientes de precipitação foram medidos na Amazônia e Mata Atlântica (a) e na Amazônia isolada (b), e um gradiente de porcentagem de cobertura arbórea foi medido na Mata Atlântica isolada (c). A altura das colunas é relativa à abundância (número de registros por quadrante de amostragem).

REFERÊNCIAS

Amaral, S., Costa, C. B., Arasato, L. S., Ximenes, A. C., & Rennó, C. D. (2013). *Variáveis ambientais para Modelos de Distribuição de Espécies (MDEs)*. 16, 6930–6937.

Amaro, R. C., Pavan, D., & Rodrigues, M. T. (2009). On the generic identity of *Odontophrynus moratoi* Jim & Caramaschi, 1980 (Anura, Cycloramphidae). *Zootaxa*, 2071(1), 61–68.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.2071.1.5>

Antonelli, A., Nylander, J. A. A., Persson, C., & Sanmartín, I. (2009). Tracing the impact of the Andean uplift on Neotropical plant evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(24), 9749–9754.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0811421106>

Araujo-Vieira, K., Blotto, B. L., Caramaschi, U., Haddad, C. F. B., Faivovich, J., & Grant, T. (2019). A total evidence analysis of the phylogeny of hatchet-faced treefrogs (Anura: Hylidae: *Sphaenorhynchus*). *Cladistics*, 35(5), 469–486.
<https://doi.org/10.1111/cla.12367>

Araujo-Vieira, K., Caramaschi, U., Grillitsch, H., Grant, T., & Faivovich, J. (2018). On the Identity of *Sphaenorhynchus platycephalus* (Werner, 1894) (Anura: Hylidae). *South American Journal of Herpetology*, 13(1), 73–84.
<https://doi.org/10.2994/SAJH-D-17-00053.1>

Araujo-Vieira, K., Luna, M. C., Caramaschi, U., & Haddad, C. F. B. (2020). A new genus of lime treefrogs (Anura: Hylidae: Sphaenorhynchini). *Zoologischer Anzeiger*, 286, 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2020.04.002>

Arruda, M. P., Costa, W. P., Recco-Pimentel, S. M., Arruda, M. P., Costa, W. P., & Recco-Pimentel, S. M. (2017). Genetic diversity of Morato's Digger Toad, *Proceratophrys moratoi*: spatial structure, gene flow, effective size and the need for differential management strategies of populations. *Genetics and Molecular Biology*, 40(2), 502–514. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2016-0025>

Beebe, T. J. C., & Griffiths, R. A. (2005). The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology? *Biological Conservation*, 125(3), 271–285.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.04.009>

Bogoni, J. A., Pires, J. S. R., Graipel, M. E., Peroni, N., & Peres, C. A. (2018). Wish you were here: How defaunated is the Atlantic Forest biome of its medium- to large-bodied mammal fauna? *PLOS ONE*, 13(9).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204515>

Böning, P. (2017). Amphibian diversity and its turnover in floating meadows along the Amazon river. *Salamandra*, 53(3), 11.

Bush, M. B. (1994). Amazonian Speciation: A Necessarily Complex Model. *Journal of Biogeography*, 21(1), 5–17. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2845600>

- Carnaval, A. C., & Moritz, C. (2008). Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography*, 35(7), 1187–1201. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01870.x>
- Catenazzi, A. (2015). State of the World's Amphibians. *Annual Review of Environment and Resources*, 40(1), 91–119. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021358>
- Colli, G. R. (2005). As origens e a diversificação da herpetofauna do Cerrado. *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*, 247–264.
- Cordier, J. M., Lescano, J. N., Ríos, N. E., Leynaud, G. C., & Nori, J. (2019). Climate change threatens micro-endemic amphibians of an important South American high-altitude center of endemism. *Amphibia-Reptilia*, 41(2), 233–243. <https://doi.org/10.1163/15685381-20191235>
- Corrêa, G. C., Sousa, J. C., França, P. F., & Costa-Campos, C. E. (2017). *Sphaenorhynchus lacteus* (Orinoco Lime Treefrog) Bromeliade associate. 48, 172–172.
- Corrêa, J. G., França, P. F., Kawashita-Ribeiro, R. A., & Costa-Campos, C. E. (2020). Natural history notes of *Sphaenorhynchus carneus* (Anura, Hylidae) in the eastern Brazilian Amazon. *Herpetology Notes*, 13(0), 613–620.
- Cracraft, J. (1985). Historical Biogeography and Patterns of Differentiation within the South American Avifauna: Areas of Endemism. *Ornithological Monographs*, 36, 49–84. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/40168278>
- Da Silva, J. M. C., Rylands, A. B., & Fonseca, G. A. B. da. (2005). The Fate of the Amazonian Areas of Endemism. *Conservation Biology*, 19(3), 689–694.
- da Silveira Vasconcelos, T., dos Santos, T. G., Haddad, C. F. B., & de Cerqueira Rossa-Feres, D. (2010). Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 26(4), 423–432. JSTOR.
- Dias-Terceiro, R. G., Kaefer, I. L., Fraga, R. de, Araújo, M. C. de, Simões, P. I., & Lima, A. P. (2015). A Matter of Scale: Historical and Environmental Factors Structure Anuran Assemblages from the Upper Madeira River, Amazonia. *Biotropica*, 47(2), 259–266. <https://doi.org/10.1111/btp.12197>
- Duellman, W. E., Marion, A. B., & Hedges, S. B. (2016). Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa*, 4104(1), 1. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4104.1.1>
- Emerson, B. C., & Gillespie, R. G. (2008). Phylogenetic analysis of community assembly and structure over space and time. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(11), 619–630. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.07.005>

Faivovich, J., Pereyra, M. O., Luna, M. C., Hertz, A., Blotto, B. L., Vásquez-Almazán, C. R., McCranie, J. R., Sánchez, D. A., Baêta, D., Araujo-Vieira, K., Köhler, G., Kubicki, B., Campbell, J. A., Frost, D. R., Wheeler, W. C., & Haddad, C. F. B. (2018). On the Monophyly and Relationships of Several Genera of Hylini (Anura: Hylidae: Hylinae), with Comments on Recent Taxonomic Changes in Hylids. *South American Journal of Herpetology*, *13*(1), 1–32. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-17-00115.1>

Ferrier, S., Manion, G., Elith, J., & Richardson, K. (2007). Using generalized dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Diversity and Distributions*, *13*(3), 252–264. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00341.x>

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, *37*(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>

Fouquet, A., Courtois, E. A., Baudain, D., Lima, J. D., Souza, S. M., Noonan, B. P., & Rodrigues, M. T. (2015). The trans-riverine genetic structure of 28 Amazonian frog species is dependent on life history. *Journal of Tropical Ecology*, *31*(4), 361–373. <https://doi.org/10.1017/S0266467415000206>

Fouquet, A., Loebmann, D., Castroviejo-Fisher, S., Padial, J. M., Orrico, V. G. D., Lyra, M. L., Roberto, I. J., Kok, P. J. R., Haddad, C. F. B., & Rodrigues, M. T. (2012). From Amazonia to the Atlantic forest: Molecular phylogeny of Phyzelaphryninae frogs reveals unexpected diversity and a striking biogeographic pattern emphasizing conservation challenges. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *65*(2), 547–561. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.07.012>

Fraga, R. de, Ferrão, M., Stow, A. J., Magnusson, W. E., & Lima, A. P. (2018). *Different environmental gradients affect different measures of snake β -diversity in the Amazon rainforests*. PeerJ Inc. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27146v1>

Funk, V., Hollowell, T., Berry, P., Kelloff, C., & Alexander, S. N. (2007). *Checklist of the Plants of the Guiana Shield (VENEZUELA: Amazonas, Bolivar, Delta Amacuro; GUYANA, SURINAM, FRENCH GUIANA)* (Washington). DC: National Museum of Natural History, 585.

Fusinatto, L. A., Alexandrino, J., Haddad, C. F. B., Brunes, T. O., Rocha, C. F. D., & Sequeira, F. (2013). Cryptic Genetic Diversity Is Paramount in Small-Bodied Amphibians of the Genus *Euparkerella* (Anura: Craugastoridae) Endemic to the Brazilian Atlantic Forest. *PLOS ONE*, *8*(11), e79504. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079504>

Garda, A. A., & Cannatella, D. C. (2007). Phylogeny and biogeography of paradoxical frogs (Anura, Hylidae, Pseudae) inferred from 12S and 16S mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *44*(1), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.11.028>

- Gibbs, A. K., & Barron, C. N. (1993). *Geology of the Guiana Shield*. Oxford University Press.
- Godinho, M. B. de C., & da Silva, F. R. (2018). The influence of riverine barriers, climate, and topography on the biogeographic regionalization of Amazonian anurans. *Scientific Reports*, *8*(1), 3427. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21879-9>
- Hairston, N. G., Ellner, S. P., Geber, M. A., Yoshida, T., & Fox, J. A. (2005). Rapid evolution and the convergence of ecological and evolutionary time. *Ecology Letters*, *8*(10), 1114–1127. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00812.x>
- Hayes, F. E., & Sewlal, J.-A. N. (2004). The Amazon River as a dispersal barrier to passerine birds: effects of river width, habitat and taxonomy. *Journal of Biogeography*, *31*(11), 1809–1818. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2004.01139.x>
- Hijmans, R. J. (2019). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling version 3.3-13 from CRAN*. <https://rdr.io/cran/raster/>
- Hoorn, C., Wesselingh, F. P., Steege, H. ter, Bermudez, M. A., Mora, A., Sevink, J., Sanmartín, I., Sanchez-Meseguer, A., Anderson, C. L., Figueiredo, J. P., Jaramillo, C., Riff, D., Negri, F. R., Hooghiemstra, H., Lundberg, J., Stadler, T., Särkinen, T., & Antonelli, A. (2010). Amazonia Through Time: Andean Uplift, Climate Change, Landscape Evolution, and Biodiversity. *Science*, *330*(6006), 927–931. <https://doi.org/10.1126/science.1194585>
- Hoorn, Carina, Guerrero, J., Sarmiento, G. A., & Lorente, M. A. (1995). Andean tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America. *Geology*, *23*(3), 237–240. <https://doi.org/10.1130/0091-7613>
- Hubbell, S. P. (2001). *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography (MPB-32)*. Princeton University Press.
- Jim, J., & Caramaschi, U. (1980). Uma nova especie de *Odontophrynus* da regio de Botucatu, Sao Paulo, Brasil (Amphibia, Anura). *Revista Brasileira de Biologia*, *40*(2), 357–360.
- Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, *106*(1), 110–127.
- Keller, A., Rödel, M.-O., Linsenmair, K. E., & Grafe, T. U. (2009). The Importance of Environmental Heterogeneity for Species Diversity and Assemblage Structure in Bornean Stream Frogs. *Journal of Animal Ecology*, *78*(2), 305–314. JSTOR.
- Kembel, S. W., Cowan, P. D., Helmus, M. R., Cornwell, W. K., Morlon, H., Ackerly, D. D., Blomberg, S. P., & Webb, C. O. (2010). Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinformatics*, *26*(11), 1463–1464.

- Kenny, J. S. (1969). *The Amphibia of Trinidad. Studies on the Fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands*. 29, 1–62.
- Kraft, N. J. B., Cornwell, W. K., Webb, C. O., & Ackerly, D. D. (2007). *Trait Evolution, Community Assembly, and the Phylogenetic Structure of Ecological Communities*. 2(170), 271–283.
- Leão-Pires, T. A., Luiz, A. M., & Sawaya, R. J. (2018). The complex roles of space and environment in structuring functional, taxonomic and phylogenetic beta diversity of frogs in the Atlantic Forest. *PLOS ONE*, 13(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196066>
- Ledo, R. M. D., & Colli, G. R. (2017). The historical connections between the Amazon and the Atlantic Forest revisited. *Journal of Biogeography*, 44(11), 2551–2563. <https://doi.org/10.1111/jbi.13049>
- Levy, D. L., & Heald, R. (2016). Biological scaling problems and solutions in amphibians. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 8(1).
- Lourenço-de-Moraes, R., Campos, F. S., Ferreira, R. B., Beard, K. H., Solé, M., Llorente, G. A., & Bastos, R. P. (2020). Functional traits explain amphibian distribution in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*, 47(1), 275–287. <https://doi.org/10.1111/jbi.13727>
- Magurran, A. E. (2013). *Measuring Biological Diversity*. John Wiley & Sons.
- Marques, M. C. M., Swaine, M. D., & Liebsch, D. (2011). Diversity distribution and floristic differentiation of the coastal lowland vegetation: implications for the conservation of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation*, 20(1), 153–168. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9952-4>
- McCallum, M. L. (2007). Amphibian Decline or Extinction? Current Declines Dwarf Background Extinction Rate. *Journal of Herpetology*, 41(3), 483–491. <https://doi.org/10.1670/0022-1511>
- Mercier, J. L., Sebrier, M., Lavenu, A., Cabrera, J., Bellier, O., Dumont, J.-F., & Machrare, J. (1992). Changes in the tectonic regime above a subduction zone of Andean Type: The Andes of Peru and Bolivia during the Pliocene-Pleistocene. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 97(B8), 11945–11982. <https://doi.org/10.1029/90JB02473>
- Morellato, L. P. C., & Haddad, C. F. B. (2000). Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 32(4b), 786–792.
- Morley, R. J. (2000). *Origin and evolution of tropical rain forests*. John Wiley & Sons. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20000612672>
- Morton, D. C., DeFries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., del Bon Espirito-Santo, F., Freitas, R., & Morissette, J. (2006). Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(39), 14637–14641.

- Naka, L. N., & Brumfield, R. T. (2018). The dual role of Amazonian rivers in the generation and maintenance of avian diversity. *Science Advances*, 4(8), eaar8575. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aar8575>
- Ogle, D., Wheeler, P., & Dinno, A. (2020). *FSA: Simple Fisheries Stock Assessment Methods* (0.8.30) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=FSA>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., & Wagner, H. (2019). *vegan: Community Ecology Package* (2.5-6) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oliveira-Filho, A. T., & Fontes, M. A. L. (2000). Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate1. *Biotropica*, 32(4b), 793–810. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x>
- Paradis, E., Claude, J., & Strimmer, K. (2004). APE: Analyses of Phylogenetics and Evolution in R language. *Bioinformatics*, 20(2), 289–290. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg412>
- Paradis, Emmanuel, & Schliep, K. (2019). ape 5.0: an environment for modern phylogenetics and evolutionary analyses in R. *Bioinformatics*, 35(3), 526–528. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bty633>
- Peixoto, G. M., Fraga, R. D., Araújo, M. C., Kaefer, I. L., & Lima, A. P. (2020). Hierarchical effects of historical and environmental factors on lizard assemblages in the upper Madeira River, Brazilian Amazonia. *PLOS ONE*, 15(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233881>
- Pirani, R. M., Peloso, P. L. V., Prado, J. R., Polo, É. M., Knowles, L. L., Ron, S. R., Rodrigues, M. T., Sturaro, M. J., & Werneck, F. P. (2020). Diversification history of clown tree frogs in Neotropical rainforests (Anura, Hylidae, *Dendropsophus leucophyllatus* group). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 150, 106877. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106877>
- Pires, J., & Prance, G. T. (1985). The vegetation types of the Brazilian Amazon. In G. T. Prance & T. E. Lovejoy, *Key Environments: Amazonia* (pp. 109–145). Pergamon Press.
- Pomara, L. Y., Ruokolainen, K., & Young, K. R. (2014). Avian species composition across the Amazon River: the roles of dispersal limitation and environmental heterogeneity. *Journal of Biogeography*, 41(4), 784–796. <https://doi.org/10.1111/jbi.12247>
- Prado, D. E., & Gibbs, P. E. (1993). Patterns of Species Distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 80(4), 902–927. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2399937>

Qian, H., & Ricklefs, R. E. (2012). Disentangling the effects of geographic distance and environmental dissimilarity on global patterns of species turnover. *Global Ecology and Biogeography*, 21(3), 341–351. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00672.x>

Ramos, F. N., & Santos, F. A. M. (2006). Microclimate of Atlantic forest fragments: regional and local scale heterogeneity. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(6), 935–944. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132006000700011>

Ribas, C. C., Aleixo, A., Nogueira, A. C. R., Miyaki, C. Y., & Cracraft, J. (2012). A palaeobiogeographic model for biotic diversification within Amazonia over the past three million years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1729), 681–689. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1120>

Ribeiro, J. W., Lima, A. P., & Magnusson, W. E. (2012). The Effect of Riparian Zones on Species Diversity of Frogs in Amazonian Forests. *Copeia*, 2012(3), 375–381. <https://doi.org/10.1643/CE-11-117>

Riccomini, C., Grohmann, C. H., Sant'Anna, L. G., & Hiruma, S. T. (2010). A captura das cabeceiras do Rio Tietê pelo Rio Paraíba do Sul. *A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber*. (Eds MC Modenesi-Gauttieri, A. Bartorelli, V. Mantesso-Neto, CDR Carneiro and MBAL Lisboa.) Pp, 157–169.

Roberto, I. J., Araujo-Vieira, K., de Carvalho-e-Silva, S. P., & Ávila, R. W. (2017). A New Species of *Sphaenorhynchus* (Anura: Hylidae) from Northeastern Brazil. *Herpetologica*, 73(2), 148. <https://doi.org/10.1655/HERPETOLOGICA-D-16-00021>

Rojas-Ahumada, D. P., Landeiro, V. L., & Menin, M. (2012). Role of environmental and spatial processes in structuring anuran communities across a tropical rain forest. *Austral Ecology*, 37(8), 865–873. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02330.x>

Rossetti, D. de F., Toledo, P. M. de, & Góes, A. M. (2005). New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. *Quaternary Research*, 63(1), 78–89. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2004.10.001>

Roznik, E. A., Rodriguez-Barbosa, C. A., & Johnson, S. A. (2018). Hydric Balance and Locomotor Performance of Native and Invasive Frogs. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00159>

Ruokolainen, K., Moulatlet, G. M., Zuquim, G., Hoorn, C., & Tuomisto, H. (2019). Geologically recent rearrangements in central Amazonian river network and their importance for the riverine barrier hypothesis. *Frontiers of Biogeography*, 12.

Santorelli, S., Magnusson, W. E., & Deus, C. P. (2018). Most species are not limited by an Amazonian river postulated to be a border between endemism

areas. *Scientific Reports*, 8(1), 2294. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20596-7>

Santos, E. S. A., Maia, R., & Macedo, R. H. (2009). Condition-dependent resource value affects male–male competition in the blue–black grassquit. *Behavioral Ecology*, 20(3), 553–559. <https://doi.org/10.1093/beheco/arp031>

Scudeller, V. V., Martins, F. R., & Shepherd, G. J. (2001). Distribution and abundance of arboreal species in the atlantic ombrophilous dense forest in Southeastern Brazil*. *Plant Ecology*, 152(2), 185–199. <https://doi.org/10.1023/A:1011494228661>

Segalla, M. V., Caramaschi, U., Cruz, C. A. G., Garcia, P. C. de A., Grant, T., Haddad, C. F. B., Santana, D. J., Toledo, L. F., & Langone, J. A. (2019). *Brazilian Amphibians: List of Species* (Vol. 8). Herpetologia Brasileira.

Silva, F. R. da, Almeida-Neto, M., & Arena, M. V. N. (2014). Amphibian Beta Diversity in the Brazilian Atlantic Forest: Contrasting the Roles of Historical Events and Contemporary Conditions at Different Spatial Scales. *PLOS ONE*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109642>

Silva, F. R. da, Almeida-Neto, M., Prado, V. H. M. do, Haddad, C. F. B., & Rossa-Feres, D. de C. (2012). Humidity levels drive reproductive modes and phylogenetic diversity of amphibians in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*, 39(9), 1720–1732. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2012.02726.x>

Sotelo-Muñoz, M., Maldonado-Coelho, M., Svensson-Coelho, M., dos Santos, S. S., & Miyaki, C. Y. (2020). Vicariance, dispersal, extinction and hybridization underlie the evolutionary history of Atlantic forest fire-eye antbirds (Aves: Thamnophilidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 148, 106820. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106820>

Steege, H. T., Sabatier, D., Castellanos, H., Van Andel, T., Duivenvoorden, J., Adalardo De Oliveira, A., Ek, R., Lilwah, R., Maas, P., & Mori, S. (2000). An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. *Journal of Tropical Ecology*, 16(6), 801–828. <https://doi.org/10.1017/S0266467400001735>

Thomé, M. T. C., & Carstens, B. C. (2016). Phylogeographic model selection leads to insight into the evolutionary history of four-eyed frogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(29), 8010–8017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1601064113>

Turchetto-Zolet, A. C., Pinheiro, F., Salgueiro, F., & Palma-Silva, C. (2013). Phylogeographical patterns shed light on evolutionary process in South America. *Molecular Ecology*, 22(5), 1193–1213. <https://doi.org/10.1111/mec.12164>

- Valério, L. M., Dorado-Rodrigues, T. F., Chupel, T. F., Penha, J., & Strüssmann, C. (2016). Vegetation Structure and Hydroperiod Affect Anuran Composition in a Large Neotropical Wetland. *Herpetologica*, 72(3), 181–188. <https://doi.org/10.1655/Herpetologica-D-14-00069.1>
- Vasconcelos, T. S., Santos, T. G., Rossa-Feres, D. C., & Haddad, C. F. B. (2009). Influence of the environmental heterogeneity of breeding ponds on anuran assemblages from southeastern Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, 87(8), 699–707. <https://doi.org/10.1139/Z09-058>
- Vernes, K., Pope, L. C., Hill, C. J., & Bärlocher, F. (2005). *Seasonality, Dung Specificity and Competition in Dung Beetle Assemblages in the Australian Wet Tropics, North-Eastern Australia on JSTOR*. <https://www.jstor.org/stable/4091976>
- Vitt, L. J., Sartorius, S. S., Avila-Pires, T. C. S., Espósito, M. C., & Miles, D. B. (2000). Niche segregation among sympatric Amazonian teiid lizards. *Oecologia*, 122(3), 410–420. <https://doi.org/10.1007/s004420050047>
- Vitt, Laurie J., & Caldwell, J. P. (2013). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press.
- Wallace, A. R. (1854). On the Monkeys of the Amazon. *Annals and Magazine of Natural History*, 14(84), 451–454. <https://doi.org/10.1080/037454809494374>
- Weinstein, B. G., Tinoco, B., Parra, J. L., Brown, L. M., McGuire, J. A., Stiles, F. G., & Graham, C. H. (2014). Taxonomic, Phylogenetic, and Trait Beta Diversity in South American Hummingbirds. *The American Naturalist*, 184(2), 211–224. <https://doi.org/10.1086/676991>
- Werneck, F. P. (2011). The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. *Quaternary Science Reviews*, 30(13), 1630–1648. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.03.009>
- Whittaker, R. J., Willis, K. J., & Field, R. (2001). Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography*, 28(4), 453–470. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00563.x>
- Wied-Neuwied, M. zu. (1824). Verzeichnis der Amphibien welche in zweiten Bande der Naturgeschichte Brasiliens von Prinz Max von Neuwied werden beschreiben Werden. *Isis von Oken*, 14, 661–673.
- Wittmann, F., Schöngart, J., Montero, J. C., Motzer, T., Junk, W. J., Piedade, M. T., Queiroz, H. L., & Worbes, M. (2006). Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. *Journal of Biogeography*, 33(8), 1334–1347.

Zhou, J., & Lau, K.-M. (1998). Does a Monsoon Climate Exist over South America? *Journal of Climate*, 11(5), 1020–1040. <https://doi.org/10.1175/1520-0442>

APÊNDICE 1 - Fontes de dados

ESPÉCIES	FONTE DE DADOS
1. <i>Sphaerorthynchus botocudo</i> Caramaschi, Almeida & Gasparini, 2009	MBML, MNRJ, MZUFV
2. <i>Sphaerorthynchus carmaeus</i> Roberto, Araujo-Vieira, Carvalho-e-Silva & Ávila, 2017	AMNH, FMNH, KU, MCZ, UMMZ, UNICAMP, USNM
3. <i>Sphaerorthynchus canga</i> Araujo-Vieira, Lacerda, Pezzuti, de Assis & Cruz, 2015	UNICAMP, URCA
4. <i>Sphaerorthynchus canga</i> Araujo-Vieira, Lacerda, Pezzuti, de Assis & Cruz, 2015	UNICAMP
5. <i>Sphaerorthynchus caramaschii</i> Toledo, Garcia, Lingnau & Haddad, 2007	CFBH, MZUFB, UNESPSJRP, UNICAMP
6. <i>Sphaerorthynchus carneus</i> (Cope, 1868)	AMNH, CFBH, CLO, Fundación Puerto Rastrojo, IAVH, IEPA, INPA, KU, MCZ, MHNG, MNHN, MPEG, SEMA-Acre, TCWC, UF, UMMZ, UNICAMP, UNIFAP, USMN
7. <i>Sphaerorthynchus dorisae</i> (Goin, 1957)	AMNH, CFBH, Fundación Puerto Rastrojo, IAVH, INPA, KU, MCZ, MNHN, MPEG, PUCRS, SEMA-Acre, TCWC, UF, UFMG-ICB, UMMZ, UNICAMP, Universidad de Antioquia, USNM, CAS, CFBH, CLO, CM, EMBL, FML, FMNH, Fundación Puerto Rastrojo, IAVH, ICN, IEPA, INPA, KU, LACM, LSUWZ, MCZ, MLS, MNCN, MNHN, MPEG, MPM, MVZ, NHMUK, NL, PUCRS, PUJ, ROM, SAMA, SEMA-Acre, SMF, SMNS, TCWC, UF, UFMG-ICB, UFMT, UFOPA,
8. <i>Sphaerorthynchus lacteus</i> (Daudin, 1800)	

9. *Sphaerorhynchus mirim* Caramaschi, Almeida & Gasparini, 2009
CFBH, MNRJ, MZUFV, UNICAMP
10. *Sphaerorhynchus palustris* Bokermann, 1966
CFBH, MBML, MNRJ, SMNS, UFRJ, UNICAMP
11. *Sphaerorhynchus pauloalvini* Bokermann, 1973
CFBH, PUCRS, UFB, UNICAMP, USNM
12. *Sphaerorhynchus planicola* (A. Lutz & B. Lutz, 1938)
AMNH, CAS, CFBH, FMNH, KU, MBML, MCZ, MNHN, MZUFV, NHMUK, SMNS, UFRJ, UFRRJ, UMMZ, UNICAMP, USNM
13. *Sphaerorhynchus platycephalus* (Werner, 1894)
AMNH, CFBH, EMBL, KU, MCZ, ROM, SinBIOTA, SMF, TCWC, UIMNH, UNICAMP, USNM
14. *Sphaerorhynchus prasinus* Bokermann, 1973
MBML, MNRJ, MUFAL, MZUESC, MZUFBA, MZUFV, MZUSP, PUCRS, UFMG-ICB, UNICAMP, URCA
15. *Sphaerorhynchus surdus* (Cochran, 1953)
CFBH, PUCRS, SinBIOTA, UMMZ, UNESPSJRP, UNICAMP, USNM

UFRJ, UIMNH, UMMZ, UNESPSJRP, UNICAMP, UNIFAP,
USNM, UTA, UWIZM









CODIGO DA INSTITUIÇÃO	INSTITUIÇÃO
AMNH	American Museum of Natural History, Nova Iorque, Estados Unidos da América
CAS	California Academy of Sciences, San Francisco, Estados Unidos da America
CFBH	Coleção pessoal Célio F. B. Haddad
CLO	Cornell Lab of Ornithology, Nova Iorque, Estados Unidos da América
CM	Carnegie Museums, Pittsburgh, Estados Unidos da America
EMBL	European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg, Alemanha
FML	Fundacion Miguel Lillo, Tucumán, Argentina
FMNH	Field Museum of Natural History, Chicago, Estados Unidos da America
Fundación Puerto Rastrojo	Fundación Puerto Rastrojo, Bogotá, Colombia Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute, Bogotá, Colombia
IAVH	Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia
ICN	Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Amapá, Brasil
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas, Brasil
KU	University of Kansas Biodiversity Institute, Kansas, Estados Unidos da America







LACM	Natural History Museum of Los Angeles County, California, Estados Unidos da America
LSUMZ	Louisiana State University Museum of Natural Science, Louisiana, Estados Unidos da America
MBML	Museu Botânico Municipal, Paraná, Brasil
MCZ	Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Massachusetts, Estados unidos da America
MHNG	Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève, Genebra Suíça
MLS	Universidad de La Salle, Bogota, Colombia
MNCN	Spanish National Museum of Natural Sciences, Madrid, Espanha
MNHN	Museum national d'histoire naturelle, Paris, França
MNRJ	Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
MPEG	Museu Paraense Emilio Goeldi, Pará, Brasil
MPM	Milwaukee Public Museum, Wisconsin, Estados Unidos da America
MUFAL	Museu de Historia Natural - Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, Brasil
MVZ	Museum of Vertebrate Zoology, California, Estados Unidos da America
MZUESC	Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, Brasil
MZUFBA	Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil

MZUFV	Museu de Zoologia João Moojen - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil
MZUSP	Museu de Zoologia da Usp, São Paulo, Brasil
NHMUK	Natural History Museum, Londres, Inglaterra
NL	Naturalis Biodiversity Center, Leiden, Holanda
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil
PUJ	Museo de Historia Natural de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colômbia.
ROM	Royal Ontario Museum, Toronto, Canadá
SAMA	South Australian Museum, Adelaide, Austrália
SEMA-Acre	Secretaria de Meio Ambiente do Acre, Acre, Brasil
SinBIOTA	Sistema de Informação Ambiental do Programa Biotafapesp, São Paulo, Brasil
SMF	Senckenberg, Frankfurt, Alemanha
SMNS	Staatliche Naturwissenschaftliche Sammlungen Bayerns, Munchen, Alemanha
TCWC	Texas A&M University Biodiversity Research and Teaching Collections, Texas, Estados Unidos da America
UF	Florida Museum of Natural History, Florida, Estados Unidos da America
UFB	Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil
UFMG-ICB	Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil

UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso, Mato Grosso, Brasil
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará, Pará, Brasil.
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
UFV	Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil
UINMH	Illinois Natural History Survey, Illinois, Estados Unidos da America
UMMZ	Museum of Zoology University of Michigan, Michigan, Estados Unidos da America
UNESPSJRP	Universidade Estadual Paulista - São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil
UNICAMP	Universidade de Campinas, São Paulo, Brasil
UNIFAP	Universidade Federal do Estado do Amapá, Amapá, Brasil.
Universidad de Antioquia	Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia
URCA	Universidade Regional do Cariri, Ceará, Brasil
USNM	National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, Estados Unidos da America
UTA	University of Texas-Arlington, Texas, Estados Unidos da America
WIZM	The University of the West Indies Zoology Museum, Trindade, Trindade e Tobago

APÊNDICE 2 – Guia ilustrado das espécies de Sphaenorhynchini.

		
1 <i>Gabohyla pauloalvini</i> Foto: M. Sena	2 <i>Sphaenorhynchus Botocudo</i> Foto: Ulisses Caramaschii	3 <i>Sphaenorhynchus bromelicola</i> Foto: não encontrada
		
4 <i>Sphaenorhynchus cammaeus</i> Foto: Igor Joventino Roberto	5 <i>Sphaenorhynchus canga</i> Foto: Katyuscia Araujo-Vieira	6 <i>Sphaenorhynchus caramaschii</i> Foto: Fábio Maffei
		
7 <i>Sphaenorhynchus carneus</i> Foto: Pedro França	8 <i>Sphaenorhynchus dorisae</i> Foto: GBIF Imagens	9 <i>Sphaenorhynchus lacteus</i> Foto: GBIF Imagens

		
10 <i>Sphaenorhynchus mirim</i> Foto: Ulisses Caramaschii	11 <i>Sphaenorhynchus platycephalus</i> Foto: Thiago R. Carvalho	12 <i>Sphaenorhynchus palustris</i> Foto: Thiago Silva-Soares
		
13 <i>Sphaenorhynchus planicola</i> Foto: Thiago Silva-Soares	14 <i>Sphaenorhynchus prasinus</i> Foto: Alexander Mônico	15 <i>Sphaenorhynchus surdus</i> Foto: Luís Felipe Toledo

CAPITULO 2

Natural history notes of *Sphaenorhynchus carneus* (Anura, Hylidae) in the eastern Brazilian Amazon.

Artigo publicado na revista "*Herpetology Notes*"

[Link do Artigo Publicado](#)

1 **Natural history notes of *Sphaenorhynchus carneus* (Cope, 1868) (Anura: Hylidae:**
2 ***Sphaenorhynchini*) in the eastern Brazilian Amazon**

3

4 Juliana Gonçalves Corrêa¹, Pedro Ferreira França¹, Carlos Eduardo Costa-Campos^{2*}, Ricardo
5 Alexandre Kawashita-Ribeiro^{1,3}

6

7 ¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Universidade Federal do Oeste do Pará, Rua
8 Vera Paz, s/n (Unidade Tapajós), 68040-255, Santarém, Pará, Brazil.

9 ²Laboratório de Herpetologia, Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade
10 Federal do Amapá, Rodovia JK Km 2, 68903-419, Macapá, Amapá, Brazil.

11 ³Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Rua Vera
12 Paz, s/n (Unidade Tapajós), 68040-255, Santarém, Pará, Brazil.

13 *Corresponding author e-mail: dudueducampos@gmail.com

14

15 **Abstract.** *Sphaenorhynchus carneus* is a small hylid distributed throughout the upper Amazon
16 Basin. To characterize aspects of the natural history of *S. carneus*, we conducted five linear
17 transects using visual encounter and acoustic surveys. We carried out the fieldworks between
18 June 2015 and May 2016, in a floodplain area in district of Ariri, municipality of Macapá, state
19 of Amapá, Brazil. We use visual encounter and acoustic surveys during the day and night in five
20 linear transects, where we recorded individuals, calling males, spawns, other species in activity
21 and data of activity period and substrate use. In collected specimens, we examined the stomach
22 contents and identified the items at least until order, calculated numerical and volumetric
23 percentages and index of relative importance for each prey type. We counted the number of eggs
24 and we measure 30 eggs per spawn. We collected 98 individuals of *S. carneus* (86 adult males, 8

25 females, and 4 juveniles). Formicidae was the more abundant and frequent prey category in the
26 stomachs of *S. carneus* (IRI = 82.15%). We also observed adult males, gravid females and
27 spawns from February to August, the rainy season in the region. *Sphaenorhynchus carneus* has
28 diurnal and nocturnal activity, we observed calling males near females, usually on perches 15 cm
29 higher than females, in the absence of females, the distance between vocalizing males varied
30 from 30 cm to 2 m and the reproduction of species is related to the reproductive mode 1, with
31 spawn composed by single gelatinous translucent masse with a mean of 199 eggs (157 to 291
32 eggs) deposited on floating aquatic macrophytes. Studies in new localities should be carried out,
33 especially natural history aspects, to allow a better understanding of the biology of this little-
34 known species, and so promote conservation measures.

35 **Key words.** Amapá, diet composition, trophic ecology, reproductive behaviour.

36 **Introduction**

37 Diet and reproduction traits are important aspects of the life history of amphibians and
38 that help us to plan conservation strategies and management actions (Duellman and Trueb, 1994;
39 Verdade et al., 2012). Anurans have diet mainly composed by arthropods and other invertebrates
40 (Toledo, 2005; Vitt and Caldwell, 2014). They also have one of the most complex behavioural
41 repertoires and the highest diversity of reproductive mode among vertebrates (Haddad and
42 Prado, 2005; Wells, 2007; Leivas et al., 2018). Although in the last years the knowledge about
43 the most varied ecological aspects of anurans has significantly increased, information concerning
44 the natural history of many species is still scarce.

45 The genus *Sphaenorhynchus* Tschudi, 1838 currently comprises 14 species (sensu
46 Araujo-Vieira et al., 2020) of small greenish treefrogs widespread in the Amazon and Orinoco
47 basins, and in the Brazilian Atlantic Forest (Araujo-Vieira et al., 2019; 2020). *Sphaenorhynchus*
48 *carneus* (Cope, 1868) is a small species (15–22.5 mm of snout-vent length in adults) that inhabits
49 the floating vegetation interface zone of lentic environments, but can also live in permanent or
50 temporary pools (Araujo-Vieira et al., 2019). The species is widely distributed from upper
51 Amazon Basin in southern Colombia, Peru, Ecuador, and, in Brazil, in the states of Amazonas
52 and Amapá (Azevedo-Ramos et al., 2004; Corrêa et al., 2015; Frost, 2020).

53 Information about the natural history of *S. carneus* is limited to some studies reporting
54 acoustical parameters of the advertisement call and calling sites (Höld, 1977, Toledo et al.,
55 2014), oviposition site (Bokermann, 1973; Crump, 1974; Höld pers. comm. in Araujo-Vieira et
56 al., 2019), notes on diet (Duellman, 1978; Rodriguez and Duellman, 1994), description of
57 tadpoles (Suárez-Mayorga and Lynch, 2001), and distribution extension (Corrêa et al., 2015;
58 Ramalho et al., 2016). Until now, the conservation status of *S. carneus* is listed in the IUCN as
59 Least Concern (Azevedo-Ramos et al., 2004). Herein, we provide data on diet composition and

60 reproduction of a population of *S. carneus* in an Amazon basin area in the state of Amapá,
61 northern Brazil, eastern Amazon Forest.

62 **Material and Methods**

63 *Study area.*—We collected data from a floodplain in the district of Ariri (0.2993° N,
64 51.1298° W) located near the Km 33 on the BR 156 highway, north of the municipality of
65 Macapá, state of Amapá. The area is flooded by the Matapí river basin and is composed of
66 Amazonian savannah with large areas of gallery forest and floodplains forest (Silva et al., 2016).
67 The climate is Equatorial (Am) following Köppen's classification (Alvares et al., 2013). The
68 region is going through an intense urbanization process, whereby most of its forest cover was
69 affected.

70 *Identification.*—We distinguish *S. carneus* from other species that occur in sympatric in
71 the study area, especially *S. lacteus* (Daudin, 1800), by the following combination of characters:
72 1) snout-vent length varying from 15 to 18 mm in males and 22 to 23 mm in females; 2) pale
73 green dorsal coloration with a golden stripe, delimited above and below by brown-reddish lines
74 from the posterior corner of eye to the groin; 3) ventral region and vocal sac whitish green; 4)
75 armpit and groin pale blue; 5) iris silvery, with elliptical pupil; 6) fingers and toes yellowish
76 green (Rodríguez and Duellman, 1994).

77 *Data collection.*—Fieldwork were conducted from June 2015 to May 2016 including
78 months from rainy (December to August) and dry season (September to November). We sampled
79 five linear transects of 250 m of extension at distance of 500 m during the day (15:00 to 17:00 h)
80 and night (18:00 to 20:00 h) using visual encounter and acoustic surveys (Crump and Scott-Jr,
81 1994). Five observers slowly walked in each transect recording all individuals observed, calling
82 males and others species in activity. Searching effort corresponded to 4 person-hours per day and

83 per transect. The transects had the same sampling effort of 20 person-hours, total of 240 person-
84 hours.

85 We identified adults of *S. carneus* by the presence of vocal sacs in males and oocytes in
86 females. In addition, other sympatric species were registered for a community characterization of
87 the study area. The climatological data were obtained from Núcleo de Hidrometeorologia e
88 Energias Renováveis/Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá
89 (NHMET/IEPA) database.

90 Voucher specimens were killed with a 2% lidocaine overdose, fixed in 10% formalin, and
91 conserved in 70% alcohol (authorization ICMBio/SISBio license #45990-1). The specimens are
92 housed in the Herpetological Collection of Universidade Federal do Amapá (CECC 0188–0257;
93 1143–1168). Pairs in amplexus were captured and maintained in plastic bags to collect spawn.
94 The clutches obtained were preserved in 5% formalin and had eggs counted.

95 *Data analysis.*—For the diet analysis, we used 94 individuals (86 males and 8 females)
96 and performed an abdominal dissection on each of them to remove the stomach and extract the
97 available content. We identified each prey item with a stereomicroscope at order level and, when
98 possible, at lower taxonomic categories, using the identification keys available in Rafael et al.
99 (2012). Ants were identified to subfamily level following Baccaro et al. (2015). Preys were
100 confirmed by the entomologist Raimundo N.P. Souto from the Laboratory of Arthropods. Prey
101 items in advanced stages of digestion were considered as unidentifiable.

102 We measured the length (l) and width (w) in millimeters (mm) of intact segment of a prey
103 and calculated their volumes (V) using the ellipsoid formula (Colli et al., 1992). We calculated
104 numerical and volumetric percentages of each prey type for each individual. The index of
105 relative importance (IRI) for each prey category was calculated using data obtained from the
106 mean of the percentage of prey occurrence (F%), numerical percentage (N%), and volumetric

107 percentage (V%) (see Pinkas et al., 1971). We used regression analysis between snout-vent
108 length (SVL) in millimeters (mm) and the volume of stomach contents (total volume of preys
109 consumed for each individual) to test whether larger frogs were able to consume more preys or
110 larger preys. All analyses were made using Systat 12.0 software (Systat, 2007).

111 For the reproductive modes, we used the methodology and classification proposed by
112 Haddad and Prado (2005). Calling sites were characterized, for each male, considering substrate
113 type (shrub, arboreal, or terrestrial), position of the individual in relation to the water surface,
114 height of the vocalization site in relation to the water surface, distance to margin and between
115 vocalizing males.

116 We counted the number of eggs per spawn and thirty eggs per clutch had their diameters
117 measured with an ocular micrometer (0.01 mm precision) in a Zeiss stereomicroscope (see
118 Hartmann et al., 2010).

119

120 **Results**

121 We captured a total of 98 individuals of *S. carneus* (86 males, 8 females, and 4 juveniles),
122 with the lowest number of individuals being recorded in February (N = 1) and the highest
123 number in May 2016 (N = 23). Adult individuals of *S. carneus* were recorded only during the
124 rainy season (July to August 2015 and February to May 2016) (Figure 1).

125 Among the analysed stomachs, 21 were empty. We found 587 preys belonging to three
126 categories: Coleoptera, Diptera, and Hymenoptera (Table 1). Formicidae was the most abundant
127 and frequent item in the stomach of *S. carneus* (N% = 96.11%, IRI = 82.15%). We did not find a
128 significant correlation between SVL and size of the volume of stomach contents ($R^2 = 0.214$, $p =$
129 0.836).

130 *Sphaenorhynchus carneus* have diurnal and nocturnal activity, with emission of acoustic
131 signals beginning at 15:00 h and lasting until 20:00 h (Table 2). During daylight hours, only
132 *Lysapsus bolivianus* Gallardo, 1961 used the same calling sites as *S. carneus*. At night, *S.*
133 *carneus* calling activity diminished, and other species that used the same calling sites of the
134 floodplain area [e.g. *Pseudis paradoxa* (Linnaeus, 1758) and *Sphaenorhynchus lacteus*]
135 continued their calling activities. We recorded six species of sympatric anurans calling in the
136 water margin and five species using the adjacent floodplain as calling sites (Table 3).

137 Males were observed emitting advertisement calls (see Hodl, 1977; Toledo et al., 2014)
138 near females generally on perches 15 cm higher than those with females. In the absence of
139 females, distance between vocalizing males varied from 30 cm to 2 m. We observed adult males,
140 gravid females, and spawns of *S. carneus* from February to August, which corresponds to the
141 rainy season in the region (Table 3).

142 Adult males were found calling perched on *Thalia geniculata* L. (Marantaceae), *Luziola*
143 *spruceana* Benth (Poaceae), *Leersia hexandra* Sw. (Poaceae) up to 30 cm higher than the water
144 surface or in aquatic macrophytes *Nymphoides indica* (L.) Kuntze (Menyanthaceae) and *Salvinia*
145 *auriculata* Aubl (Salviniaceae), for a distance up to six meters from the margin (Figure 2 A and
146 B).

147 *Sphaenorhynchus carneus* has the reproductive mode 1 (oviposition and tadpoles
148 development occurring in lentic environments). Males did not actively search for females and did
149 not exhibit parental care. Neither territorial competition nor any amplexus disputes was observed
150 between males. Amplexus in *S. carneus* is axial and female oviposition sites are on emergent
151 vegetation composed of *Nymphoides indica* (L.) Kuntze (Menyanthaceae) and *Salvinia*
152 *auriculata* Aubl (Salviniaceae) (Figure 2 C, D, E, and F). Spawn comprised of single gelatinous
153 translucent masses deposited in floating aquatic macrophytes and we recorded in June and

154 August 2015 and April to May 2016 (Table 4). The number of eggs per clutch ranged from 157
155 to 291 eggs (199.7 ± 38.7 eggs, $n = 8$), positively related to SVL ($R^2 = 0.16$, $p < 0.05$) and the
156 diameter of the eggs ranged from 0.94 to 1.52 mm (1.21 ± 0.14 mm, $n = 30$).

157 **Discussion**

158 *Sphaenorhynchus carneus* fed on a low variety of invertebrates. The species mainly prey
159 upon ants, which suggests that *S. carneus* uses the active foraging strategy. Our results
160 corroborate that *S. carneus* is an ant specialist anuran (sensu Toft, 1980; 1981), as has been
161 suggested by Duellman (1978) and Rodriguez and Duellman (1994). The dominant presence of
162 ants in the diet composition was mentioned to other six species of tribe *Sphaenorhynchini*:
163 *Gabohyla pauloalvini* (Bokermann, 1973), *S. dorisae* (Goin, 1957), *S. lacteus*, *S. planicola* (Lutz
164 and Lutz, 1938), *S. prasinus* Bokermann, 1973, and *S. surdus* (Cochran, 1953) (Duellman, 1978;
165 Rodriguez and Duellman, 1994; Parmalee, 1999; Faivovich et al., 2005, Teixeira and Ferreira,
166 2010; Araujo-Vieira et al., 2019). This specialist feeding behaviour, commonly named as
167 myrmecophagy, is considered a putative synapomorphy of the tribe *Sphaenorhynchini*
168 (Faivovich et al., 2005; Araujo-Vieira et al., 2019). Myrmicinae ants dominated the diet of *S.*
169 *carneus*, which can be explained by the higher diversity of genera and uses of substrates
170 (arboreal, terrestrial and some associated with plants) of this taxon when compared to other ant
171 subfamilies (Fernández and Sharkey, 2006). Among Myrmicinae, *Solenopsis* was the most
172 abundant genus recorded in the diet of *S. carneus*. According Fernández and Sharkey (2006) and
173 Baccaro et al. (2015), *Solenopsis* is one the most locally diverse genus in the Neotropics and
174 abundant in different habitats.

175 The floodplain area under study shows strong rainfall seasonality. Although we have not
176 tested it, we observed that the number of individuals recorded could be related to rainfall
177 variations and possibly to the flooding of the rivers draining the study area. We recorded data

178 over two years, in each of which *S. carneus* showed reproductive activity over an extended
179 period (*sensu* Wells, 1977), associated with a strong influence of rainfall seasonality
180 reproductive activity, as has been widely reported for anurans in the Neotropical region (Hödl,
181 1990). However, in the dry season, when rainfall was low and the floodplain area was
182 completely dry, we did not record any individuals vocalizing or engaging in reproduction. At the
183 beginning of the rainy season, two males were recorded and spawning began at the study site,
184 indicating that the reproductive season had begun for the species and emphasizing the rainy
185 influence as an important factor in reproductive periodicity.

186 In the study area, species sympatric to *S. carneus* also show seasonal influence on
187 reproductive patterning. In the rainy season, the only species phylogenetically close to *S. carneus*
188 which use emergent plants and aquatic macrophyte was *S. lacteus* (Daudin, 1800), showing similar
189 vertical and horizontal distribution. These records may be indicating a competition for calling
190 perches or a competition over food. In the dry season, three species that calling at the study site,
191 *Boana raniceps* (Cope, 1862), *Leptodactylus macrosternum* Miranda-Ribeiro, 1926 and
192 *Pseudopaludicola boliviana* Parker, 1927. Both species use the temporary puddles of water caused
193 by trampling of buffaloes as vocalization and reproduction sites (E. Campos, com. pess).

194 Calling sites of *S. carneus* are similar to those described for Central Amazonia (Hödl,
195 1977), being composed mainly of macrophytes (*Salvinia* spp., Salviniaceae), vegetation
196 commonly associated with lowland areas of the Amazon. The reproductive mode is number 1
197 (*sensu* Haddad and Prado, 2005): eggs deposition occurs on emergent vegetation in the lentic water
198 and exotrophic tadpoles, similar to that of most other members of the genus (Crump, 1974; Toledo
199 et al., 2007; Araujo-Vieira et al., 2015). However, Bokermann (1973) observed that *S. carneus*
200 also lays clutches on leaves overhanging water similar to *Gabohyla pauloalvini*. *S. carneus* is a
201 species that's exhibits daytime and night-time activity, with increased activity at the end of the

202 day, so that is considered predominantly crepuscular (Suárez-Mayorga and Lynch, 2001). This
203 typical activity pattern has been observed for other congeners in different habitats in Brazil
204 (Araujo-Vieira et al., 2015; Roberto et al., 2017; Volkmer et al., 2017).

205 The protection of these areas is of vital importance for the conservation of the local
206 anurofauna, considering the descriptions and the extension of the distribution of anurans in the
207 region (e.g., Corrêa et al., 2015). Natural history studies have clarified various aspects of species
208 biology, filling knowledge gaps and providing information that can potentially be applied in
209 various branches of biology. The continuation of this study will inform and consolidate future
210 work, providing a solid basis for future research with anuran amphibians in eastern Amazonia.

211

212 **Acknowledgments.** We are grateful to Katyuscia Araujo-Vieira for the valuable comments on
213 this manuscript and pre-peer review. We thank Raimundo N. P. Souto (ArthroLab/UNIFAP) for
214 helping in the identification of prey items. Collection permits (#45990-1) were provided by
215 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/SISBIO).

216

217 **References**

218 Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. (2013): Köppen's
219 climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* **22**: 711–728.

220 Araujo-Vieira, K., Lacerda, J.V.A., Pezzuti, T.L., Leite, F.S.F., Assis, C.L., Cruz, C.A.G. (2015):
221 A new species of Hatchet-faced Treefrog *Sphaenorhynchus* Tschudi (Anura: Hylidae) from
222 Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Zootaxa* **4059**: 096–114.

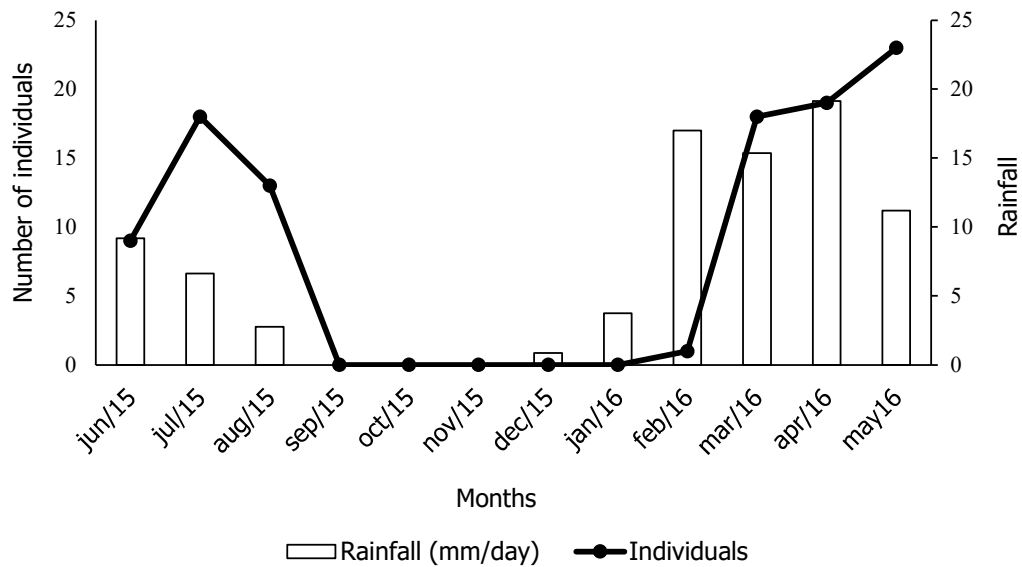
223 Araujo-Vieira, K., Blotto, B.L., Caramaschi, U., Haddad, C.F.B., Faivovich, J., Grant, T. (2019):
224 A total evidence analysis of the phylogeny of hatchet-faced treefrogs (Anura: Hylidae:
225 *Sphaenorhynchus*). *Cladistics* **35**: 469–486.

- 226 Araujo-Vieira, K., Luna, M.C., Caramaschi, U., Haddad, C.F.B. (2020): A new genus of lime
227 treefrogs (Anura: Hylidae: Sphaenorhynchini). *Zoologischer Anzeiger* **286**: 81–89.
- 228 Azevedo-Ramos, C., Coloma, L.A., Ron, S. (2004): *Sphaenorhynchus carneus*. The IUCN Red
229 List of Threatened Species. IUCN Red List of Threatened Species. Available at
230 <https://www.iucnredlist.org/en>. Accessed on 09 April 2020.
- 231 Baccaro, F.B., Feitosa, R.M., Fernandez, F., Fernandes, I.O., Izzo, T.J., Souza, J.L.P., Solar, R.
232 (2015): Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus, Editora INPA.
- 233 Bokermann, W.C.A. (1973): Duas novas espécies de “*Sphaenorhynchus*” da Bahia (Anura,
234 Hylidae). *Revista Brasileira de Biologia* **33**: 589–594.
- 235 Colli, G.R., Araújo, A.F.B., Da Silveira, R., Roma, F. (1992): Niche partitioning and
236 morphology of two syntopic *Tropidurus* (Sauria: Tropiduridae) in Mato Grosso, Brazil. *Journal*
237 *of Herpetology* **26**: 66–69.
- 238 Corrêa, J.G., Souza, J.C., França, P.F., Costa-Campos, C.E. (2015): *Sphaenorhynchus carneus*
239 (Cope, 1868) (Amphibia: Anura: Hylidae): distribution extension, geographic distribution map
240 and new state record. *Check List* **11**: 1725.
- 241 Crump, M.L. (1974): Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Miscellaneous*
242 *Publication Museum of Natural History University of Kansas* **61**: 1–65.
- 243 Crump, M.L., Scott-Jr., N.J. (1994): Visual encounter surveys. In *Measuring and Monitoring*
244 *Biological Diversity Standard Methods for Amphibians*, p. 84–92. Heyer, W.R., Donnelly, M.A.,
245 McDiarmid, R.W., Hayek, L.A.C., Foster, M.S., Eds., Washington, USA, Smithsonian
246 Institution Press.
- 247 Duellman, W.E. (1978): The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador.
248 University of Kansas, Museum of Natural History *Miscellaneous Publications* **65**: 1–352.

- 249 Duellman, W.E., Trueb, L. (1994): *Biology of Amphibians*. Baltimore, The Johns Hopkins
250 University Press.
- 251 Faivovich, J., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.O., Frost, D.R., Campbell, J.A., Wheeler, W.C.
252 (2005): Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae:
253 Phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural
254 History* **294**: 1–240.
- 255 Fernández, F., Sharkey, M.J. (2006): *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*.
256 Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia.
- 257 Frost, D.R. (2020): *Amphibian Species of the World: An Online Reference*. Version 6.0.
258 American Museum of Natural History, New York, USA. Available at
259 <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. Accessed on 20 March 2020.
- 260 Haddad, C.F.B., Prado, C.P.A. (2005): Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected
261 Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* **55**: 207–217.
- 262 Hartmann, M.T., Hartmann, P.A., Haddad, C.F.B. (2010): Reproductive modes and fecundity of
263 an assemblage of anuran amphibians in the Atlantic rainforest, Brazil. *Iheringia* **100**: 207–215.
- 264 Hödl, W. (1977): Call differences and calling site segregation in anuran species from central
265 Amazonian floating meadows. *Oecologia* **28**: 351–363.
- 266 Hödl, W. (1990): Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *Fortschritte der Zoologie*
267 **38**: 41–60.
- 268 Leivas, P.T., Mayer, T.B., Fávoro, L.F. (2018): The reproductive biology of *Dendropsophus*
269 *minutus* (Amphibia: Anura) in South of Brazil. *Herpetology Notes* **11**: 395–403.
- 270 Parmelee, J.R. (1999): *Trophic ecology of a tropical anuran assemblage*. Scientific Papers,
271 University of Kansas, Natural History Museum **11**: 1–59.

- 272 Pinkas, L., Oliphant, M.S., Inverson, I.L.K. (1971): Food habits of albacore, bluefin tuna, and
273 bonito in Californian waters. *Fisheries Bulletin* **152**: 11–105.
- 274 Rafael, J., Melo, G., De Carvalho, C., Casari, S., Constantino, R. (2012): *Insetos do Brasil:*
275 *Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto, Holos Editora.
- 276 Ramalho, W.P., Andrade, M.S., Matos, L.R.A., Vieira, L.J.S. (2016): Amphibians of várzea
277 environments and floating meadows of the oxbow lakes of the Middle Purus River, Amazonas,
278 Brazil. *Biota Neotropica* **16**: 1–15.
- 279 Roberto, I.J., Araujo-Vieira, K., de Carvalho-e-Silva, S.P., Ávila, R.W. (2017): A New Species
280 of *Sphaenorhynchus* (Anura: Hylidae) from Northeastern Brazil. *Herpetologica* **73**: 148–161.
- 281 Rodriguez, L.O., Duellman, W.E. (1994): *Guide to the Frogs of the Iquitos Region, Amazonian*
282 *Peru*. Lawrence, Kansas. Asociación de Ecología y Conservación, Amazon Center for
283 Environmental Education and Research, and Natural History Museum, The University of
284 Kansas.
- 285 Silva, L.M.A., Lima, J.F., Tavares-Dias, M. (2016): Ictiofauna como indicadora da qualidade
286 ambiental do Rio Matapi, Afluente do Rio Amazonas no estado do Amapá (Brasil). *Boletim de*
287 *Pesquisa e Desenvolvimento Macapá, Embrapa Amapá*.
- 288 Suárez-Mayorga, A.M., Lynch, J.D. (2001): Los renacuajos colombianos de *Sphaenorhynchus*
289 (Hylidae): descripciones, anotaciones sistemáticas y ecológicas. *Revista de la Academia*
290 *Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* **25**: 411–419.
- 291 SYSTAT (2007): SYSTAT 12 for Windows. Statistics, Version 12. San Jose, California, USA.
- 292 Teixeira, L.R., Ferreira, R. (2010): Diet and fecundity of *Sphaenorhynchus planicola* (Anura,
293 Hylidae) from a coastal lagoon in Southeastern Brazil. *Revista Española de Herpetologia* **24**: 19–
294 25.

- 295 Toft, C.A. (1980): Seasonal variation in populations of panamanian litter frogs and their prey: A
296 comparison of wetter and drier sites. *Oecologia* **47**: 34–38.
- 297 Toft, C.A. (1981): Feeding Ecology of Panamanian Litter Anurans: Patterns in Diet and Foraging
298 Mode. *Journal of Herpetology* **15**: 139–144.
- 299 Toledo, L.F. (2005): Predation of juvenile and adult anurans by invertebrates: Current
300 knowledge and perspectives. *Herpetological Review* **36**: 395–400.
- 301 Toledo, L.F., Garcia, P.C.A., Lingnau, R., Haddad, C.F.B. (2007): A new species of
302 *Sphaenorhynchus* (Anura; Hylidae) from Brazil. *Zootaxa* **1658**: 57–68.
- 303 Toledo, L.F., Llusia, D., Vieira, C.A., Corbo, M., Márquez, R. (2014): Neither convergence nor
304 divergence in the advertisement call of sympatric congeneric Neotropical treefrogs. *Bioacoustics*
305 **24**: 31–47.
- 306 Verdade, V.K., Valdujo, P.H., Carnaval, A.C., Schiesari, L., Toledo, L.F., Mott, T., Andrade,
307 G.V., Eterovick, P.C., Menin, M., Pimenta, B.V.S., Nogueira, C., Lisboa, C.S., Paula, C.D.,
308 Silvano, D.L. (2012): A leap further: the Brazilian Amphibian Conservation Action Plan. *Alytes*
309 **29**: 28–43.
- 310 Vitt, L.J., Caldwell, J.P. (2014): *Herpetology. An introductory biology of amphibians and*
311 *reptiles*. Amsterdam, Elsevier.
- 312 Volkmer, G., da Fonte, L.F.M., Brum, F.T., Verrastro, L. (2017): Quando e onde vocaliza
313 *Sphaenorhynchus surdus* (Anura: Hylidae) no sul do Brasil? *Iheringia, Série Zoologia* **107**:
314 e2017029.
- 315 Wells, K.D. (1977): The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour* **25**: 666–693.
- 316 Wells, K.D. (2007): *The ecology and behavior of amphibians*. Chicago, The University of
317 Chicago Press.
- 318

319 **Figure captions**

320

321 **Figure 1.** Adults (males and females) and juveniles of *Sphaenorhynchus carneus* recorded in
 322 floodplain of Ariri District, municipality of Macapá, state of Amapá, Brazil, in relation to rainfall
 323 variation during the years 2015-2016.



324

325 **Figure 2.** Calling (A – B) and oviposition (C) sites, gravid female (D), and egg-masses (E – F)
 326 of *Sphaenorhynchus carneus* from floodplain of the Ariri District, municipality of Macapá, state
 327 of Amapá. Adult male of *Sphaenorhynchus carneus* calling perched on (A) *Luziola spruceana*
 328 Benth (Poaceae) (specimen CECC 1946) and (B) aquatic macrophyte *Nymphoides indica* (L.)
 329 (specimen CECC 1958). (C) Site of oviposition. (D) Gravid female (SVL 16.5 mm; CECC
 330 1984). (E and F) Egg-masses in different stages of development, located on the emergent
 331 vegetation *Nymphoides indica* (L.) Kuntze (Menyanthaceae).

332 **Tables contents**

333 **Table 1.** Food items of the diet of the *Sphaenorhynchus carneus* from floodplain of the Ariri
 334 District, municipality of Macapá, state of Amapá. Prey abundance of (N); Relative abundance of
 335 prey (N%); Prey occurrence frequency (F); Relative frequency of prey occurrence (F%); Prey
 336 volume (V); Relative volume prey (V%); Relative importance index (IRI).

Prey category	N	N%	F	F%	V	V%	IRI
Coleoptera							
Hydrophilidae	2	1.11	2	3.08	4.07	2.57	2.25
Diptera	5	2.78	5	7.69	0.24	0.15	3.54
Hymenoptera							
Formicidae							
Myrmicinae							
<i>Cephalotes</i> sp.	1	0.56	1	1.54	2.28	1.44	1.18
<i>Crematogaster</i> sp.	21	11.67	1	1.54	8.72	5.50	6.24
<i>Ochetomyrmex</i> sp.	4	2.22	2	3.08	1.66	1.05	2.12
<i>Solenopsis</i> sp.	80	44.44	21	32.31	69.13	43.63	40.13
Formicinae							
<i>Nylanderia</i> sp.	3	1.67	2	3.08	2.82	1.78	2.18
Dolichoderinae							
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	3	1.67	1	1.54	1.19	0.75	1.32
Pseudomyrmicinae							
<i>Pseudomyrmex ferruginea</i>	19	10.56	10	15.38	28.91	18.25	14.73
<i>Pseudomyrmex simplex</i>	40	22.22	14	21.54	33.16	20.93	21.56
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1	0.56	1	1.54	3.33	2.10	1.40
Ponerinae	1	0.56	1	1.54	2.86	1.80	1.30
Total	180	100.00	65	100.00	158.42	100.00	96.63

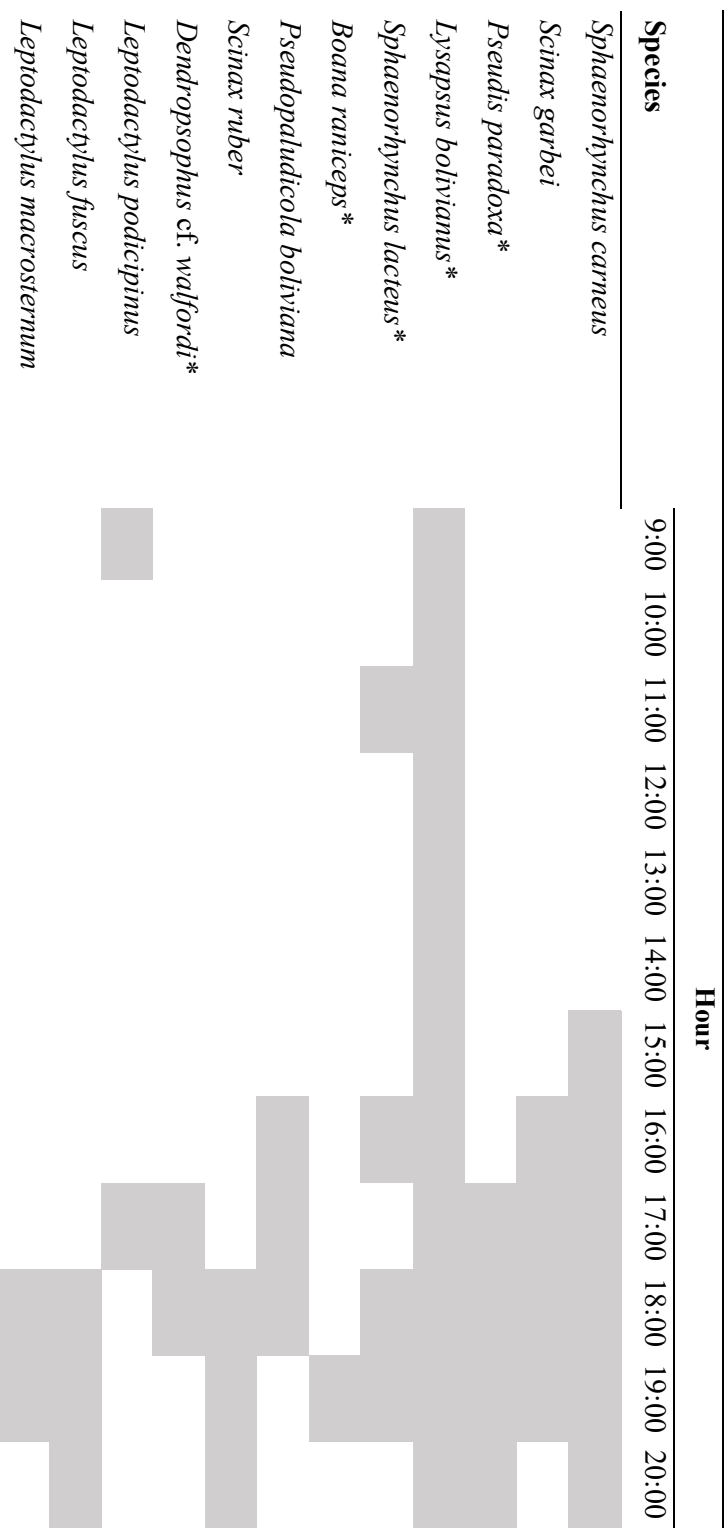
337

338 **Table 2.** Calling activity of *Sphaenorhynchus carneus* from floodplain of the Ariri District,
 339 municipality of Macapá, state of Amapá.

Hour/month	Jun/15	Jul/15	Aug/15	Sep/15	Oct/15	Nov/15	Dec/15	Jan/16	Feb/16	Mar/16	Apr/16	May/16
15:00	1	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
16:00	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1
17:00	1	-	-	-	-	-	-	-	1	4	2	4
18:00	2	2	3	-	-	-	-	-	-	2	5	8
19:00	2	4	3	-	-	-	-	-	-	8	4	5
20:00	-	3	3	-	-	-	-	-	-	2	1	2
Total	8	13	9	-	-	-	-	-	1	18	14	22

340

- 341 **Table 3.** Calling timings for *Sphaenorhynchus carneus* and sympatric anuran species in the floodplain of the Ariri District, municipality of Macapá, Amapá state. * Anuran species of that use the same vocalization site of *Sphaenorhynchus carneus*.
- 342
- 343



344

345 **Table 4.** Records of the reproductive period of *Sphaenorhynchus carneus* in the floodplain of the
 346 Ariri District, municipality of Macapá, state of Amapá. Filled cells (gray) indicate presence.

347

Field	Adult males	Gravid females	Amplexus	Spawns
Jun/15	Gray	Gray	White	Gray
Jul/15	Gray	White	White	White
Aug/15	Gray	Gray	Gray	Gray
Sep/15	White	White	White	White
Oct/15	White	White	White	White
Nov/15	White	White	White	White
Dec/15	White	White	White	White
Jan/16	White	White	White	White
Feb/16	Gray	White	White	White
Mar/16	White	White	White	White
Apr/16	Gray	Gray	Gray	Gray
May/2016	Gray	White	White	Gray

348

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Programa de Pós Graduação em Biodiversidade (PPGBEES)
http://posgraduacao.ufopa.edu.br/ppgbees

Identificação da Dissertação

Título	Diversidade beta de Sphaenorhynchini na América do Sul e história natural de <i>Sphaenorhynchus carneus</i> (Anura, Hylidae) na Amazônia brasileira
---------------	--

Informações ao revisor

- A dissertação de mestrado é apresentada pelos alunos em até 24 meses de curso e já apresenta-se no formato exigido pelo programa.
- O prazo para avaliação é de 30 dias a partir do recebimento da dissertação em formato digital.
- Comentários, correções e sugestões podem ser feitas diretamente no arquivo do projeto ou em arquivo separado, a sua preferência. No caso dos arquivos PDF, podem ser adicionados comentários em trechos selecionados, por exemplo. O arquivo da dissertação comentada será enviado ao candidato e ao orientador.

DA AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 57 - A Dissertação será julgada por uma Banca Avaliadora não presencial, que será sugerida pelo orientador e homologada pelo Colegiado, sendo constituída por 3 (três) avaliadores, sendo um deles obrigatoriamente externo ao curso, com título de doutor ou equivalente.

Parágrafo Único – O orientador e o discente encaminharão documento assinado sugerindo 5 (cinco) nomes de possíveis avaliadores pré-contactados, com seus respectivos endereço eletrônico e telefone.

Art. 58 - A avaliação da dissertação será requerida pelo candidato, com o aval do seu orientador, ao Colegiado do Programa, com um mínimo de trinta (30) dias de antecedência da data de defesa pretendida.

§ 1o – Para requerer avaliação da dissertação, o aluno deve apresentar comprovação de submissão de ao menos um artigo como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível B3 ou superior, na área do Programa.

§ 2o – O aluno deverá entregar ao Colegiado junto ao requerimento de avaliação, um arquivo digital da dissertação, para que seja encaminhada aos membros da Banca Examinadora.

Art. 59 - O Acadêmico que comprovar o aceite ou publicação de pelo menos um artigo resultante da sua dissertação, como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível A2 ou superior, na área do Programa, será dispensado da avaliação da dissertação, cabendo ao discente apenas a apresentação pública do trabalho conforme Art. 65 desse regimento.

DA APROVAÇÃO OU REPROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 62 - Cada avaliador emitirá um parecer e indicará se a dissertação está Aprovada (A), Aprovada com Correções (AC), Necessita Revisão (NR) ou Reprovada (R).

I - Aprovado: indica que o revisor aprova a dissertações em correções ou com correções mínimas;

II - Aprovado com Correções: indica que o avaliador aprova o projeto com correções extensas, mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação;

III - Necessita Revisão: indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que o avaliador quer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final;

IV - Reprovado: indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais.

§ 1o - O Programa preservará o anonimato dos avaliadores da dissertação, exceto se o avaliador optar por se identificar na ficha de avaliação encaminhada ao discente e seu orientador.

Art. 63 – O Acadêmico será considerado aprovado caso ao menos dois membros avaliadores emitirem parecer pareceres A ou AC.

Art. 64 – Em caso de reprovação poderá ser concedida, por recomendação dos avaliadores, uma segunda oportunidade ao candidato que, num período máximo de 30 (trinta) dias, a contar da data da avaliação, deverá submeter ao Colegiado a nova versão da dissertação para avaliação.

Parágrafo único – Em caso da não entrega da nova versão da dissertação à Secretaria do Programa no prazo estabelecido ou em caso de reprovação nesta segunda chance, o estudante será automaticamente desligado do curso.

Art. 65 - O Acadêmico que teve sua dissertação aprovada deverá apresentá-la em sessão pública com duração de 40-50 minutos, no prazo máximo de vínculo com o curso, ou seja, 24 meses desde o ingresso."

Comentários à coordenação do PPGBEES:

Primeiramente gostaria de agradecer o convite. Participar de banca de trabalhos de conclusão é uma ótima oportunidade de observar o que outros programas de pós graduação na área de biodiversidade andam produzindo. Assim agradeço a aluna e seu orientador e co-orientador e parabeno-os pelo trabalho resultante. Não tenho dúvidas sobre a adequação dos resultados como requisitos que qualificam a aluna ao título de mestre. O capítulo 2 da dissertação já está inclusive publicado. O Capítulo 1 é interessante e tem potencial para publicação em jornal de impacto. Fiz poucas observações diretamente no arquivo da dissertação. Minha sugestão principal diz respeito à inclusão da variável Temperatura no estudo, se possível; e definição mais adequada de alguns dos termos utilizados no texto.

Avaliação final do projeto de dissertação de mestrado**I - Aprovado (X)**

indica que o revisor aprova a dissertações em correções ou com correções mínimas

II - Aprovado com Correções ()

indica que o avaliador aprova o projeto com correção extensas,mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação

III - Necessita Revisão ()

indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que avaliadorquer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final

IV - Reprovado ()

indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais

Identificação do membro da banca: Vanessa Kruth Verdade

Data: 19 de outubro de 2020

Assinatura: 

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Programa de Pós Graduação em Biodiversidade (PPGBEES)
http://posgraduacao.ufopa.edu.br/ppgbees

Identificação da Dissertação

Título	Diversidade beta de Sphaenorhynchini na América do Sul e história natural de <i>Sphaenorhynchus carneus</i> (Anura, Hylidae) na Amazônia brasileira
---------------	---

Informações ao revisor

- A dissertação de mestrado é apresentada pelos alunos em até 24 meses de curso e já apresenta-se no formato exigido pelo programa.
- O prazo para avaliação é de 30 dias a partir do recebimento da dissertação em formato digital.
- Comentários, correções e sugestões podem ser feitas diretamente no arquivo do projeto ou em arquivo separado, a sua preferência. No caso dos arquivos PDF, podem ser adicionados comentários em trechos selecionados, por exemplo. O arquivo da dissertação comentada será enviado ao candidato e ao orientador.

DA AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 57 - A Dissertação será julgada por uma Banca Avaliadora não presencial, que será sugerida pelo orientador e homologada pelo Colegiado, sendo constituída por 3 (três) avaliadores, sendo um deles obrigatoriamente externo ao curso, com título de doutor ou equivalente.

Parágrafo Único – O orientador e o discente encaminharão documento assinado sugerindo 5 (cinco) nomes de possíveis avaliadores pré-contactados, com seus respectivos endereço eletrônico e telefone.

Art. 58 - A avaliação da dissertação será requerida pelo candidato, com o aval do seu orientador, ao Colegiado do Programa, com um mínimo de trinta (30) dias de antecedência da data de defesa pretendida.

§ 1o – Para requerer avaliação da dissertação, o aluno deve apresentar comprovação de submissão de ao menos um artigo como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível B3 ou superior, na área do Programa.

§ 2o – O aluno deverá entregar ao Colegiado junto ao requerimento de avaliação, um arquivo digital da dissertação, para que seja encaminhada aos membros da Banca Examinadora.

Art. 59 - O Acadêmico que comprovar o aceite ou publicação de pelo menos um

artigo resultante da sua dissertação, como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível A2 ou superior, na área do Programa, será dispensado da avaliação da dissertação, cabendo ao discente apenas a apresentação pública do trabalho conforme Art. 65 desse regimento.

DA APROVAÇÃO OU REPROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 62 - Cada avaliador emitirá um parecer e indicará se a dissertação está Aprovada (A), Aprovada com Correções (AC), Necessita Revisão (NR) ou Reprovada (R).

I - Aprovado: indica que o revisor aprova a dissertações em correções ou com correções mínimas;

II - Aprovado com Correções: indica que o avaliador aprova o projeto com correções extensas, mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação;

III - Necessita Revisão: indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que o avaliador quer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final;

IV - Reprovado: indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais.

§ 1o - O Programa preservará o anonimato dos avaliadores da dissertação, exceto se o avaliador optar por se identificar na ficha de avaliação encaminhada ao discente e seu orientador.

Art. 63 – O Acadêmico será considerado aprovado caso ao menos dois membros avaliadores emitirem parecer pareceres A ou AC.

Art. 64 – Em caso de reprovação poderá ser concedida, por recomendação dos avaliadores, uma segunda oportunidade ao candidato que, num período máximo de 30 (trinta) dias, a contar da data da avaliação, deverá submeter ao Colegiado a nova versão da dissertação para avaliação.

Parágrafo único – Em caso da não entrega da nova versão da dissertação à Secretaria do Programa no prazo estabelecido ou em caso de reprovação nesta segunda chance, o estudante será automaticamente desligado do curso.

Art. 65 - O Acadêmico que teve sua dissertação aprovada deverá apresentá-la em sessão pública com duração de 40-50 minutos, no prazo máximo de vínculo com o curso, ou seja, 24 meses desde o ingresso."

Comentários à coordenação do PPGBEES:

Finalizada a leitura, eu gostaria de dar os parabéns a Juliana Gonçalves Corrêa, seus orientadores Ricardo A. Kawashita Ribeiro e Alfredo P. Santos Jr., e também as demais pessoas envolvidas (co-autores) no desenvolvimento deste trabalho. No que a mim me corresponde, fiz diversos comentários e sugestões ao longo do texto referente ao Capítulo 1 que penso que serão úteis para uma futura versão deste trabalho, o qual tem grande potencial para ser publicado em uma boa revista da área. Minha decisão final é **Aprovado**; entretanto, recomendo que os pontos levantados no texto sejam esclarecidos e/ou incorporados na versão final desta tese.

Avaliação final do projeto de dissertação de mestrado

I - Aprovado (X)

indica que o revisor aprova a dissertações em correções ou com correções mínimas

II - Aprovado com Correções ()

indica que o avaliador aprova o projeto com correção extensas,mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação

III - Necessita Revisão ()

indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que avaliadorquer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final

IV - Reprovado ()

indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais

Identificação do membro da banca:

Katyuscia de Araujo Vieira

Data:19/10/2020

Assinatura:

Katyuscia de Araujo Vieira

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Programa de Pós Graduação em Biodiversidade (PPGBEES)
http://posgraduacao.ufopa.edu.br/ppgbees

Identificação da Dissertação

Título

Diversidade beta de Sphaenorhynchini na América do Sul e história natural de *Sphaenorhynchus carneus* (Anura, Hylidae) na Amazônia brasileira

Informações ao revisor

- A dissertação de mestrado é apresentada pelos alunos em até 24 meses de curso e já apresenta-se no formato exigido pelo programa.
- O prazo para avaliação é de 30 dias a partir do recebimento da dissertação em formato digital.
- Comentários, correções e sugestões podem ser feitas diretamente no arquivo do projeto ou em arquivo separado, a sua preferência. No caso dos arquivos PDF, podem ser adicionados comentários em trechos selecionados, por exemplo. O arquivo da dissertação comentada será enviado ao candidato e ao orientador.

DA AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 57 - A Dissertação será julgada por uma Banca Avaliadora não presencial, que será sugerida pelo orientador e homologada pelo Colegiado, sendo constituída por 3 (três) avaliadores, sendo um deles obrigatoriamente externo ao curso, com título de doutor ou equivalente.

Parágrafo Único – O orientador e o discente encaminharão documento assinado sugerindo 5 (cinco) nomes de possíveis avaliadores pré-contactados, com seus respectivos endereço eletrônico e telefone.

Art. 58 - A avaliação da dissertação será requerida pelo candidato, com o aval do seu orientador, ao Colegiado do Programa, com um mínimo de trinta (30) dias de antecedência da data de defesa pretendida.

§ 1o – Para requerer avaliação da dissertação, o aluno deve apresentar comprovação de submissão de ao menos um artigo como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível B3 ou superior, na área do Programa.

§ 2o – O aluno deverá entregar ao Colegiado junto ao requerimento de avaliação, um arquivo digital da dissertação, para que seja encaminhada aos membros da Banca Examinadora.

Art. 59 - O Acadêmico que comprovar o aceite ou publicação de pelo menos um artigo resultante da sua dissertação, como primeiro autor, em co-autoria com

orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível A2 ou superior, na área do Programa, será dispensado da avaliação da dissertação, cabendo ao discente apenas a apresentação pública do trabalho conforme Art. 65 desse regimento.

DA APROVAÇÃO OU REPROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 62 - Cada avaliador emitirá um parecer e indicará se a dissertação está Aprovada (A), Aprovada com Correções (AC), Necessita Revisão (NR) ou Reprovada (R).

I - Aprovado: indica que o revisor aprova a dissertações em correções ou com correções mínimas;

II - Aprovado com Correções: indica que o avaliador aprova o projeto com correções extensas, mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação;

III - Necessita Revisão: indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que o avaliador quer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final;

IV - Reprovado: indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais.

§ 1o - O Programa preservará o anonimato dos avaliadores da dissertação, exceto se o avaliador optar por se identificar na ficha de avaliação encaminhada ao discente e seu orientador.

Art. 63 – O Acadêmico será considerado aprovado caso ao menos dois membros avaliadores emitirem parecer pareceres A ou AC.

Art. 64 – Em caso de reprovação poderá ser concedida, por recomendação dos avaliadores, uma segunda oportunidade ao candidato que, num período máximo de 30 (trinta) dias, a contar da data da avaliação, deverá submeter ao Colegiado a nova versão da dissertação para avaliação.

Parágrafo único – Em caso da não entrega da nova versão da dissertação à Secretaria do Programa no prazo estabelecido ou em caso de reprovação nesta segunda chance, o estudante será automaticamente desligado do curso.

Art. 65 - O Acadêmico que teve sua dissertação aprovada deverá apresentá-la em sessão pública com duração de 40-50 minutos, no prazo máximo de vínculo com o curso, ou seja, 24 meses desde o ingresso."

Comentários à coordenação do PPGBEES:

Os resultados revelaram dois conjuntos distintos para os anuros estudados, um para Mata Atlântica e outro para a Amazônia. E que as variáveis modeladoras dessa diversidade diferem entre as regiões.

A dissertação apresentada está muito bem organizada e referenciada. Apresenta resultados condizentes com os objetivos e métodos propostos e de relevância científica, com uma discussão lógica e abrangente, considerando cada resultado observado. A dissertação tem aderência às linhas de pesquisa do programa, especialmente com a de Ecologia.

O texto precisa de uma revisão gramatical. Na introdução geral, a forma de apresentação da informação poderia inclusive ser melhorada para dar maior fluidez ao texto. Considerações específicas são apresentadas no arquivo em anexo.

Avaliação final do projeto de dissertação de mestrado

I - Aprovado (X)

indica que o revisor aprova a dissertação sem correções ou com correções mínimas

II - Aprovado com Correções ()

indica que o avaliador aprova o projeto com correção extensas, mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação

III - Necessita Revisão ()

indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que avaliador quer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final

IV - Reprovado ()

indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais

Identificação do membro da banca:

Data: 19 de outubro de 2020.

Assinatura: 

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Programa de Pós Graduação em Biodiversidade (PPGBEES)
http://posgraduacao.ufopa.edu.br/ppgbees

Identificação da Dissertação

Título	Diversidade beta de Sphaenorhynchini na América do Sul e história natural de <i>Sphaenorhynchus carneus</i> (Anura, Hylidae) na Amazônia brasileira
---------------	---

Informações ao revisor

- A dissertação de mestrado é apresentada pelos alunos em até 24 meses de curso e já apresenta-se no formato exigido pelo programa.
- O prazo para avaliação é de 30 dias a partir do recebimento da dissertação em formato digital.
- Comentários, correções e sugestões podem ser feitas diretamente no arquivo do projeto ou em arquivo separado, a sua preferência. No caso dos arquivos PDF, podem ser adicionados comentários em trechos selecionados, por exemplo. O arquivo da dissertação comentada será enviado ao candidato e ao orientador.

DA AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 57 - A Dissertação será julgada por uma Banca Avaliadora não presencial, que será sugerida pelo orientador e homologada pelo Colegiado, sendo constituída por 3 (três) avaliadores, sendo um deles obrigatoriamente externo ao curso, com título de doutor ou equivalente.

Parágrafo Único – O orientador e o discente encaminharão documento assinado sugerindo 5 (cinco) nomes de possíveis avaliadores pré-contactados, com seus respectivos endereço eletrônico e telefone.

Art. 58 - A avaliação da dissertação será requerida pelo candidato, com o aval do seu orientador, ao Colegiado do Programa, com um mínimo de trinta (30) dias de antecedência da data de defesa pretendida.

§ 1o – Para requerer avaliação da dissertação, o aluno deve apresentar comprovação de submissão de ao menos um artigo como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível B3 ou superior, na área do Programa.

§ 2o – O aluno deverá entregar ao Colegiado junto ao requerimento de avaliação, um arquivo digital da dissertação, para que seja encaminhada aos membros da Banca Examinadora.

Art. 59 - O Acadêmico que comprovar o aceite ou publicação de pelo menos um artigo resultante da sua dissertação, como primeiro autor, em co-autoria com orientador (ou orientador e co-orientador quando for o caso) em periódico avaliado pela CAPES, no sistema Periódico Qualis, nível A2 ou superior, na área do Programa, será dispensado da avaliação da dissertação, cabendo ao discente apenas a apresentação pública do trabalho conforme Art. 65 desse regimento.

DA APROVAÇÃO OU REPROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Art. 62 - Cada avaliador emitirá um parecer e indicará se a dissertação está Aprovada (A), Aprovada com Correções (AC), Necessita Revisão (NR) ou Reprovada (R).

I - Aprovado: indica que o revisor aprova a dissertação em correções ou com correções mínimas;

II - Aprovado com Correções: indica que o avaliador aprova o projeto com correções extensas, mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação;

III - Necessita Revisão: indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que o avaliador quer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final;

IV - Reprovado: indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais.

§ 1o - O Programa preservará o anonimato dos avaliadores da dissertação, exceto se o avaliador optar por se identificar na ficha de avaliação encaminhada ao discente e seu orientador.

Art. 63 – O Acadêmico será considerado aprovado caso ao menos dois membros avaliadores emitirem parecer pareceres A ou AC.

Art. 64 – Em caso de reprovação poderá ser concedida, por recomendação dos avaliadores, uma segunda oportunidade ao candidato que, num período máximo de 30 (trinta) dias, a contar da data da avaliação, deverá submeter ao Colegiado a nova versão da dissertação para avaliação.

Parágrafo único – Em caso da não entrega da nova versão da dissertação à Secretaria do Programa no prazo estabelecido ou em caso de reprovação nesta segunda chance, o estudante será automaticamente desligado do curso.

Art. 65 - O Acadêmico que teve sua dissertação aprovada deverá apresentá-la em sessão pública com duração de 40-50 minutos, no prazo máximo de vínculo com o curso, ou seja, 24 meses desde o ingresso."

Comentários à coordenação do PPGBEES:

Os comentários sobre a avaliação da dissertação de mestrado seguem em arquivo separado com parecer. Autorizo a divulgação do meu nome como membro da banca e me coloco a disposição para maiores esclarecimentos.

Avaliação final do projeto de dissertação de mestrado

I - Aprovado ()

indica que o revisor aprova a dissertações em correções ou com correções mínimas

II - Aprovado com Correções (X)

indica que o avaliador aprova o projeto com correções extensas, mas que a dissertação não precisa retornar ao avaliador para reavaliação

III - Necessita Revisão ()

indica que há necessidade de reformulação do trabalho e que avaliador quer reavaliar a nova versão da dissertação antes de emitir uma decisão final

IV - Reprovado ()

indica que a dissertação não é adequada, nem com modificações substanciais

Identificação do membro da banca: Thaís Barreto Guedes

Data: 08/10/2020

Assinatura:

