

RESSALVA

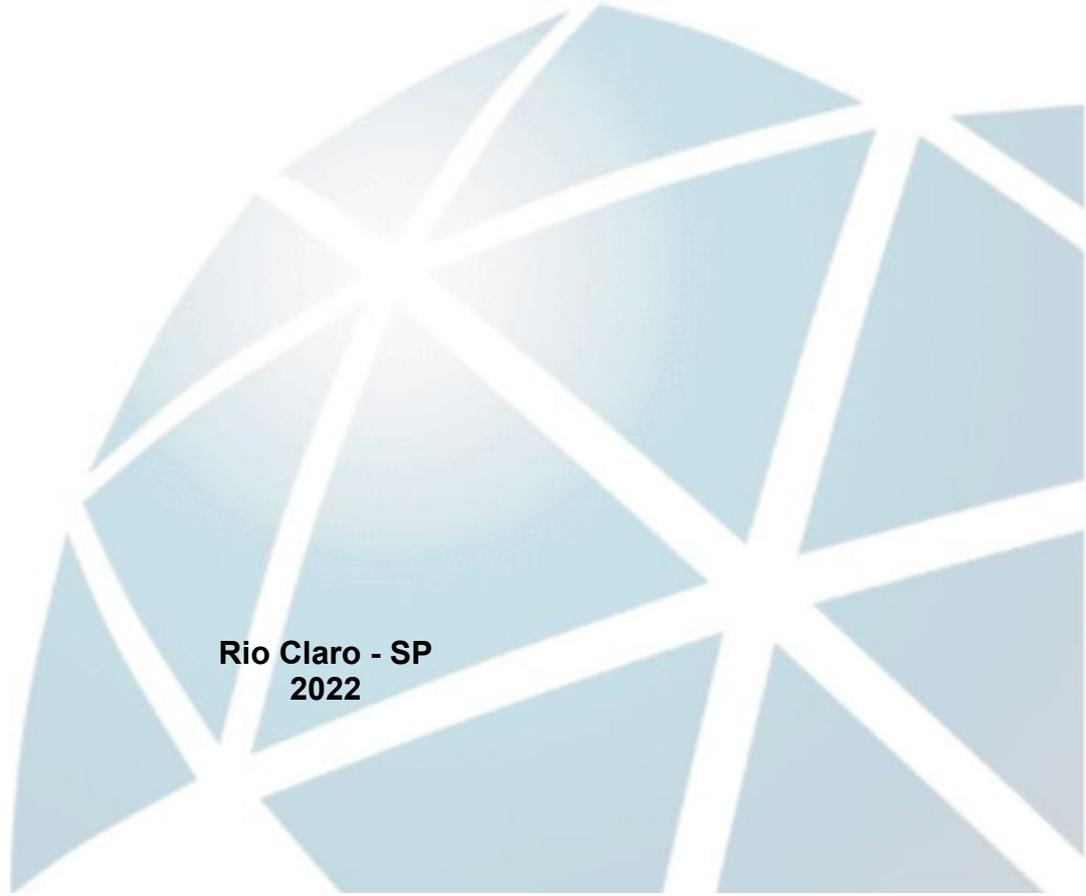
Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 09/12/2024.

**Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas
(Ecologia, Evolução e Biodiversidade)**

**CONHECIMENTO ATUAL, DISTRIBUIÇÃO
POTENCIAL E CONSERVAÇÃO DAS CECÍLIAS
(AMPHIBIA: GYMNOPHIONA) NA REGIÃO
NEOTROPICAL**

LUCAS DE SOUZA ALMEIDA

Rio Claro - SP
2022



Lucas de Souza Almeida

**CONHECIMENTO ATUAL, DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL E
CONSERVAÇÃO DAS CECÍLIAS (AMPHIBIA: GYMNOPTIONA) NA
REGIÃO NEOTROPICAL**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Ecologia, Evolução e Biodiversidade).

Orientador: Célio Fernando Baptista Haddad

Rio Claro - SP
2022

A447c

Almeida, Lucas de Souza

Conhecimento atual, distribuição potencial e conservação das cecílias (Amphibia: Gymnophiona) na região Neotropical / Lucas de Souza Almeida. -- Rio Claro, 2023

467 p. : il., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Célio Fernando Baptista Haddad

1. Anfíbios. 2. Cecílias. 3. Lacunas de conhecimento. 4. Modelos de distribuição de espécies. 5. Conservação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CONHECIMENTO ATUAL, DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL E CONSERVAÇÃO DAS CECÍLIAS (AMPHIBIA: GYMNOPHIONA) NA REGIÃO NEOTROPICAL

AUTOR: LUCAS DE SOUZA ALMEIDA

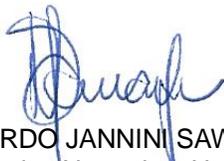
ORIENTADOR: CELIO FERNANDO BAPTISTA HADDAD

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ecologia, Evolução e Biodiversidade, área: Zoologia pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. CELIO FERNANDO BAPTISTA HADDAD (Participação Virtual)
Departamento de Biodiversidade / UNESP Instituto de Biociências de Rio Claro



Prof. Dr. JOÃO GABRIEL RIBEIRO GIOVANELLI (Participação Virtual)
Inovação em Projetos Ambientais / Seleção Natural



Prof. Dr. RICARDO JANNINI SAWAYA (Participação Virtual)
Centro de Ciências Naturais e Humanas / Universidade Federal do ABC

Rio Claro, 09 de dezembro de 2022

Dedico à todas as pessoas que possuem um “coração de estudante”, e que ainda erguem as suas vozes e se posicionam contra a pseudociência, contra as mentiras e principalmente contra o levante dessa onda de fascismo, que nos dias de hoje mostra a sua faceta cruel e desordeira, conduzindo inúmeras pessoas ao erro. Que sigamos vencendo mitos e que nada nos faça esmorecer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, que me deram suporte para que eu conseguisse realizar esse trabalho e por terem me auxiliado ao longo de todo o meu trajeto, e não apenas o acadêmico, mas o de vida também. Deixo aqui uma menção especial aos meus irmãos e aos meus demais familiares, como minha tia Vani e meu tio Valdir, que em momentos distintos ajudaram bastante minha mãe e conseqüentemente a minha pessoa, sendo sempre amorosos e prestativos quando a situação apertava. Quero deixar claro ao longo desse curto texto que, por mais que eu tenha em um determinado momento me ausentado de reuniões familiares, foi no intuito de resguardá-los e de conseguir dar seguimento ao meu trabalho, principalmente quando a situação pandêmica estava mais agravada. Quero agradecer imensamente aos vários abraços, carinhos, brincadeiras, jogos e bate papos que tive ao longo do último ano e meio com a minha irmã, minha parceirinha curiosa, a pequena Maria Luísa, que hoje tem apenas 7 anos! Espero um dia poder mostrar esse textinho para ela entender o quanto tudo isso foi importante pra mim nesse momento ansiogênico. Todos os gestos de carinho e ternura que a gente foi trocando me incentivaram e foram literalmente o combustível para a minha formação. Ver seu sorrisinho me proveu esperança e me serviram de força para romper inúmeras dificuldades, não só no aspecto acadêmico, mas também no pessoal. Já o meu irmão, por outro lado, sempre foi um escape para pensar e conversar em coisas que iriam além da minha área de trabalho, e de forma indireta, isso me ajudou a desafogar um pouco de mim mesmo e mudar o rumo dos pensamentos, tornando a minha cabeça um pouco menos fissurada nas questões do mestrado e me trazendo mais leveza. Amo todos vocês. Serei eternamente grato ao meu COORIENTADOR, o mestre jedi Maurício Humberto Vancine, pois além de ter me dado a oportunidade de seguir nesse projeto em parceria com ele, teve paciência, respeito, carinho, sensibilidade, didática, se fazendo sempre presente para me ensinar e me conduzir, junto ao professor Célio, nesse processo cheio de altos e baixos que foi o mestrado. O nome do Maurício só não consta como Coorientador de forma oficial por questões burocráticas e normas institucionais, pois apesar da idade, o Maurício está mais que pronto para ser coorientador, pois além de competente e detentor de grandes ideias, domina os assuntos que se envolve e, mais importante, consegue transmitir seus conhecimentos aos que se juntam a ele. Enfim, obrigado Maurício, esse trabalho é nosso! Quero dedicar também um agradecimento mais que especial ao professor Célio Haddad, que mais uma vez topou o desafio de me orientar e comprou nossa ideia um pouco megalomaniaca. Além disso, sempre me ajudou nos momentos em que precisei de orientação. Em todos os momentos foi extremamente humilde, compreensivo, mas principalmente correto e justo, eu não tenho absolutamente nada para criticar sobre os meus dois mentores acadêmicos, que me ajudaram além da formação acadêmica, mas na pessoal também. Além disso, em todos os momentos que tivemos reuniões juntos, a tranquilidade e motivação que me transmitiam era tamanha que sempre saí delas absurdamente motivado, achando que poderia escrever sobre uma infinidade de coisas, que o projeto era sensacional, que caberia livros e tudo mais, que a carreira científica poderia ser pra mim mesmo e que estava diante de um trabalho que seria interessante para a comunidade científica. Enfim, obrigado por tudo, quando o senhor aposentar, professor, vai fazer uma falta imensa, e eu me sinto extremamente lisonjeado por ter sido seu estudante. Gostaria de agradecer à todas as minhas amigas que me empurraram em algum momento, cada uma a sua maneira, me incentivando a não parar e insistir no sonho de terminar o mestrado. Agradeço também minha namorada, que apesar de

recente, é uma relação que tem me feito bem e ela me sustentou nessa etapa conclusiva do mestrado. Também sou grato aos integrantes do laboratório de Herpetologia da UNESP, principalmente às mulheres que participaram e conduziram o procururu, projeto de extensão que criamos enquanto ainda era graduando, e que conseguimos manter, apesar da correria de todo mundo. Os últimos 4 anos foram duros, mas os últimos 2 anos foram praticamente distópicos, nunca me imaginei em tamanho caos, uma realidade repleta de incertezas e inseguranças. Ainda assim, graças à minha família, às amigas e aos amigos, os meus mentores, colegas, hobbies e à arte (como sempre, principalmente a música), eu consegui dar seguimento ao projeto. Agradeço aos curadores e servidores técnicos das diversas coleções em que fizemos contato e que nos deram retorno, nos fornecendo parte dos dados valiosos utilizados ao longo dessa dissertação. Por último, mas igualmente importante, também agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o CNPq, por ter me concedido a bolsa do processo 130723/2020-7 durante praticamente todo o período do mestrado, me permitindo trabalhar com alguma segurança financeira.

CORAÇÃO DE ESTUDANTE

*“Quero falar de uma coisa
Adivinha onde ela anda
Deve estar dentro do peito
Ou caminha pelo ar
Pode estar aqui do lado
Bem mais perto que pensamos
A folha da juventude
É o nome certo desse amor*

*Já podaram seus momentos
Desviaram seu destino
Seu sorriso de menino
Tantas vezes se escondeu
Mas renova-se a esperança
Nova aurora a cada dia
E há que se cuidar do broto
Pra que a vida nos dê flor e fruto*

*Coração de estudante
Há que se cuidar da vida
Há que se cuidar do mundo
Tomar conta da amizade
Alegria e muito sonho
Espalhados no caminho
Verdes, plantas, sentimento
Folhas, coração, juventude e fé”*

(Milton Silva Campos Nascimento e Wagner Tiso Veiga)

RESUMO

A Ordem Gymnophiona distribui-se nos ambientes tropicais e subtropicais dos continentes Americano, Africano e Asiático, sendo composta atualmente por 215 espécies. Devido aos seus hábitos majoritariamente fossoriais e secretivos, são animais pouco amostrados em campo. Conseqüentemente, há muitas lacunas de conhecimento envolvendo o grupo, mesmo com os importantes avanços na pesquisa sobre o grupo, principalmente nos últimos 15 anos. Algumas dessas lacunas dizem respeito à distribuição geográfica desses animais e condições ambientais que influenciam sua ocorrência em determinados ambientes. Dessa forma, o presente trabalho possui como objetivos: (1) compilar os trabalhos publicados e as ocorrências do maior número possível de espécies de Gymnophiona descritas atualmente para a Região Neotropical, mapeando a distribuição desses animais; (2) criar modelos de distribuição de espécies para estimar a distribuição potencial dessas espécies, a fim de direcionar esforços de amostragem em futuros trabalhos de campo; (3) detectar padrões ambientais que possam influenciar a ocorrência desses animais, permitindo compreender quais são as variáveis ambientais que mais influenciam sua ocorrência; (4) avaliar locais em que ocorrem lacunas de amostragem para o grupo das Gymnophiona, considerando a acessibilidade desses ambientes; (5) indicar, de acordo com nossos resultados, a diversidade alfa ao longo da Região Neotropical; (6) apontar localidades que possam ser interessantes para a conservação das espécies estudadas. Para isso, compilamos informações sobre a ocorrência das espécies pertencentes à Ordem Gymnophiona disponíveis em bases de dados e em algumas coleções científicas do Brasil e de outros países. Utilizamos os Modelos de Distribuição de Espécies para estimar áreas adequadas à ocorrência das espécies, utilizando variáveis preditoras de clima, topografia e solo. Obtivemos dados suficientes para apresentar um panorama acerca do conhecimento da distribuição do grupo nessa região. Além disso, os resultados dos modelos de distribuição indicaram os ambientes de distribuição potencial para 96 espécies das 109 que ocorrem na Região Neotropical, sendo que conseguimos realizar os modelos robustos através de um *ensemble* de modelos que usaram algoritmos como Domain (Gower Distance), Random Forest, SVM, Maxent e Maxlike, para 37 dessas espécies, preenchendo parte das lacunas de base que envolvem o grupo. Para essas 37 espécies, conseguimos obter uma leitura sobre quais são as variáveis, dentre as que elegemos, que explicam melhor a distribuição desses animais, trazendo um pouco de luz à complexidade ambiental, fisiológica e comportamental que esses animais podem experimentar. Discutimos também o provável viés de amostragem que pode estar acometendo o grupo, a relação de riqueza de espécies com as áreas florestadas, a influência da presença de comunidades humanas na diversidade do grupo e o quanto dessas espécies estão presentes em áreas sobre algum nível de proteção ambiental.

Palavras-chave: Anfíbios. Cecílias. Lacunas de conhecimento. Modelos de distribuição de espécies. Região Neotropical. Conservação.

ABSTRACT

The order Gymnophiona is distributed in tropical and subtropical environments of the American, African and Asian continents, and is currently composed of 215 species. Due to their mostly fossorial and secretive habits, these animals are rarely sampled in the field. Consequently, there are many knowledge gaps involving the group, even with the important advances in research on the group, especially in the last 15 years. Some of these gaps concern the geographical distribution of these animals and which environmental conditions influence their occurrence in a given environment. Thus, the present work has as objectives: (1) to compile the published works and occurrences of as many Gymnophiona species as possible currently described for the Neotropical Region, mapping these animals; (2) to create species distribution models to estimate the potential distribution of these species, in order to direct sampling efforts in future field work; (3) to detect environmental patterns that may influence the occurrence of these animals, allowing us to understand which environmental variables most influence the occurrence of these species; (4) to evaluate sites where sampling gaps occur for the Gymnophiona group, taking into account the accessibility of these environments; (5) to indicate, according to our results, the alpha diversity along the Neotropical Region; (6) to point localities that may be interesting for the conservation of the species studied. To this end, we compiled information on the occurrence of species belonging to the Order Gymnophiona available in databases and in some scientific collections from Brazil and other countries. We used Species Distribution Models to estimate areas suitable for species occurrence, using predictor variables of climate, topography, soil, and continental waters. We obtained sufficient data to present an overview of the knowledge of the distribution of the group in this region. In addition, the results of the distribution models indicated the potential distribution environments for 96 species of the 109 that occur in the Neotropical Region, and we were able to perform the robust models through an ensemble of models using algorithms such as Domain Gower Distance, Random Forest, SVM, Maxent, and Maxlike, for 37 of these species, filling in part of the baseline gaps surrounding the group. Of these 37 species, we were able to get a reading on which variables, among those we elected, best explain the distribution of these animals, shedding some light on the environmental, physiological, and behavioral complexity that these animals can experience. We also discussed the likely sampling bias that may be affecting the group, the relationship of species richness to forested areas, the influence of the presence of human communities on the group's diversity, and how much of these species are present in areas under some level of environmental protection.

Keywords: Amphibians. Caecilians. Knowledge gaps. Species Distributions Models. Neotropical Region, Conservation.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	7
	REFERÊNCIAS.....	12
	CAPÍTULO 1 - Atlas da distribuição geográfica das cecílias (Amphibia: Gymnophiona) Neotropicais.....	18
1	INTRODUÇÃO.....	19
2	OBJETIVOS.....	24
3	MÉTODOS.....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO.....	28
4.2	CATÁLOGO DO ATLAS.....	45
5	CONCLUSÃO.....	105
	CAPÍTULO 2 - Tirando as cecílias do buraco: distribuição potencial e conservação das cecílias (Amphibia: Gymnophiona) Neotropicais, uma abordagem macroecológica.....	107
1	INTRODUÇÃO.....	108
2	MÉTODOS.....	114
2.1	MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES.....	114
2.2	OCORRÊNCIAS DAS ESPÉCIES.....	114
2.3	VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	115
2.4	AJUSTE E AVALIAÇÃO DOS SDMS.....	117
2.5	ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AMOSTRAGEM DE CAMPO E CONSERVAÇÃO.....	119
3	RESULTADOS.....	121
4	DISCUSSÃO.....	137
5	CONCLUSÃO.....	143
	REFERÊNCIAS.....	144
	APÊNDICE A – Tabela com dados sobre os sinônimos das 109 espécies de Gymnophiona que ocorrem na Região Neotropical.....	162
	APÊNDICE B - Tabela com as coleções nas quais fizemos contato e obtivemos respostas por parte dos(as) curadores(as) e/ou técnicos(as), ajudando a compor parte dos nossos dados de ocorrências. E coleções que consultamos através de dados disponíveis online.....	169
	APÊNDICE C - Tabela com Informações relevantes acerca das 109 espécies de Gymnophiona que ocorrem no neotrópico.....	172
	APÊNDICE D - Tabela com a relação entre números de coordenadas reunidas por família; gênero; espécie.....	180
	APÊNDICE E - Mapas com a distribuição geográfica das espécies de cecílias Neotropicais, apresentando os pontos de ocorrência e quais tipos de fontes consultamos para obtê-las.....	186
	APÊNDICE F - Tabela com as variáveis ambientais que elencamos nesse trabalho como preditoras interessantes para as Gymnophiona da Região Neotropical.....	282
	APÊNDICE G - Modelos de distribuição de espécies das Gymnophiona que ocorrem na Região Neotropical e as variáveis ambientais que melhor representam e explicam a distribuição desses animais.....	285
	Rhinatreumatidae.....	285

Typhlonectidae.....	303
Caeciliidae.....	323
Siphonopidae.....	400
Dermophiidae.....	440
APÊNDICE H - Tabela dos valores de AUC e TSS para as 37 espécies modeladas, no caso, esses valores dizem respeito aos ensembles dos modelos.....	458
APÊNDICE I - Tabela apresentando a área em km² para cada uma das espécies das quais foi possível avaliar a distribuição potencial, considerando apenas os locais que, a partir do limiar de corte, os métodos indicaram como de potencial presença da espécie.....	459

INTRODUÇÃO GERAL

Os anfíbios atuais, também chamados por Lissamphibia, são divididos em três grandes Ordens: Anura, Caudata e Gymnophiona (DUELLMAN; TRUEB, 1994). Esse grupo de animais é caracterizado por serem tetrápodes, ectotérmicos, com dois côndilos occipitais, a pele pouco queratinizada e rica em glândulas granulares e de muco. A Ordem Anura é representada popularmente pelos sapos, rãs e pererecas, um grupo que durante o estágio final de seu desenvolvimento perde a cauda, possuindo adaptações para saltar, como as vértebras pós-sacrais fusionadas (DUELLMAN; TRUEB, 1994). Atualmente são a maioria das espécies de anfíbios, atingindo 7517 espécies e estão distribuídos por quase todos os continentes (DUBOIS et al., 2021; FROST, 2021). Os Caudata são o grupo das salamandras e dos tritões, possuindo aspecto morfológico que lembra ao dos grupos fósseis da Classe Amphibia, apresentando quatro membros iguais em comprimento e uma cauda comprida, que persiste durante os estágios adultos (DUELLMAN; TRUEB, 1994). A diversidade dos Caudata é comparativamente menor, hoje são contabilizadas 791 espécies, com parte importante destas presentes nas regiões conhecidas como Neártica e Paleártica, com apenas três famílias entrando em regiões tropicais, sendo que Plethodontidae é a única que possui vários representantes habitando esses ambientes mais quentes e úmidos (BRAME-JR; WAKE, 1963; FROST, 2021). O último grupo, cujo objetivo deste trabalho é dar-lhes o devido foco, são as Gymnophiona, animais popularmente chamados de cecílias ou cobras-cegas, mas para evitar confusões, decidimos por chamá-las apenas como cecílias, já que não são cobras. As Gymnophiona são animais que divergem dos demais grupos por apresentarem um corpo alongado, anelado, desprovidos de membros, sem as cinturas escapular e pélvica, com os ossos do crânio fusionados e olhos reduzidos, vestigiais ou ausentes (DUNN, 1942; TAYLOR, 1968). Esses animais habitam apenas áreas tropicais ao longo de todos os continentes, exceto na Austrália e na Oceania (DUELLMAN, 1999; GOMES et al., 2012). Há poucas espécies que fogem a regra e adentram regiões subtropicais, com vegetação típica de ambientes temperados, como o norte da Argentina (GUDYNAS et al., 1988). Até o momento, são conhecidas 215 espécies de cecílias, sendo assim, o grupo menos diverso dentre os Lissamphibia (FROST, 2021).

As cecílias são um grupo monofilético onde a maioria das espécies exploram hábitos fossoriais, com exceção de uma família presente na América do Sul, os Typhlonectidae, que são animais aquáticos e/ou semiaquáticos (NUSSBAUM; WILKINSON, 1989; SUMMERS; O'REILLY, 1997). Ainda que sejam classificadas como fossoriais, as cecílias são animais que

possuem uma diversidade craniana que reflete em distintas maneiras de explorar esses hábitos ditos como fossoriais, com espécies mais ou menos fossoriais (TRUEB et al., 1993; LOWIE et al., 2021). Devido aos hábitos do grupo, estudos com esses animais são comparativamente mais escassos em relação às duas ordens anteriormente apresentadas e as cecílias acabam se tornando pouco conhecidas, e esse desconhecimento atravessa inúmeros aspectos (LYNCH, 1999; MEASEY, 2004; MACIEL et al., 2019). Ainda assim, existem trabalhos interessantes, alguns deles obras muito completas (e.g. DUNN, 1942; TAYLOR, 1968), que abordam e tentam desvendar diversas perspectivas das Gymnophiona, como a fisiologia (e.g. STIFFLER et al., 1990; STIFFLER; MANOKHAM, 1994), comportamentos reprodutivos (e.g. WILKINSON; NUSSBAUM, 1998; KUPFER et al., 2006; GOMES et al., 2012; KUPFER et al., 2016; JARED et al., 2018), sistemática e taxonomia (e.g. NUSSBAUM; PFRENDER, 1998; MACIEL; HOOGMOED, 2011a; MACIEL; HOOGMOED, 2011b; WILKINSON et al., 2011; WILKINSON et al., 2013; MACIEL et al., 2018; ACOSTA-GALVIS et al., 2019; MACIEL et al., 2019; WILKINSON et al., 2021), morfologia (e.g. WAKE, 1994; GOWER; WILKINSON, 2002; BUDZIK et al., 2015; MAILHO-FONTANA et al., 2020), morfologia funcional (e.g. DUCEY et al., 1993; SUMMERS; O'REILLY, 1997; KLEINTEICH et al., 2012; SHERRATT et al., 2014; LOWIE et al., 2021), distribuição geográfica (e.g. HEDGES et al., 1993; LESCURE; MARTY, 2000; MACIEL et al., 2009b; TAPLEY; ACOSTA-GALVIS, 2010; FARIA; MOTT, 2011; MOTT et al., 2011), origem evolutiva (e.g. ESTES; WAKE, 1972; JENKINS-JUNIOR; WALSH, 1993; EVANS; SIGOGNEAU-RUSSEL, 2001; JENKINS-JUNIOR et al., 2007; PARDO et al., 2017), filogenia (e.g. SAN MAURO, 2004; ZHANG; WAKE, 2009; MADDIN et al., 2012; MACIEL et al., 2016; MADDOCK et al., 2020) e história natural (e.g. MOODIE, 1978; VERDADE et al., 2000; MACIEL et al., 2012; WHATLEY et al., 2020; MACIEL; PRUDENTE, 2021). Mesmo com essas e tantas outras publicações, ainda persiste uma carência por implementações de projetos e trabalhos que tratem da ecologia (e.g. MEASEY; DI-BERNARDO, 2003; GOWER et al., 2004; JONES et al., 2006;), conservação (e.g. GOWER; WILKINSON, 2005; CARTER et al., 2021) e que tenham a intenção de organizar geograficamente (e.g. SAVAGE; WAKE, 1972; NUSSBAUM; HOOGMOED, 1979; LYNCH, 1999; MACIEL et al., 2011b; SANTANA et al., 2015) e discutir a biogeografia do grupo, que segue sem grandes atualizações, deixando muitas das novas espécies à margem do conhecimento.

Quando se deseja pesquisar e produzir novos conhecimentos envolvendo a biodiversidade, é costumeiro nos depararmos com algumas lacunas que dificultam a execução

de parte dessas ideias de pesquisa, além disso, todas esses hiatos exercem uma influência na nossa capacidade de compreender e decidir por ações mais coesas que busquem conservar as espécies (SANTOS et al., 2011). Hortal et al. (2015) pontuaram e nomearam esses hiatos, são eles: 1) Linneano, que trata sobre o desconhecimento de espécies ainda não catalogadas, encontradas, descritas e já extintas; 2) Wallaceano, que permeia a incompletude do conhecimento sobre a distribuição geográfica dos táxons; 3) Prestoniano, que se refere a falta de informação sobre a abundância dos táxons e a dinâmica populacional ao longo do tempo e do espaço; 4) Darwiniana, desconhecimento sobre a história evolutiva das espécies e suas relações de parentescos com organismos fósseis e/ou espécies relacionadas; 5) Raunkiærana, ausência de características funcionais das espécies; 6) Hutchinsoniana, defasagem sobre a influência, as respostas e a tolerância das espécies em relação às características abióticas ambientais; 7) Eltoniana, falta de informação sobre as interações interespecíficas e intraespecíficas e os efeitos sobre a sobrevivência e aptidão das espécies. Essas lacunas levantadas por Hortal et al. (2015) são ainda mais evidentes quando pensamos nos ecossistemas situados em ambientes tropicais, que são ambientes complexos e com um elevado potencial para descobertas de novos táxons (MOURA; JETZ, 2021). Outro obstáculo que os cientistas que buscam trabalhar e compreender melhor a biodiversidade se deparam são os vieses produzidos pelas coletas efetuadas ao longo dos anos (OLIVEIRA et al., 2016; HUGHES et al., 2021). Esses vieses acompanham alguns padrões devido a maior ou menor acessibilidade dos ambientes, a quantidade de pesquisadores que, historicamente, se dedicaram por grupo taxonômico, a presença ou não de instituições de pesquisas nos arredores dos ambientes mais amostrados e até mesmo as características ambientais e geofísicas dos biomas (OLIVEIRA et al., 2016; HUGHES et al., 2021).

Para a Ordem Gymnophiona, as lacunas listadas ainda persistem para muitas das espécies, apesar dos esforços de alguns pesquisadores. A distribuição geográfica e o entendimento das variáveis abióticas e como elas explicam e influenciam a presença ou ausência dos grupos taxonômicos ao longo do espaço geográfico é uma das questões mais antigas e desafiadoras nas ciências da natureza (GILLUNG, 2011). Existem três grupos de fatores que culminam no padrão de distribuição de um táxon, são eles: a história evolutiva do grupo, as condições ambientais e as relações ecológicas que permeiam as espécies (CATENAZZI, 2015). Essas últimas duas condições, que dizem respeito mais à ecologia, podem ser denominadas como nicho (WIENS; GRAHAM, 2005; WIENS, 2011). Ao conhecer a distribuição geográfica de um grupo, há a tendência de tornar mais exequível a exploração de outras áreas de conhecimento. Por exemplo, ao entendermos a distribuição de

uma espécie, é o conhecimento sobre o seu nicho ecológico, o que pode nos levar a formular hipóteses biogeográficas e/ou macroecológicas, bem como permitindo que, com essas informações, próximas gerações de pesquisadores tenham maior facilidade de encontrar, monitorar e acompanhar a dinâmica populacional da espécie ao longo dos espaços geográfico e temporal. Por considerarmos a importância do esclarecimento no que dizem respeito às lacunas Wallaceana e Hutchinsoniana, como pontos iniciais para estimular que mais profissionais se interessem pelas cecílias e busquem por esses animais em campo, fazendo observações, registrando e coletando para aumentar o número de espécimes em coleções científicas, e conseqüentemente, despertar interesses e questionamentos sobre esses. Para lidar com essas duas lacunas é preciso encontrar e organizar dados de ocorrências para essas espécies, e esses dados são principalmente obtidos através da literatura científica e de coleções científicas (MEIER; DIKOW, 2004; SASTRE; LOBO, 2009; SANTOS et al., 2011). Assim, compilamos esses dados para a elaboração de dois capítulos que tiveram por objetivo organizar, apresentar e discutir a distribuição das 109 espécies de cecílias que ocorrem na Região Neotropical (MORRONE, 2014; FROST, 2021), além de modelar a distribuição potencial das espécies para as quais obtivemos dados, respectivamente.

Dito isso, os objetivos principais desta dissertação foi apresentar a distribuição desses animais e desenvolver mapas de distribuição potencial das espécies de cecílias, visando incrementar o atual panorama do conhecimento sobre as Gymnophiona na Região Neotropical, indicando possíveis novas áreas adequadas para a ocorrência desses animais. Para isso se fez necessário: 1. compilar e organizar os registros existentes e disponíveis sobre as Gymnophiona que ocorrem na Região Neotropical; 2. mapear a distribuição geográfica das espécies das quais obtivemos dados de ocorrências para a Região Neotropical; 3. selecionar e posteriormente avaliar quais variáveis preditoras utilizadas possuem maior relevância para modelarmos as espécies para as quais compilamos e organizamos os dados; 4. ajustar modelos de distribuição potencial das espécies de cecílias presentes na Região Neotropical; 5. apontar regiões de maior adequabilidade para as espécies documentadas, podendo nortear futuras amostragens nesses locais, aumentando o acervo científico e o conhecimento do grupo; 6. apresentar as variações em diversidade alfa ao longo da Região Neotropical; 7. apresentar áreas em que existem maiores lacunas de amostragem para o grupo e os locais que serão mais interessantes para serem pensados como importantes para a conservação da diversidade de Gymnophiona.

Assim, com os modelos prontos, foi possível discutir os padrões de distribuição geográfica desses animais ao longo dos ecossistemas neotropicais, respondendo às seguintes

perguntas: i) “qual a porcentagem de espécies com distribuição restrita no grupo?”; ii) “quais preditores ambientais são relevantes para a modelagem potencial do grupo?”; iii) “a falta de conhecimento acerca do grupo está mais associada aos hábitos secretivos ou à reduzida distribuição geográfica nos ecossistemas onde elas ocorrem?”; iv) “variáveis de solo respondem bem à distribuição das espécies de cecílias?”; v) “a importância do poder explicativo das variáveis seguem algum padrão filogenético para o grupo de Gymnophiona da Região Neotropical?”

Com isso, nossos achados resultaram na: 1. produção de mapas de distribuição para cada uma das espécies para as quais obtivemos dados, 2. mapas de distribuição potencial contínuos produzidos para cada uma das espécies para as quais obtivemos dados suficientes, 3. mapas de distribuição potencial binários para essas mesmas espécies, 4. mapas de riqueza de espécies e as áreas potencialmente relevantes para promover futuras coletas desses animais, 5. mapas indicando lacunas de amostragem e, 6. regiões que sejam interessantes para se preservar na tentativa de manter a diversidade desses animais para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-GALVIS, A. R.; TORRES, M.; PULIDO-SANTACRUZ, P. A new species of *Caecilia* (Gymnophiona, Caeciliidae) from the Magdalena Valley region of Colombia. **ZooKeys**, v. 884, p. 135-157, 2019.
- BRAME-JUNIOR, A. H.; WAKE, D. B. **The salamanders of South America**. Los Angeles: Los Angeles County Museum, 1963.
- BUDZIK, K. A.; Zuwała, K; KUPFER, A.; GOWER, D. J.; WILKINSON, M. Diverse anatomy of the tongue and taste organs in five species of caecilian (Amphibia: Gymnophiona). **Zoologischer Anzeiger**, v. 257, p. 103-109, 2015.
- CARTER, K. C.; FIESCHI-MÉRIC, L.; SERVINI, F.; WILKINSON, M.; GOWER, D. J.; TAPLEY, B.; MICHAELS, C. J. Investigating the effect of disturbance on prey consumption in captive Congo caecilians *Herpele squalostoma*. **Journal of Zoological and Botanical Gardens**, v. 2, p. 705-715, 2021.
- CATENAZZI, A. State of the world's amphibians. **Annual Review of Environmental and Resources**, v. 40, p. 91-119, 2015.
- DUBOIS, A.; OHLER, A.; PYRON, R. A. New concepts and methods for phylogenetic taxonomy and nomenclature in zoology, exemplified by a new ranked cladonomy of recent amphibians (Lissamphibia). **Megataxa**, v. 005, n. 1, p. 1-738, 2021.
- DUCEY, P. K.; FORMANOWICZ-JUNIOR, D. R.; BOYET, L.; MAILLOUX, J.; NUSSBAUM, R. A. Experimental examination of burrowing behavior in caecilians (Amphibia: Gymnophiona): effects of soil compaction on burrowing ability of four species. **Herpetologica**, v. 49, n. 4, p. 450-457, 1993.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994.
- DUELLMAN, W. E. **Patterns of distribution of amphibians: a global perspective**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1999.
- DUNN, E. R. **The American Caecilians**. Harvard: Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy, 1942.
- ESTES, R.; WAKE, M. The first fossil record of caecilian amphibians. **Nature**, v. 239, p. 228-231, 1972.
- EVANS, S. E.; SIGOGNEAU-RUSSELL, D. A stem-group caecilian (Lissamphibia: Gymnophiona) from the lower Cretaceous of North Africa. **Palaeontology**, v. 44, n. 2, p. 259-273, 2001.
- FARIA, H. A. B. F.; MOTT, T. Geographic distribution of caecilians (Gymnophiona, Amphibia) in the state of Mato Grosso, Brazil with a new state record for *Caecilia mertensi* Taylor, 1973. **Herpetology Notes**, v. 4, p. 53-56, 2011.
- FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference, Version 6.1 (27 julho 2022). New York: **American Museum of Natural History**, 2022. Disponível em: <<https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>>. Acesso em: 06 out. 2022.

- GILLUNG, J. P. Biogeografia: a história da vida na Terra. **Revista da Biologia**, v. 7, p. 1-5, 2011.
- GOMES, A. D.; MOREIRA, R. G.; NAVAS, C. A.; ANTONIAZZI, M. M.; JARED, C. Review of the reproductive biology of Caecilians (Amphibia, Gymnophiona). **South American Journal of Herpetology**, v. 7, n. 3, p. 191-202, 2012.
- GOWER, D. J.; LOADER, S. P.; MONCRIEFF, C. B.; WILKINSON, M. Niche separation and comparative abundance of *Boulengerula boulengeri* and *Scolecophorphus vittatus* (Amphibia: Gymnophiona) in an East Usambara forest, Tanzania. **African Journal of Herpetology**, v. 53, n. 2, p. 183-190, 2004.
- GOWER, D. J.; WILKINSON, M. Conservation biology of caecilian amphibians. **Conservation Biology**, v. 19, n. 1, p. 45-55, 2005.
- GOWER, D. J.; WILKINSON, M. Phallus morphology in caecilians (Amphibia, Gymnophiona) and its systematic utility. **Bulletin of the Natural History Museum London (Zoology)**, v. 68, n. 2, p. 143-154, 2002.
- GUDYNAS, E.; WILLIAMS, J. D.; AZPELICUETA, M. M. Morphology, ecology and biogeography of the South American caecilian *Chthonerpeton indistinctum* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae). **Zoologische Mededelingen**, v. 62, n. 2, p. 5-28, 1988.
- HEDGES, S. B.; NUSSBAUM, R. A.; MAXSON, L. R. Caecilian phylogeny and biogeography inferred from mitochondrial DNA sequences of the 12S rRNA and 16S rRNA genes (Amphibia: Gymnophiona). **Herpetological Monographs**, v. 7, p. 64-76, 1993.
- HORTAL, J.; BELLO, F.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; LEWINSOHN, T. M.; LOBO, J. M.; LADLE, R. J. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 46, p. 523-549, 2015.
- HUGHES, A. C.; ORR, M. C.; MA, K.; COSTELLO, M. J.; WALLER, J.; PROVOOST, P.; YANG, Q.; ZHU, C.; QIAO, H. Sampling biases shape our view of the natural world. **Ecography**, ecog.05926, 2021.
- JARED, C.; MAILHO-FONTANA, P. L.; JARED, S. G. S.; KUPFER, A.; DELABIE, J. H. C.; WILKINSON, M.; ANTONIAZZI, M. M. Life history and reproduction of the Neotropical caecilian *Siphonops annulatus* (Amphibia, Gymnophiona, Siphonopidae), with special emphasis on parental care. **Acta Zoologica**, p. 1-11, 2018.
- JENKINS-JR, F. A.; WALSH, D. M. An Early Jurassic caecilian with limbs. **Nature**, v. 365, p. 246-250, 1993.
- JENKINS-JR, F. A.; WALSH, D. M.; CARROLL, R. L. Anatomy of *Eocaecilia micropodia*, a limbed caecilian of the Early Jurassic. **Bulletin Museum of Comparative Zoology**, v. 158, n. 6, p. 285-365, 2007.
- JONES, D. T.; LOADER, S. P.; GOWER, D. J. Trophic ecology of East African caecilians (Amphibia: Gymnophiona), and their impact on forest soil invertebrates. **Journal of Zoology**, v. 269, p. 117-126, 2006.

- KUPFER, A.; KRAMER, A.; HIMSTEDT, W.; HARTMUT, G. Copulation and egg retention in an oviparous caecilian (Amphibia: Gymnophiona). **Zoologischer Anzeiger**, v. 244, p. 223-228, 2006.
- KUPFER, A.; MAXWELL, E.; REINHARD, S.; KUEHNEL, S. The evolution of parental investment in caecilian amphibians: a comparative approach. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 119, n. 1, p. 4-14, 2016.
- LESCURE, J.; MARTY, C. **Atlas des amphibiens de Guyane**. Paris: Scientifiques du MNHN, 2000.
- LOWIE, A.; DE KEGEL, B.; WILKINSON, M.; MEASEY, J.; O'REILLY, J. C.; KLEY, N. J.; GAUCHER, P.; BRECKO, J.; KLEINTEICH, T.; HOOREBEKE, L. V.; HERREL, A.; ADRIAENS, D. Under pressure: the relationship between cranial shape and burrowing force in caecilians (Gymnophiona). **Journal of Experimental Biology**, v. 224, n. 18, jeb242964, 2021.
- LYNCH, J. D. Una aproximación a las culebras ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona). **Rev. Acad. Colomb. Cienc.**, v. 23, p. 317-337, 1999.
- MACIEL, A. O.; CASTRO, T. M.; STURARO, M. J.; SILVA, I. E. C.; FERREIRA, J. G.; SANTOS, R.; RISSE-QUAIOTO, B.; BARBOZA, B. A.; OLIVEIRA, J. C. F.; SAMPAIO, I.; SCHNEIDER, H. Phylogenetic systematics of the Neotropical caecilian amphibian *Luetkenotyphlus* (Gymnophiona: Siphonopidae) including the description of a new species from the vulnerable Brazilian Atlantic Forest. **Zoologischer Anzeiger**, v. 281, p. 76-83, 2019.
- MACIEL, A. O.; HOOGMOED, M. S. Notes on the vertebrates of northern Pará, Brazil: a forgotten part of the Guianan region, III. A new species of *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 6, p. 67-72, 2011a.
- MACIEL, A. O.; HOOGMOED, M. S. Taxonomy and distribution of caecilian amphibians (Gymnophiona) of Brazilian Amazonia, with a key to their identification. **Zootaxa**, v. 2984, p.1-53, 2011b.
- MACIEL, A. O.; PRUDENTE, A. L. C. Maximum length and notes on the habitat of *Caecilia gracilis* (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae). **Herpetologia Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 132-138, 2021.
- MACIEL, A. O.; SAMPAIO, M. I. C.; HOOGMOED, M. S.; SCHNEIDER, H. Description of two new species of *Rhinatrema* (Amphibia: Gymnophiona) from Brazil and the return of *Epicrionops niger* to *Rhinatrema*. **South American Journal of Herpetology**, v. 13, n. 3, p. 287-299, 2018.
- MACIEL, A. O.; SAMPAIO, M. I. C.; HOOGMOED, M. S.; SCHNEIDER, H. Phylogenetic relationships of the largest lungless tetrapod (Gymnophiona: *Atretochoana*) and the evolution of lunglessness in caecilians. **Zoologica Scripta**, v. 46, n. 3, p. 255-263, 2016.
- MACIEL, A. O.; SANTANA, D. J.; SILVA, E. T.; FEIO, R. N. Amphibia, Gymnophiona, Caeciliidae, *Siphonops hardyi* Boulenger, 1888: Distribution extension, new state record and notes on meristic data. **Check List**, v. 5, n. 4, p. 919-921, 2009b.

- MADDIN, H. C.; RUSSELL, A. P.; ANDERSON, J. S. Phylogenetic implications of the morphology of the braincase of caecilian amphibians (Gymnophiona). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 166, p. 160-201, 2012.
- MADDOCK, S. T.; NUSSBAUM, R. A.; DAY, J. J.; LATTA, L.; MILLER, M.; FISK, D. L.; WILKINSON, M.; ROCHA, S.; GOWER, D. J.; PFRENDER, M. E. The roles of vicariance and isolation by distance shaping biotic diversification across an ancient archipelago: evidence from Seychelles caecilian amphibian. **BMC Evolutionary Biology**, v. 20, n. 1, p. 1-20, 2020.
- MAILHO-FONTANA, P. L.; ANTONIAZZI, M. M.; ALEXANDRE, C.; PIMENTA, D. C.; SCIANI, J. M.; BRODIE-JUNIOR, E. D.; JARED, C. Morphological evidence for an oral venom system in caecilian amphibians. **iScience**, v. 23, n. 7, 101234, 2020.
- MEASEY, G. J. Are caecilians rare? An East Africa perspective. **Journal of East African Natural History**, v. 93, p. 1-21, 2004.
- MEASEY, G. J.; DI-BERNARDO, M. Estimating juvenile abundance in a population of the semiaquatic caecilian, *Chthonerpeton indistinctum* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae), in southern Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 2, p. 371-373, 2003.
- MEIER, R.; DIKOW, T. Significance of specimen databases from taxonomic revisions for estimating and mapping the global species diversity of invertebrates and repatriating reliable specimen data. **Conservation Biology**, v. 18, p. 478-488, 2004.
- MOODIE, G. E. E. Observations on the life history of the caecilian *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril and Bibron) in the Amazon basin. **Can. J. Zool**, v. 56, p. 1005-1008, 1978.
- MORRONE, J. J. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. **Zootaxa**, v. 3782, n. 1, p. 1-110, 2014.
- MOTT, T.; MOURA, M. R.; MACIEL, A. O.; FEIO, R. N. Morphological variation and geographical distribution of *Luetkenotyphlus brasiliensis* (Gymnophiona: Siphonopidae). **Phyllomedusa**, v. 10, n. 2, p. 153-163, 2011.
- MOURA, M. R.; JETZ, W. Shortfalls and opportunities in terrestrial vertebrate species discovery. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, n. 5, p. 631-639, 2021.
- NUSSBAUM, R. A.; HOOGMOED, M. S. Surinam caecilians, with notes on *Rhinatrema bivittatum* and the description of a new species of *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona). **Zoologische Mededelingen**, v. 54, n. 14, p. 217-235, 1979.
- NUSSBAUM, R. A.; PFRENDER, M. E. Revision of the African caecilian genus *Schistometopum* Parker (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae). **Miscellaneous Publications Museum of Zoology University of Michigan**, n. 187, p. 1-32, 1998.
- NUSSBAUM, R. A.; WILKINSON, M. On the classification and phylogeny of caecilians (Amphibia: Gymnophiona), a critical review. **Herpetological Monographs**, v. 3, p. 1-42, 1989.

- OLIVEIRA, U.; PAGLIA, A. P.; BRESCOVIT, A. D.; CARVALHO, C. J. B.; SILVA, D. P.; REZENDE, D. T.; LEITE, F. S. F.; BATISTA, J. A. N.; BARBOSA, J. P. P. P.; STEHMANN, J. R.; ASCHER, J. S.; VASCONCELOS, M. F.; DE MARCO-JUNIOR, P.; LÖWENBERG-NETO, P.; DIAS, P. G.; FERRO, V. G.; SANTOS, A. J. The strong influence of collection bias on biodiversity knowledge shortfalls of Brazilian terrestrial biodiversity. **Diversity and Distributions**, v. 22, p. 1232-1244, 2016.
- PARDO, J. D.; SMALL, B. J.; HUTTENLOCKER, A. K. Stem caecilian from Triassic of Colorado sheds light on the origins of Lissamphibia. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 27, p. E5389-E5395, 2017.
- SAN MAURO, D.; GOWER, D. J.; OOMMEN, V. O.; WILKINSON, M.; ZARDOYA, R. Phylogeny of caecilian amphibians (Gymnophiona) based on complete mitochondrial genomes and nuclear RAG1. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 33, p. 413-427, 2004.
- SANTANA, D. O.; DE-CARVALHO, C. B.; FREITAS, E. B.; NUNES, G. S. S.; FARIA, R. G. First record of *Siphonops paulensis* Boettger, 1892 (Gymnophiona: Siphonopidae) in the state of Sergipe, northeastern Brazil. **Check List**, v. 11, n. 1, 1531, p. 1-3, 2015.
- SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, v. 4, p. 276-286, 2011.
- SASTRE, P.; LOBO, J. M. Taxonomist survey biases and the unveiling of biodiversity patterns. **Biological Conservation**, v. 142, p. 462-467, 2009.
- SAVAGE, J. M.; WAKE, M. H. Geographic variation and systematics of the Middle American caecilians, genera *Dermophis* and *Gymnopsis*. **Copeia**, n. 4, p. 680-695, 1972.
- SHERRATT, E.; GOWER, D. J.; KLINGENBERG, C. P.; WILKINSON, M. Evolution of cranial shape in caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Evolutionary Biology**, v. 41, n. 4, p. 528-545, 2014.
- STIFFLER, D. F.; DERUYTER, M. L.; TALBOT, C. R. Osmotic and ionic regulation in the aquatic caecilian *Typhlonectes compressicauda* and the terrestrial caecilian *Ichthyophis kohtaoensis*. **Physiological Zoology**, v. 63, p. 649-668, 1990.
- STIFFLER, D. F.; MANOKHAM, T. Partitioning of nitrogen excretion between urea and ammonia and between skin and kidneys in the aquatic caecilian *Typhlonectes natans*. **Physiological Zoology**, v. 67, p. 1077-1086.
- SUMMERS, A. P.; O'REILLY, J. C. A comparative study of locomotion in the caecilians *Dermophis mexicanus* and *Typhlonectes natans* (Amphibia: Gymnophiona). **Zoological Journal of Linnean Society**, v. 121, p. 65-76, 1997.
- TAPLEY, B.; ACOSTA-GALVIS, A. R. Distribution of *Typhlonectes natans* in Colombia, environmental parameters and implications for captive husbandry. **Herpetological Bulletin**, n. 113, p. 23-29, 2010.
- TAYLOR, E. H. **Caecilians of the world**. University of Kansas Press, 1968.

- TRUEB, L.; HANKEN, J.; HALL, B. K. Patterns of cranial diversity among the Lissamphibia. **The skull**, v. 2, p. 255-343, 1993.
- VERDADE, V. K.; SCHIESARI, L. C.; BERTOLUCI, J. A. Diet of juvenile aquatic caecilians, *Typhlonectes compressicauda*. **Journal of Herpetology**, v. 34, n. 2, p. 291-293, 2000.
- WAKE, M. H. Comparative morphology of caecilian sperm (Amphibia: Gymnophiona). **Journal of Morphology**, v. 221, p. 261-276, 1994.
- WAKE, M. H. Reproduction, growth, and population structure of the Central American caecilian *Dermophis mexicanus*. **Herpetologica**, v. 36, n. 3, p. 244-256, 1980.
- WHATLEY, C.; TAPLEY, B.; MICHAELS, C. J.; GOWER, D. J.; WILKINSON, M. Substrate preference in the fossorial caecilian *Microcaecilia unicolor* (Amphibia: Gymnophiona, Siphonopidae). **The Herpetological Bulletin**, v. 152, p. 18-20, 2020.
- WIENS, J. J. The niche, biogeography and species interactions. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 366, n. 1576, p. 2336-2350, 2011.
- WIENS, J. J.; GRAHAM, C. H. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 36, p. 519-539, 2005.
- WILKINSON, M.; NUSSBAUM, R. A. Caecilian viviparity and amniote origins. **Journal of Natural History**, v. 32, p. 1403-1409, 1998.
- WILKINSON, M.; SAN MAURO, D.; SHERRATT, E.; GOWER, D. J. A nine-family classification of caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Zootaxa**, v. 2847, p. 41-64, 2011.
- WILKINSON, M. SHERRATT, E.; STARACE, F.; GOWER, D. J. A new species of skin-feeding caecilian and the first report of reproductive mode in *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona: Siphonopidae). **PLoS ONE**, v. 8, n. 3, e57756, 2013.
- WILKINSON, M. REYNOLDS, R. P.; JACOBS, J. F. A new genus and species of rhinatrematid caecilian (Amphibia: Gymnophiona: Rhinatrematidae) from Ecuador. **Herpetological Journal**, v. 31, p. 27-34, 2021.
- ZHANG, P.; WAKE, M. H. A mitogenomic perspective on the phylogeny and biogeography of living caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, p. 479-491, 2009.

CAPÍTULO 1

Atlas da distribuição geográfica das cecílias (Amphibia: Gymnophiona) Neotropicais

Lucas de Souza Almeida, Maurício Humberto Vancine, Célio Fernando Baptista Haddad

1 INTRODUÇÃO

A Ordem Gymnophiona, composta por anfíbios popularmente conhecidos como cecílias, é a menos diversa dentre os Lissamphibia, apresentando uma diversidade de 215 espécies descritas e consideradas válidas (FROST, 2021). Todas as Gymnophiona atualmente conhecidas estão naturalmente relacionadas aos ambientes tropicais e subtropicais do continente americano e nas áreas tropicais dos continentes africano e asiático (TAYLOR, 1968; EXBRAYAT; RAQUET, 2009; FROST, 2021). Dentre as dez famílias que compõem essa Ordem, cinco são americanas, quatro africanas e três asiáticas (VITT; CALDWELL, 2013; FROST, 2021). O continente americano e o continente africano compartilham a distribuição de uma das famílias, os Dermophiidae, que ocorrem tanto ao norte da América do Sul, América Central e México, quanto no Quênia e na Tanzânia (FROST, 2021). A família Grandisoniidae também está presente em dois continentes distintos, na África Oriental e na Ásia, região sul e nordeste da Índia (WILKINSON et al., 2011; FROST, 2021). Esses padrões de distribuição citados estão, provavelmente, associados à origem do grupo, que supõe-se ter ocorrido ao final do Triássico, no antigo supercontinente Gondwana (DUELLMAN; TRUEB, 1994; EXBRAYAT; RAQUET, 2009; SAN MAURO et al., 2014). Todas as 10 famílias conhecidas no presente já possuíam representantes no planeta ao final do Cretáceo e início do Cenozóico (ZHANG; WAKE, 2009). Apesar disso, ainda se discute sobre a verdadeira origem das cecílias, já que existem poucos registros fósseis e alguns deles ainda permanecem sendo debatidos quanto à sua classificação na história evolutiva do grupo e sua posição filogenética entre os Amphibia (JENKINS-JUNIOR; WALSH, 1993; JENKINS-JUNIOR et al., 2007; MADDIN et al., 2012; PARDO et al., 2017).

Os animais vivos que compõem a Ordem Gymnophiona são longilíneos e ápodos, possuem o corpo anelado, sendo totalmente desprovidos das cinturas pélvica e escapular, com as costelas reduzidas e um grande número de vértebras (DUNN, 1942; TAYLOR, 1968; GUDYNAS et al., 1998; WILKINSON et al., 2011). Alguns grupos apresentam cauda, como os Rhinatrematidae (WILKINSON et al. 2021), enquanto outros grupos perderam a cauda ao longo do processo evolutivo (WILKINSON et al., 2011). Os machos das espécies de Gymnophiona, diferentemente das outras Ordens que compõem a Classe Amphibia, possuem um órgão copulatório, o falodeu (DUNN, 1942; TAYLOR, 1968; NUSSBAUM; WILKINSON, 1989). Outra característica própria das cecílias e que são sinapomorfias são a

presença de escamas dérmicas ao longo dos sulcos que formam os anéis e subdérmicas presentes no tecido conjuntivo de algumas espécies (TAYLOR, 1972). As escamas dérmicas e subdérmicas presentes nas cecílias podem ser uma resposta evolutiva para que estes animais consigam regular o balanço hídrico do corpo desses animais (TAYLOR, 1972). Considerando apenas as espécies que ocorrem na região Neotropical, percebe-se que as escamas estão principalmente presentes nos Rhinatrematidae, Caeciliidae, Siphonopidae e Dermophiidae, estando ausentes nos Typhlonectidae (TAYLOR, 1972). Vale ressaltar que dentro de Siphonopidae, apenas o gênero *Microcaecilia* e *Brasilotyphlus* apresentam escamas (TAYLOR, 1972).

As Gymnophiona podem ser fossoriais, aquáticas ou semiaquáticas e, quando apresentam olhos funcionais, esses são reduzidos devido aos seus hábitos (GOWER; WILKINSON, 2005; EXBRAYAT, 2018). Em algumas espécies, os olhos são recobertos por pele ou mesmo por osso e essas adaptações podem estar associadas aos hábitos de espécies preponderantemente fossoriais (SHERRATT et al., 2014). Outra característica muito singular das Gymnophiona são os tentáculos, um par de estruturas com função quimiorreceptora presente em diferentes locais, a depender da espécie, de forma simétrica, na região anterior da cabeça (TAYLOR, 1968). Por conta dessa variação na posição dos tentáculos, esses servem como caráter taxonômico importante para esse grupo (TAYLOR, 1968; LYNCH, 1999).

As cecílias, assim como a maioria dos anfíbios, são animais até então conhecidos como carnívoros, podendo se alimentar de inúmeros grupos de invertebrados, desde minhocas, cupins, formigas, ortópteros, besouros, aranhas e outros artrópodes (VERDADE et al., 2000; JONES et al., 2006; MACIEL et al., 2012). Contudo, apesar de pouco conhecimento sobre a dieta dos animais desse grupo, alguns registros não usuais surpreendem, pois as cecílias também são capazes de se alimentar de vertebrados, inclusive Camper (2016) sugere que *Caecilia abitaguae* consiga realizar canibalismo (VERDADE et al., 2000; PUSCHENDORF; CHAVES, 2013). Alguns animais foram reportados predando as cecílias, ainda assim, os grupos que mais se alimentam das cecílias são as serpentes e as aves (TAYLOR, 1968; MARQUES; SAZIMA, 1997; BERNAL; PALMA, 2011; ESCALANTE; AMADOR, 2020; ALMEIDA; TIMM, 2022). Esses animais possuem representantes com tamanhos variáveis, espécies de até 1700 mm, como a *Caecilia thompsoni*, animal endêmico da Colômbia, e espécies de 110 mm, como *Microcaecilia unicolor*, que ocorre no norte da América do Sul (NUSSBAUM; WILKINSON, 1995; EXBRAYAT; RAQUET, 2009). Apesar de possuírem representantes com hábitos aquáticos e semiaquáticos, como os da família

Typhlonectidae, a maioria das espécies de cecílias é fossorial e terrestre durante a fase adulta (NUSSBAUM; WILKINSON, 1995; GOWER; WILKINSON, 2005).

As Gymnophiona se distribuem por inúmeras fitofisionomias, desde áreas abertas, com vegetação majoritariamente rasteira, até áreas florestais e com muita umidade. Há também espécies que se concentram em campos alagados, áreas brejosas ou mesmo corpos d'água (GUDYNAS et al., 1988; GOWER; WILKINSON, 2005; NAPOLI et al., 2015). Apesar dessa heterogeneidade de ambientes onde o grupo das Gymnophiona consegue habitar, de modo geral, esses animais apresentam poucas variações quanto aos aspectos que envolvem sua morfologia externa, mesmo considerando-se os grupos taxonômicos que ocorrem nos diferentes continentes (VITT; CALDWELL, 2013). Essa convergência (ou falta de divergência) morfológica está possivelmente atrelada aos hábitos das espécies, majoritariamente fossoriais e terrestres (WILKINSON et al., 2011), o que também pode ser observado em outros grupos que exploram esses ambientes e não são filogeneticamente próximos das Gymnophiona, como o caso dos répteis da Subordem Amphisbaenia (GANS; MONTERO, 2008; SHERRATT et al., 2014). No entanto, vários autores relatam uma variedade de caracteres morfológicos presentes na ossificação da caixa craniana das Gymnophiona, indicando que essa diversidade de caracteres morfológicos internos é um reflexo dos hábitos desses animais (WILKINSON et al., 2011; MADDIN et al., 2012; SHERRATT et al., 2014). Esses caracteres morfológicos internos costumam ser negligenciados por conta de serem, assim como os animais, pouco acessíveis, pois para acessá-los é preciso submeter os poucos exemplares de Gymnophiona que geralmente se fazem presentes em uma coleção a processos de dissecação ou equipamentos ainda pouco acessíveis para muitas realidades de laboratórios, como os *High resolution x-ray computed tomography* (SHERRATT et al., 2014).

Grande parte do desconhecimento da distribuição geográfica desses organismos se deve aos seus hábitos fossoriais, a natureza críptica e às baixas frequências de encontros com esses animais em campo (MEASEY, 2004; HADDAD et al., 2013; SHERRATT et al., 2014). Algumas espécies encontradas até o momento foram descritas a partir de apenas um ou dois indivíduos, por exemplo: *Oascaecilia hypereumeces*, *Caecilia armata*, *Microcaecilia iyob*, *Mimosiphonops reinhardti*, (e.g. TAYLOR, 1968; GIRI et al., 2003; WILKINSON; KOK, 2010; BARDUA et al., 2019), devido principalmente às dificuldades nos procedimentos que envolvem a amostragem desses animais em campo (DUELLMAN; TRUEB, 1994; HEYER et al., 1994). Por conta desses fatores, é possível que o grupo das Gymnophiona seja o menos conhecido dentre os tetrápodes terrestres, e sua taxonomia ainda seja muito incipiente

(NUSSBAUM; WILKINSON, 1989; NUSSBAUM; WILKINSON, 1995; HADDAD et al., 2013). No entanto, existem relatos na bibliografia que indicam localidades onde ocorrem elevados adensamentos populacionais, tornando esses animais comuns ou mesmo abundantes em áreas relativamente pequenas, devido a fatores ainda desconhecidos (e.g. PÉFAUR et al., 1987; NUSSBAUM; PFRENDER, 1998; OOMMEN et al., 2000; MEASEY; DI-BERNARDO, 2003; MEASEY et al., 2003). Outros casos curiosos são os registros de animais dessa Ordem em ambientes urbanos, principalmente em quintais residenciais, emergindo geralmente após chuvas torrenciais. Um exemplo de uma espécie conhecida de ambiente urbano é o apresentado por Maciel et al. (2015), que descreveram uma nova espécie de Typhlonectidae, nomeado como *Chthonerpeton tremembe*, espécie semiaquática do Piauí, encontrada em um lago circundado por área urbana, local onde se refugia e alimenta-se de crustáceos. Até o momento, essa espécie é conhecida apenas para a sua localidade tipo (MACIEL et al., 2015).

A Região Neotropical é definida pelos ambientes tropicais e subtropicais presentes no continente americano, essa região zoogeográfica foi cunhada pela primeira vez por Sclater, em 1858 e aceito por Wallace, em 1876 (MORRONE, 2014a). Essa região zoogeográfica se estende da área Central ao sul do México, a América Central, os países insulares da América Central e quase toda a América do Sul, até a província de Rio Negro, na Argentina, onde se tem o limite entre a vegetação seca e arbustiva chamada de Monte e a Patagonia (MORRONE, 2014b; DINERSTEIN et al., 2017). Essa região apresenta uma complexa diversidade ambiental (RULL; CARNAVAL, 2020). Isso se deve à variação altitudinal, que pode chegar a diferenças de mais de 6.768 metros, como é o caso de Huascarán, a montanha mais alta do Peru, e lugares a nível do mar, como Punta del Diablo, no litoral do Uruguai. Outra característica geográfica importante é a variação latitudinal, por conta da distribuição vertical da Região Neotropical, a latitude oferece diferentes condições climáticas, além da variação longitudinal, apresentando regiões com efeitos de maritimidade e continentalidade (LOMOLINO et al., 2010; RULL; CARNAVAL, 2020). A história evolutiva do ambiente e os recorrentes eventos geológicos que foram moldando a topografia e a hidrografia da América também contribuíram muito para a diversificação dos táxons na região Neotropical (HOORN et al., 2010; WERNECK, 2011; DE LIMA et al., 2018; VASCONCELOS et al., 2019). A diversidade ambiental acaba refletindo na diversidade da biota terrestre, e isso é bem reportado para inúmeros grupos, como as plantas (GENTRY; DODSON, 1987; HUBER, 1987; ANTONELLI; SANMARTIN, 2011) e diversos grupos de animais (RAHBEK et al., 2019; VASCONCELOS et al., 2019).

Para os anfíbios não é diferente, a Região Neotropical é megadiversa para esse grupo taxonômico, com inúmeros países e biomas ricos em espécies, como o Brasil, Colômbia, Peru, Equador, Panamá, Costa Rica, entre outros (CATENAZZI; VON MAY, 2021). Nos últimos anos muitas descobertas ocorreram na sistemática e taxonomia, principalmente através da chamada taxonomia integrativa, que usa mais de uma área de conhecimento para embasar a descrição e apresentação de novas espécies, considerando que as unidades taxonômicas estão em processo de diferenciação constante (PADIAL et al., 2010; RAMOS et al., 2019). Algumas projeções alegam que muitas espécies ainda estão para serem descobertas nessa região (VASCONCELOS et al., 2019; MOURA; JETZ, 2021). Esse fato não deve diferir para as Gymnophiona, contudo, para que áreas como a taxonomia e a sistemática possam ser melhor exploradas, ainda mais com o viés integrativo com áreas que dizem respeito à evolução, é preciso organizar e entender a distribuição geográfica do grupo em questão, principalmente considerando o alto grau de desconhecimento e dificuldades inerente de amostragem.

5 CONCLUSÃO

Ainda que tenhamos reunido um número elevado de espécies com coordenadas geográficas, nota-se que a maioria delas possui números de localidades abaixo do ideal para definirmos como geograficamente compreendidas. A partir dessa escassez de informação sobre a distribuição geográfica, percebe-se a necessidade de investir mais em pesquisas e inventários com objetivos específicos de encontrar esses animais, empregando métodos específicos para obter mais sucesso no encontro e coleta das Gymnophiona, como ir a campo usando enxadas e pás, revirando troncos e raízes podres, cavando em lugares úmidos e onde a terra está menos compactada (MACIEL et al., 2019). Além disso, nosso trabalho realça a existência de muitas questões taxonômicas envolvendo o grupo, que ainda são um problema para quem quer dar continuidade às pesquisas com esses animais em outros segmentos, principalmente os de conservação (LYNCH, 1999; GOWER; WILKINSON, 2005; MACIEL, 2016; MACIEL et al., 2019; WILKINSON et al., 2021; FERNÁNDEZ-ROLDÁN; RUEDA-ALMONACID, 2022).

Algumas espécies aparentam possuir distribuições muito restritas ou que precisam de mais esforços para conseguirmos compreender melhor a distribuição geográfica desses animais, como no caso de *Amazops amazops*, alguns *Epicrionops*, algumas *Rhinatrema*, *Atretochoana eiselti*, quase que todos os *Chthonerpeton*, *Nectocaecilia petersii*, algumas das *Caecilia*, os *Brasilotyphlus*, alguns *Luetkenotyphlus*, as *Mimosiphonops*, uma parcela das *Microcaecilia* e alguns *Dermophis* (ver Gráficos 1D e 2D, Apêndice D). Contudo, ainda é vago afirmar que esses animais possuem de fato distribuições restritas, ainda que a descrição de parte importante desses animais tenham sido publicadas há mais de 30 anos, poucas descobertas acerca de parte importante das espécies do grupo não ocorreram, principalmente na região Norte da Cordilheira dos Andes, onde coincide com a maior diversidade desses animais (FROST, 2021).

Outro aspecto que nos levanta o alerta para não cometermos o erro de afirmar com exatidão se essas espécies são de fato restritas ou não às suas localidades, é que mesmo quando estes animais possuem uma ampla distribuição já documentada seguramente na literatura, como são os casos de *Nectocaecilia petersii* e *Atretochoana eiselti*, a detectabilidade desses animais continua baixa (HOOGMOED et al., 2011; FRAGA et al., 2018; MACIEL et al., 2021), ainda que ambas as espécies sejam semiaquáticas/aquáticas, o que nos possibilitaria melhores chances de localizá-las e coletar esses animais através de uma gama maior de métodos de interceptação e coleta, que tendem a ser mais eficazes que os

métodos existentes para espécies fossoriais (TAPLEY; ACOSTA-GALVIS, 2010; MACIEL et al., 2019).

Outra questão que fica clara é a deficiência na disponibilização de dados sobre as coleções científicas, como os dados de ocorrências de espécies, um problema que não reside apenas com as Gymnophiona (PAGE et al., 2015). Por mais que tenhamos obtido um número interessante e grande de informações, acreditamos que se mais coleções estivessem atentas à necessidade de digitalizar seus acervos e disponibilizar seus dados em bases online, como são feitos com os sites *speciesLink*, *VertNet* e *GBIF*, mais trabalhos como esse poderiam ser produzidos, ainda que trabalhos assim possuam inúmeras deficiências, visto que os dados disponíveis nessas bases possuem erros que vão desde a tabulação das localidades até os taxonômicos (ZIZKA et al., 2020). No caso do presente trabalho, devido às condições impostas pela pandemia entre os anos de 2020 e 2022, o tempo e o recurso limitados, não conseguimos conferir os espécimes utilizados neste trabalho. Ainda assim, a maioria dos nossos dados são de fontes verificáveis, com grande influência de espécimes coletados e disponíveis em coleções biológicas ao longo do mundo e com animais publicados na literatura científica, em revistas indexadas e revisadas. Sendo assim, acreditamos que este trabalho, apesar dos possíveis erros e limitações, trará benefícios à comunidade e aos próximos que virão a se interessar pelas Gymnophiona que vivem nos ambientes Neotropicais, visto que conseguimos traçar um panorama que diminuirá as dúvidas a respeito da lacuna Wallaceana (HORTAL et al., 2015).

CAPÍTULO 2

Tirando as cecílias do buraco: distribuição potencial e conservação das cecílias (Amphibia: Gymnophiona) Neotropicais

Lucas de Souza Almeida, Maurício Humberto Vancine, Célio Fernando Baptista Haddad

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há 215 espécies de Gymnophiona descritas para as regiões tropicais da África, Ásia e Américas, sendo que neste último continente há registros de espécies na zona subtropical (GUDYNAS et al., 1988). Essas espécies estão distribuídas em dez famílias: Caeciliidae, Chikilidae, Dermophiidae, Herpelidae, Ichthyophiidae, Grandisoniidae, Rhinatrematidae, Scolecomorphidae, Siphonopidae e Typhlonectidae (WILKINSON et al., 2011; MACIEL; HOOGMOED, 2011b; KAMEI et al., 2012; FROST, 2021). No Neotrópico, as Gymnophiona detém mais da metade das espécies do grupo, sendo divididas em cinco famílias, sendo elas: Rhinatrematidae, Caeciliidae, Typhlonectidae, Siphonopidae e Dermophiidae, contendo atualmente 17 gêneros e 109 espécies (FROST, 2021). Dentre essas famílias, apenas os Typhlonectidae possuem hábitos aquáticos e semiaquáticos mantidos durante todas as fases da vida, sendo que algumas espécies são estritamente aquáticas (MACIEL; HOOGMOED, 2011a; BARDUA et al., 2019). No entanto, vale ressaltar que espécies dentro dos Ichthyophiidae e algumas espécies dentro de Grandisoniidae, que não ocorrem na região de interesse deste trabalho, bem como as espécies da família Rhinatrematidae, estes últimos, sim, pertencentes à Região Neotropical, possuem uma fase larval aquática (KUPFER et al., 2016).

A maioria das espécies de Gymnophiona é considerada fossorial (TAYLOR, 1968), ou seja, exploram cavidades subterrâneas, no caso, escavadas pela força produzida através da cabeça e dos músculos da nuca desses animais (WILKINSON et al., 2011). Apesar disso, generalizar o hábito do grupo como fossorial é incorrer em erro (TRUEB, 1993). Algumas espécies exploram menos os túneis subterrâneos, vivendo um pouco mais próximos da superfície e habitando as camadas de folhiços, troncos caídos, embaixo de rochas e raízes (GOWER; WILKINSON, 2005). Devido ao crânio com ossificação menos compactada, apresentando fenestras temporais maiores e uma boca terminal, os Rhinatrematidae e outras espécies com o crânio mais cinético, podem ser considerados animais menos hábeis ao explorar ambientes fossoriais (NUSSBAUM, 1977; DUCEY et al., 1993; SHERRATT et al., 2014; BARDUA et al., 2019). Os Typhlonectidae possuem fenestras menores, além disso, ao contrário dos Rhinatrematidae, esses animais apresentam boca subterminal, onde o osso nasal não está alinhado com os dentes premaxilares-maxilares, que ficam um pouco atrás da cápsula nasal (SHERRATT et al., 2014). Essa característica da boca subterminal está presente em parte das espécies que formam as família Caeciliidae, Siphonopidae e Dermophiidae

(WILKINSON et al., 2011) e talvez seja uma resposta evolutiva à pressão exercida pelo solo durante o movimento de escavar feito por esses animais (SHERRATT et al., 2014). Ainda que existam alguns indícios de uma vantagem adaptativa ao hábito fossorial por possuir um crânio menos fenestrado, já que ao aplicar uma pressão nas cápsulas nasais destes animais, a distribuição do estresse mecânico é melhor distribuída no crânio menos cinético (KLEINTEICH et al., 2012). São necessários mais estudos experimentais sobre o funcionamento desses traços morfológicos em relação ao hábito de se enterrar (SHERRATT et al., 2014). E mais observações em campo precisam ser feitas com o intuito de coletar esses dados, como feito por Maciel et al. (2012).

Porém, as Gymnophiona continuam sendo um grupo muito pouco conhecido (CASCON; LIMA-VERDE, 1994; ALMEIDA-GOMES et al., 2014; MACIEL et al., 2019). Essas informações básicas de história natural, como comportamento reprodutivo, dieta, uso de habitat, hábitos, períodos reprodutivos, comportamentos defensivos e de caça, parasitas, doenças, competição interespecífica e intraespecífica, permanecem pouco conhecidas para a maioria das espécies (NUSSBAUM; WILKINSON, 1989; GOWER; WILKINSON, 2005). Por conta dos seus hábitos crípticos, essas lacunas ainda persistem, pois esses animais são difíceis de encontrar e as poucas técnicas de amostragem que são consideradas minimamente eficazes para buscar os representantes desse grupo, são pouco empregadas nos trabalhos de campo (MACIEL et al., 2019). Esse cenário contribui para que as cecílias continuem sendo os tetrápodes terrestres menos conhecidos atualmente (ELIZONDO-LARA, 2021).

Diante do atual quadro de desconhecimento sobre a Ordem Gymnophiona, decorrente da ausência de amostragens desses animais e da falta de informações sobre os seus hábitos, existe a real possibilidade de que muitas espécies estejam ameaçadas devido aos impactos antrópicos nos ambientes neotropicais, como perda de habitat, poluição, doenças e mudanças climáticas (GOWER; WILKINSON, 2005; GOWER et al., 2013). Hortal et al. (2015) organizaram e classificaram sete lacunas de conhecimento existentes ao estudarmos a biodiversidade. Pelo menos três delas, a Linneana, que trata sobre o desconhecimento de espécies; a Wallaceana, que trata da incompletude do conhecimento sobre a distribuição geográfica; e a Prestoniana, que se refere à falta de informação sobre a abundância dos táxons e a dinâmica populacional ao longo do tempo e do espaço, se aplicam à maioria das espécies de cecílias neotropicais. Outro problema ao trabalharmos com distribuição de espécies é a existência de vieses produzidos pelas coletas efetuadas ao longo dos anos, que acabam por corresponder a alguns padrões históricos e sociais. Grande parte dos vieses está atrelada a maior ou menor acessibilidade dos ambientes, quantidade de pesquisadores que,

historicamente, se dedicaram ao grupo taxonômico, presença ou não de instituições de pesquisas nos arredores dos ambientes mais amostrados e, até mesmo, as características ambientais e geofísicas dos biomas (OLIVEIRA et al., 2016b). Para a Ordem Gymnophiona é esperado que esses vieses amostrais se repitam, o que pode refletir em padrões de distribuição contaminados por esse padrão de acessibilidade.

Dito isso, há a necessidade de se desenvolver pesquisas que busquem entender e apontar possíveis locais onde as cecílias podem ser mais facilmente encontradas e se existem vieses de amostragem para o grupo ou não. Uma das maneiras de se alcançar esses objetivos, podendo inclusive indicar ambientes ainda não conhecidos como favoráveis à presença das espécies de Gymnophiona, é através do uso de modelos de distribuição de espécies (*Species distribution models* - SDMs, GUIBAN; THULLER, 2005; PHILLIPS, 2008; GUIBAN et al., 2017). Os SDMs possuem inúmeras aplicações, sendo uma das áreas da ecologia com maior desenvolvimento nos últimos anos (PETERSON et al., 2011; GUIBAN et al., 2017; LIMA-RIBEIRO; DINIZ-FILHO, 2018). Uma dessas inúmeras aplicações dos SDMs é prever ambientes favoráveis à ocorrência de espécies, cuja distribuição geográfica é pouco conhecida (GIANNINI et al., 2012; GUIBAN et al., 2017). Assim, a partir do uso de SDMs, os mapas de distribuição potencial podem indicar novos locais apropriados para a realização de amostragens e coletas desses animais, promovendo relevante auxílio no preenchimento de lacunas existentes sobre a distribuição geográfica do grupo e suas relações com as características ambientais dessas localidades. Consequentemente, o encontro de mais indivíduos acabaria contribuindo também com avanços na definição do status de conservação das espécies classificadas como DD (dados insuficientes, IUCN), além de promover indiretamente os estudos de história natural, dieta, ecologia, taxonomia e sistemática, entre outros campos de estudo que são pouco explorados para o grupo (GIOVANELLI et al., 2008)

Para utilizarmos a abordagem de SDMs, vale pontuarmos algumas questões importantes sobre as definições que utilizamos para os termos “distribuição de espécie” e “nicho ecológico”, já que ambas as terminologias são confusas, apresentam disparidades entre diferentes bibliografias e precisam ser definidas quando tratamos de SDMs (SOBERÓN; NAKAMURA, 2009; MOTA-VARGAS et al., 2019). A definição de área de distribuição de uma espécie é complexa e existem inúmeras vertentes que abordam esse tema (MOTA-VARGAS; ROJAS-SOTO, 2012). No presente trabalho, seguimos a proposição feita por Mota-Vargas et al. (2019), que apresentam a seguinte definição: “a distribuição de uma espécie é um espaço geográfico que está acessível para uma espécie, onde as condições e interações ecológicas em todas as escalas favorecem a presença de seus indivíduos.” Sobre

nicho ecológico, seguimos a definição de Hutchinson (1957): “O nicho ecológico de uma espécie é dado através de todas as condições ótimas dentro do hipervolume n-dimensional de condições bióticas e abióticas no qual a espécie pode se desenvolver e subsistir.”

Quando se deseja estimar a distribuição de espécies, um dos artifícios é partir da premissa de que o nicho ecológico é uma condição conservada taxonomicamente. Chama-se essa característica dos modelos de distribuição de espécies de conservantismo de nicho. Esse conceito nos permite avaliar a distribuição potencial dos seres vivos, mesmo que a espécie em questão apresente uma distribuição ampla e até mesmo disjunta, pois assumimos que, diferentemente das relações que envolvem as variáveis bióticas (nicho Eltoniano), as relações entre os táxons e as variáveis ambientais se modificam de maneira lenta, tanto ao longo do tempo, quanto ao longo do espaço (SOBERÓN; NAKAMURA, 2009). Ao efetuar o uso apenas das variáveis ambientais, consideramos a existência do ruído Eltoniano e da hipótese de que o nicho Grinelliano é mais conservado que o nicho Eltoniano (SOBERÓN; NAKAMURA, 2009; SILLERO et al., 2021). Esses dois conceitos diminuem a importância dos efeitos oriundos dos fatores bióticos, já que os nossos modelos partem de escalas regionais, o que torna inapropriado tratarmos dessas relações que dependem de escalas mais refinadas, por exemplo, interações ecológicas que dizem respeito à competição, que podem passar por alterações ao longo de um curto espaço geográfico e de tempo (THOMPSON, 2005; WIENS; GRAHAM, 2005; SOBERÓN; NAKAMURA, 2009). Ainda sobre os reflexos da escala espacial, fica muito difícil considerarmos variáveis de aspectos bióticos devido às diferenças intrínsecas onde as distintas comunidades e populações estão inseridas, produzindo uma discrepância nas variáveis, das quais não obtivemos meios de mensurar ao longo de uma ampla distribuição geográfica. Outra particularidade que nos induziu a não usar as variáveis bióticas são as lacunas que existem a respeito da história natural e das dinâmicas populacionais que envolvem grande parte das espécies de Gymnophiona que ocorre na Região Neotropical (BARDUA et al., 2019; MACIEL; PRUDENTE, 2021).

Após o desenvolvimento dos modelos de distribuição de espécies, relacionamos as áreas entendidas como mais diversas a algumas outras condições, testando os possíveis vieses de amostragem comuns durante os levantamentos de fauna e inventários científicos (veja OLIVEIRA et al., 2016b). Para isso, relacionamos a diversidade alfa com: 1) a distância entre rios navegáveis e estradas pavimentadas; 2) a cobertura florestal; 3) a pegada ecológica da região; 4) e a porcentagem de áreas protegidas. Com isso, direcionando, de forma ainda mais precisa, quais áreas possuem maior e menor necessidade de amostragem e de maior atenção do aspecto conservacionista para as cecílias na Região Neotropical.

Existem poucas iniciativas com o objetivo de realizar uma compilação de informações sobre a distribuição das Gymnophiona ou criação de modelos de distribuição das Gymnophiona para a Região Neotropical. Até onde conseguimos levantar, existem as iniciativas do *Map of Life* (<https://mol.org/>) e o repositório alimentado pela Pontificia Universidad Católica del Ecuador (<https://bioweb.bio/>). Pincheira-Donoso et al. (2019) produziram um trabalho que se propôs a modelar a distribuição das cecílias, com o objetivo de relacionar o tamanho corporal desses animais com a distribuição geográfica e as variáveis climáticas. Essa foi, até onde conseguimos acompanhar, a única referência bibliográfica que usa de modelos de distribuição de espécies para uma quantidade importante de táxons na Ordem. Existe um trabalho com objetivo mais pontual, que visou modelar a distribuição potencial de *Caecilia tentaculata* usando coordenadas obtidas através do *GBIF*, com o algoritmo MAXENT e algumas variáveis climáticas (BORGES-NOJOSA et al., 2017).

O presente trabalho inova ao fazer o uso de variáveis que vão além das climáticas, como variáveis relacionadas com o habitat e os hábitos desses organismos. Por se tratarem majoritariamente de animais fossoriais, incluímos aspectos que tratam da diversidade dos ambientes terrestres dentre as variáveis preditoras, por exemplo, aspectos da composição do solo, variáveis relacionadas à topografia, pH da água presente no solo e profundidade do solo. Sendo essa uma abordagem decisiva para atingir o objetivo de produzir os mapas de distribuição potencial desses animais, já que a maioria das espécies vive em galerias escavadas no solo, enquanto algumas das espécies possuem uma fase larval aquática, ou passam toda a vida associadas a corpos d'água e áreas adjacentes, como lamaçais e bancos de areia que margeiam esses ambientes de água doce, podendo ainda apresentar como hábito secundário a fossorialidade (MOODIE, 1978; GORZULA; SEÑARIS, 1998).

Dito isso, os objetivos principais deste trabalho foram apresentar as distribuições conhecidas e desenvolver mapas de distribuição potencial das espécies de cecílias, visando incrementar o atual panorama do conhecimento sobre as Gymnophiona na Região Neotropical, indicando possíveis novas áreas adequadas para a ocorrência das espécies. Assim, através dos modelos finais é possível discutir os padrões de distribuição geográfica desse grupo ao longo dos ecossistemas neotropicais, respondendo às seguintes perguntas: i) “qual a porcentagem de espécies com distribuição restrita no grupo?”; ii) “quais preditores ambientais são relevantes para a modelagem potencial do grupo?”; iii) “a falta de conhecimento acerca do grupo está mais associada aos hábitos secretivos ou à reduzida distribuição geográfica nos ecossistemas onde elas ocorrem?”; iv) “variáveis de solo respondem bem à distribuição das espécies de cecílias?”; v) “a importância do poder

explicativo das variáveis segue algum padrão filogenético para o grupo de Gymnophiona da Região Neotropical?"; vi) "em quais locais existe uma diversidade maior de cecílias dentro da América?"; vii) "quais os vieses de amostragem que ocorrem quando trabalhamos com as Gymnophiona da Região Neotropical?"; viii) "em que locais as cecílias precisam de maior proteção?".

Além disso, as análises de proposição de áreas de amostragem em função da distância euclidiana de estradas e rios navegáveis foram métricas importantes para apontar locais propícios para novas campanhas de amostragem das espécies, dada a conveniência de infraestrutura e facilidade de acesso. Ademais, avaliamos a diversidade de espécies em função de características da paisagem como porcentagem de cobertura florestal, assim como pegada ecológica (*Human Footprint*) e distância de áreas protegidas, acrescentando uma dimensão de conservação às análises. Dessa forma, nossos mapas direcionam futuros esforços de levantamento em campo para facilitar o encontro desses organismos. Esses mapas podem, em outro momento, auxiliar na identificação de áreas prioritárias para a conservação desse grupo nas regiões tropicais e subtropicais das Américas, permitindo que futuras pesquisas avaliem os efeitos locais de perturbações antrópicas sobre as áreas indicadas como adequadas para a ocorrência desses animais. Dentre as perturbações que acreditamos serem relevantes de se investigar mais a fundo sobre as Gymnophiona, temos: as consequências do desmatamento e da fragmentação do habitat, as mudanças na cobertura da terra, a presença de quitridiomicose, as consequências do uso de agrotóxicos no ambiente (GOWER; WILKINSON, 2005; GOWER et al., 2013) e os efeitos das mudanças climáticas.

5 CONCLUSÃO

Nossos modelos de distribuição potencial apontaram locais adequados para a ocorrência de 95 espécies de Gymnophiona, e ao levarmos em consideração variáveis que vão além das climáticas, considerando principalmente os hábitos desse grupo, obtivemos resultados que condizem com parte do que se tem publicado na literatura a respeito desses animais. Além disso, nossas análises sobre a importância das variáveis preditoras e como elas influenciam a distribuição desses animais traz uma gama de informações que ainda se fazia ausente na literatura.

O trabalho aponta locais que precisam ser melhor amostrados, como a porção ocidental da floresta Amazônica, e principalmente ao sul do Rio Amazonas, que aparentam possuir uma lacuna de amostragem significativa para o grupo. Os resultados nos fazem elencar diversos aspectos da diversidade desses animais, levantando pontos de discussão como: alguns dos fatores relevantes para a presença desses animais, quais locais necessitam de maior esforço amostral, quais regiões precisam ser melhor protegidas na tentativa de se conservar a diversidade desse grupo na Região Neotropical e se existe ou não influência da pegada ecológica sobre o padrão de distribuição da riqueza desse grupo. É possível definir quais são os locais que a comunidade científica pode direcionar esforços para incrementar o conhecimento sobre as cecílias, procurando por novas espécies em áreas pouco amostradas para o grupo e indicando locais que são importantes para o monitoramento de espécies que já conhecemos, e que podem nos dar pistas sobre quais são os efeitos das ameaças que podem acometer as Gymnophiona na Região Neotropical. Dentre as limitações que podemos mencionar do trabalho, temos o fato de não termos conseguido acessar uma quantidade importante de coordenadas para algumas espécies que poderiam estar melhor representadas no trabalho, como o caso de *Nectocaecilia petersii*, alguns Rhinatrematidae, Caeciliidae, e poucos Dermophiidae, bem como o uso de material histórico em meio aos dados. É importante ressaltar que não conseguimos conferir a identificação dos espécimes que estão disponíveis nestas coleções e bases de dados *online* por nós utilizadas. Por fim, estamos em contato com um pesquisador especialista no grupo, que vem nos auxiliando no trabalho. Ainda assim, nosso trabalho é uma tentativa de romper com a lacuna Wallaceana e Hutchinsoniana que abarcava o grupo dentro da região Neotropical, e isso foi executado para 87% das espécies que nos dedicamos a pesquisar ao longo dos últimos dois anos.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-GALVIS, A. R. Anfíbios de los enclaves secos del área de influencia de los Montes de María y la Ciénaga de la Caimanera, departamento de Sucre, Colombia. **Biota Colombiana**, v. 13, n. 2, p. 211-231, 2012.
- ACOSTA-GALVIS, A. R.; TORRES, M.; PULIDO-SANTACRUZ, P. A new species of *Caecilia* (Gymnophiona: Caeciliidae) from the Magdalena valley region of Colombia. **Zookeys**, v. 884, p. 135-157, 2019.
- ALMEIDA-GOMES, M.; SIQUEIRA, C. C.; BORGES-JÚNIOR, V. N. T.; VRCIBRADIC, D.; FUSINATTO, L. A.; ROCHA, C. F. D. Herpetofauna of the Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA) and its surrounding areas, in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 3, 20130078, 2013.
- ALMEIDA, L. S.; TIMM, C. D. *Chthonerpeton indistinctum* (Argentina Caecilian). Predation. **Herpetological Review**, v. 53, n. 2, 2022.
- ALMENDÁRIZ, A.; SIMMONS, J. E.; BRITO, J.; VACA-GUERRERO, J. Overview of the herpetofauna of the unexplored Cordillera del Cóndor of Ecuador. **Amphibian & Reptile Conservation**, v. 8, n. 1, p. 45-64, 2014.
- ALLOUCHE, O.; TSOAR, A.; KADMON, R. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 6, p.1223-1232, 2006.
- ALVES-SILVA, K. R.; MERCÊS, M. P.; SANTOS, A. L.; RAMOS, L. C. Note on the distribution of the caecilian *Potamotyphlus kaupii* (Berthold, 1859) (Gymnophiona: Typhlonectidae) in Brazil. **Herpetology Notes**, v. 10, p. 395-396, 2017.
- AMATULLI, G.; DOMISCH, S.; TUANMU, M. N.; PARMENTIER, B.; RANIPETA, A.; MALCZYK, J.; JETZ, W. A suite of global, cross-scale topographic variables for environmental and biodiversity modeling. **Scientific data**, v. 5, 180040, 2018.
- ANDERSON, A. B. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. **Biotropica**, v. 13, n. 3, p. 199-210, 1981.
- ANGARITA-M, O.; MONTES-CORREA, A. C.; RENJIFO, J. M. Amphibians and reptiles of an agroforestry system in the Colombian Caribbean. **Amphibian & Reptile Conservation**, v. 8, n. 1, p. 33-52 (e92), 2015.
- ANTONELLI, A.; SANMARTÍN, I. Why are there so many plant species in the Neotropics? **Taxon**, v. 60, p. 403-414, 2011.
- ANTONELLI, A.; ZIZKA, A.; CARVALHO, F. A.; SCHARN, R.; BACON, C. D.; SILVESTRO, D.; CONDAMINE, F. L. Amazonia is the primary source of Neotropical biodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 23, p. 6034-6039, 2018.
- ARAÚJO, M. B.; NEW, M. Ensemble forecasting of species distributions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 22, n. 1, p. 42-47, 2007.

- ARINO, O.; Ramos Perez, J. J.; KALOGIROU, V.; BONTEMPS, S.; DEFOURNY, P.; VAN BOGAERT, E. Global land cover map for 2009 (GlobCover 2009). **PANGAEA - Data Publisher for Earth & Environmental Science**, 2012.
- ARROBA, T.; COLOMA, L. A.; FRENKEL, C.; FÉLIX-NOVOA, C. *Epicrionops marmoratus* En: RON, S. R.; MERINO-VITERI, A.; ORTIZ, D. A. (Eds). Anfibios del Ecuador. Version 2021.0. **Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador**.
<<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/FichaEspecie/Epicrionops%20marmoratus>>, acceso viernes, 28 de Octubre de 2022.
- BARDUA, C.; WILKINSON, M.; GOWER, D. J.; SHERRATT, E.; GOSWAMI, A. Morphological evolution and modularity of the caecilian skull. **BMC Evolutionary Biology**, v. 19, n. 1, p. 1-23, 2019.
- BARRIO-AMORÓS, C. L.; ROJAS-RUNJAIC, F. J. M.; SEÑARIS, J. C. Catalogue of the amphibians of Venezuela: illustrated and annotated species list, distribution, and conservation. **Amphibian & Reptile Conservation**, v. 13, n. 1, p. 1-198, 2019.
- BENAVIDES, J. C.; GUTIERREZ, C. A. Effect of deforestation in palm-epiphytic bryophyte communities in a cloud forest in the northern Andes. **The Bryologist**, v. 114, n. 1, p. 155-165, 2011.
- BERNAL, M. H.; PALMA, G. M. *Micrurus mipartitus* (Redtail coralsnake). Diet. **Herpetological Review**, v. 42, n. 4, 2011.
- BOISTEL, R.; PAUWELS, O. S. G. *Oscacaecilia zweifeli* (Zweifel's Caecilian). Predation. **Herpetological Review**, v. 33, n. 2, p. 120-121, 2002.
- BORGES-NOJOSA, D. M.; CASTRO, D. P.; LIMA, D. C.; BEZERRA, C. H.; MACIEL, A. O.; HARRIS, D. J. Expanding the known range of *Caecilia tentaculata* (Amphibia: Gymnophiona) to relict mountain forests in northeastern Brazil: linking Atlantic forest to the Amazon? **SALAMANDRA**, v. 53, n. 3, p. 429-434, 2017.
- BREIMAN, L. Random Forests. **Machine Learning**, v. 45, n. 1, p. 5-32, 2001.
- BREINER, F. T.; GUISAN, A.; BERGAMINI A.; NOBIS, M. P. Overcoming limitations of modelling rare species by using ensembles of small models. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, p. 1210–1218, 2015.
- BRUSQUETTI, F.; LAVILLA, E. O. Lista comentada de los anfibios de Paraguay. **Cuadernos de Herpetología**, v. 20, n. 2, p. 3-79, 2006.
- CALENGE, C. The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. **Ecological Modelling**, v. 197, p. 516-519, 2006.
- CAMPER, J. D. *Caecilia abitaguae* (Abitagua Caecilian). Attempted Canibalism. **Herpetological Review**, v. 47, n. 2, p. 275, 2016.
- CARMO, L. F.; MIGUEL, I. R.; PINNA, P. H.; FERNANDES, D. S.; WOITOVICZ-CARDOSO, M. Amphibians of the Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, a sandy coastal environment in southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 2, e20190727, 2019.

- CARPENTER, G.; GILLISON, N. A.; WINTER, J. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of animals and plants. **Biodiversity and Conservation**, v. 2, n. 6, p. 667-680, 1993.
- CASCON, P.; LIMA-VERDE, J. S. Uma nova espécie de *Chthonerpeton* do nordeste brasileiro (Amphibia, Gymnophiona, Typhlonectidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 4, p. 549-553, 1994.
- CATENAZZI, A.; VON MAY, R. Systematics and Conservation of Neotropical Amphibians and Reptiles. **Diversity**, v. 13, n. 2, p. 45-50, 2021.
- CHAMBERLAIN, S. **Package spocc: Interface to Species Occurrence Data Sources**. R package version 0.9.0. 2018. Vienna, Austria: R foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=spocc>>
- CHAVES-PORTILLA, G. A.; LÓPEZ-ORDÓÑEZ, J. P.; FERNÁNDEZ-ROLDÁN, J. D.; LYNCH, J. D. First record of Peter's caecilian *Epicrionops petersi* from Colombia. **The Herpetological Bulletin: Short Communication**, v. 158, p. 35-36, 2021.
- CINTRA, C. E. D.; SILVA, H. L. R.; GONÇALVES, F. A.; SILVA-JÚNIOR, N. J. *Potamotyphlus kaupii*. Brazil: Maranhão. **Herpetological Review**, v. 41, n. 2, p. 242, 2010.
- CISNEROS-HEREDIA, D. F. La herpetofauna de la Estación de Biodiversidad Tiputini, Ecuador. Diversidad y Ecología de los Anfibios y Reptiles de una comunidad taxonómicamente diversa. **Proyecto Final de B. S. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**, 2016.
- CISNEROS-HEREDIA, D. F. New distributional records of amphibians in the Andes of Ecuador. **Herpetozoa**, v. 17, p. 194-195, 2004.
- CLEEF, A. M. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. **Mededelingen van het Botanisch Museum en Herbarium van de Rijksuniversiteit te Utrecht**, v. 481, n. 1, p. 1-320, 1981.
- CORREIA, L. L.; NUNES, P. M. S.; GAMBLE, T.; MACIEL, A. O.; MARQUES-SOUZA, S.; FOUQUET, A.; RODRIGUES, M. T.; MOTT, T. A new species of *Brasilotyphlus* (Gymnophiona: Siphonopidae) and a contribution to the knowledge of the relationship between *Microcaecilia* and *Brasilotyphlus*. **Zootaxa**, v. 4527, n. 2, p. 186-196, 2018.
- CUENTAS, D.; BORJA, R.; LYNCH, J. D.; RENJIFO, J. M. **Anuros del departamento del Atlántico y Norte del Bolívar**. Cencys 21, Barranquilla, Colombia, 2002.
- DA SILVA, F. F. G.; MOTT, T.; GAREY, M. V.; VITULE, J. R. S. *Chthonerpeton viviparum* Parker & Wettstein, 1929 (Amphibia, Gymnophiona, Typhlonectinae) in Paraná state, Brazil and the first record of predation of this species by *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Actinopterygii, Erythrinidae). **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 3, p. 261-262, 2007.
- DA SILVA, H. R.; BRITTO-PEREIRA, M. C.; CARAMASCHI, U. A new species of *Chthonerpeton* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae) from Bahia, Brazil. **Zootaxa**, v. 381, p. 1-11, 2003.

- DAUDIN, F. **Histoire Naturelle, Générale et Particulière des Reptiles Ouvrage Faisant suit à l'Histoire Naturelle Générale et Particulière, Composée par Leclerc de Buffon et Rédigée par C. S. Sonnini**, Membre de Plusieurs Sociétés Savantes. Volume 7. Paris: F. Dufart, 1803.
- DE LIMA, N. E.; CARVALHO, A. A.; LIMA-RIBEIRO, M. S.; MANFRIN, M. H. Caracterização e história biogeográfica dos ecossistemas secos neotropicais. **Rodriguésia**, v. 69, n. 4, p. 2209-2222, 2018.
- DINERSTEIN, E. et al. An Ecoregion-Based approach to protecting half the Terrestrial Realm. **BioScience**, v. 67, n. 6, p. 534-545, 2017.
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; RANGEL, T. F.; LOYOLA, R. D.; HOF, C.; NOGUÉS-BRAVO, D.; ARAÚJO, M. B. Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change. **Ecography**, v. 32, n. 6, p. 897-906, 2009.
- DOMISCH, S.; AMATULLI, G.; JETZ, W. Near-global freshwater-specific environmental variables for biodiversity analyses in 1 km resolution. **Scientific Data**, v. 2, 150073, 2015.
- DONNELLY, M. A.; WAKE, M. H. A new *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona) from Guyana with comments on *Epicrionops niger*. **Copeia**, v. 2013, n. 2, p. 223-231, 2013.
- DUCEY, P. K.; FORMANOWICZ-JR, D. R.; BOYET, L.; MAILLOUX, J.; NUSSBAUM, R. A. Experimental examination of burrowing behavior in caecilians (Amphibia: Gymnophiona): Effects of soil compaction on burrowing ability of four species. **Herpetologica**, v. 49, n. 4, p. 450-457, 1993.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1994.
- DUEÑEZ-GÓMEZ, F.; MUÑOZ-GUERRERO, J.; RAMÍREZ-PINILLA, M. P. Herpetofauna del corregimiento Botillero (El Banco, Magdalena) en la depresión Momposina de la Región Caribe Colombiana. **Actualidades Biológicas**, v. 26, n. 81, p. 161-170, 2004.
- DUNN, E. R. **The American Caecilians**. Harvard: Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy, 1942.
- ELITH, J. et al. Novel methods improve prediction of species' distribution from occurrence data. **Ecography**, v. 29, n. 2, p. 129-151, 2006.
- ELIZONDO-LARA, L. C. First record of *Caecilia guntheri* Dunn, 1942 (Gymnophiona, Caeciliidae) in Central America. **Check List**, v. 17, n. 2, p. 649-653, 2021.
- ESCALANTE, R. N.; AMADOR, H. S. The Osa Caecilian (*Osaecilia osae*): New localities, elevational record, and predation by a Common Black-Hawk (*Buteogallus anthracinus*). **Reptiles & Amphibians**, v. 27, n. 3, p. 491-493, 2020.
- EXBRAYAT, J. M. An Anatomical feature of caecilian amphibians: the lengthening of the body and organs. **Journal of Anatomy Forecast**, v. 1003. n. 1, p. 1-2, 2018.

- EXBRAYAT, J. M.; RAQUET, M. Vertebrate evolution: the strange case of gymnophionan amphibians. In: **Evolutionary Biology**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 71-89, 2009.
- FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. Florianópolis. **Insula**, n. 28, p. 1-30, 1999.
- FERNÁNDEZ-ROLDÁN, J. D.; LYNCH, J. D. A new species previously confused with *Caecilia pachynema* (Günther, 1859) (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) from the Cordillera Central of Colombia. **Revista Latinoamericana de Herpetología**, v. 4, n. 2, p. 53-64, 2021.
- FERNÁNDEZ-ROLDÁN, J. D.; LYNCH, J. D.; BOCANUMENTH, D. Rediscovery of *Oscacaecilia ochrocephala* (Cope, 1866) (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) in Colombia, with comments on its variation and affinity to *O. polyzona* (Fischer, 1880). **Revista Latinoamericana de Herpetología**, v. 5, n. 3, p. 25-31, 2022.
- FERNÁNDEZ-ROLDÁN, J. D.; RUEDA-ALMONACID, J. V. A new species of the genus *Caecilia* Linnaeus, 1758 (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) from Caquetá, Colombia. **Revista Latinoamericana de Herpetología**, v. 5, n. 3, p. 51-57, 2022.
- FOIS, M.; CUENA-LOMBRAÑA, A.; FENU, G.; BACCHETTA, G. Using species distribution models at local scale to guide the search of poorly known species: review, methodological issues and future directions. **Ecological Modelling**, v. 385, p. 124-132, 2018.
- FRAGA, R.; SANTOS-JR., A. P.; SOUZA, E.; KAWASHITA-RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, S.; MACIEL, A. O. Notes on the poorly known caecilian *Nectocaecilia petersii* (Gymnophiona: Typhlonectidae) of the Brazilian Amazon. **Phyllomedusa**, v. 17, n. 2, p. 289-293, 2018.
- FROST, D. R. Amphibian Species of the World: an Online Reference, Version 6.1 (27 julho 2021). New York: **American Museum of Natural History**, 2021. Disponível em: <<https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>>. Acesso em: 06 out. 2021.
- GALVÁN-GUEVARA, S.; DE LA OSSA-VELÁSQUEZ, J. Herpetofauna registrada para el area de influencia de la Reserva Florestal Protectora Serranía de Coraza, Colosó, Sucre, Colombia. **Revista Colombiana de Ciencia Animal**, v. 1, n. 2, p. 250-258, 2009.
- GANS, C.; MONTERO, R. An atlas of amphisbaenian skull anatomy. **Biology of the Reptilia**, v. 21, p. 621-738, 2008.
- GENTRY, A. H.; DODSON, C. H. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, n. 2, p. 205-233, 1987.
- GIANNINI, T. C.; SIQUEIRA, M. F.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F. C. C.; SARAIVA, A. M.; ALVES-DOS-SANTOS, I. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.
- GIOVANELLI, J. G. R.; ARAUJO, C. O.; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. Modelagem do nicho ecológico de *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 3, n. 2, p. 59-65, 2008.

- GIRI, V.; WILKINSON, M.; GOWER, D. J. A new species of *Gegeneophis* Peters (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) from southern Maharashtra, India, with a key to the species of the genus. **Zootaxa**, v. 351, n. 1, p. 1-10, 2003.
- GORZULA, S.; SEÑARIS, J. C. Contribution to the herpetofauna of the Venezuelan Guayana I. A database. **Scientia Guianae**, v. 8, p. 1-270, 1998.
- GOWER, D. J.; DOHERTY-BONE, T.; LOADER, S. P.; WILKINSON, M.; KOUETE, M. T.; TAPLEY, B.; ORTON, F.; DANIEL, O. Z.; WYNNE, F.; FLACH, E.; MÜLLER, H.; MENEGON, M.; STEPHEN, I.; BROWNE, R. K.; FISHER, M. C.; CUNNINGHAM, A. A.; GARNER, T. W. J. *Batrachochytrium dendrobatidis* infection and lethal chytridiomycosis in caecilian amphibians (Gymnophiona). **EcoHealth**, v. 10, p. 173-183, 2013.
- GOWER, D. J.; WILKINSON, M. Conservation biology of caecilian amphibians. **Conservation Biology**, v. 19, n. 1, p. 45-55, 2005.
- GOWER, D. J.; WILKINSON, M.; SHERRATT, E. KOK, P. J. R. A new species of *Rhinatrema* Duméril & Bibron (Amphibia: Gymnophiona: Rhinatrematidae) from Guyana. **Zootaxa**, v. 2391, p. 47-60, 2010.
- GUDYNAS, E.; WILLIAMS, J. D. The southernmost population of a caecilian, *Chthonerpeton indistinctum*, in Uruguay. **Journal of Herpetology**, v. 20, n. 2, p. 250-253, 1986.
- GUDYNAS, E.; WILLIAMS, J. D.; AZPELICUETA, M. M. Morphology, ecology and biogeography of the South American caecilian *Chthonerpeton indistinctum* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae). **Zoologische Mededelingen**, v. 62, n. 2, p. 5-28, 1988.
- GUISAN, A.; RAHBEK, C. SESAM - a new framework integrating macroecological and species distribution models for predicting spatio-temporal patterns of species assemblages. **Journal of Biogeography**, v. 38, p. 1433-1444, 2011.
- GUISAN, A.; THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, v. 8, p. 993-1009, 2005.
- GUISAN, A.; THUILLER, W.; ZIMMERMANN, N. E. **Habitat suitability and distribution models: with applications in R**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A.; LOEBMANN, D.; GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. **Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia**. São Paulo: Anolis Books Editora, 2013.
- HENGL, T.; DE JESUS, J. M.; MACMILLAN, R. A.; BATJES, N. H.; HEUVELINK, G. B. M.; RIBEIRO, E.; SAMUEL-ROSA, A.; KEMPEN, B.; LEENAARS, J. G. B.; WALSH, M. G.; GONZALEZ, M. R. SoilGrids1 km — Global soil information based on automated mapping. **PLOS ONE**, v. 9, e105992, 2014.
- HENGL, T.; JESUS, J. M.; HEUVELINK, G. B. M.; GONZALEZ, M. R.; KILIBARDA, M.; BLAGOTIĆ, A.; SHANGGUAN, W.; WRIGHT, M. N.; GENG, X.; BAUER-MARSCHALLINGER, B.; GUEVARA, M. A.; VARGAS, R.; MACMILLAN, R. A.; BATJES, N.; LEENAARS, J. G. B.; RIBEIRO, E.; WHEELER, I.; MANTEL, S.;

- KEMPEN, B. SoilGrids 250m: global gridded soil information based on machine learning. **PLOS ONE**, v. 12, n. 2, e0169748.
- HERNANDEZ, P. A.; GRAHAM, C. H.; MASTER, L. L.; ALBERT, D. L. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. **Ecography**, v. 29, p. 773-785, 2006.
- HERSHKOVITZ, P. A new caecilian from Ecuador. **Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan**, v. 370, p. 1-3, 1938.
- HEYER, W. R.; MCDIARMID, R. W.; DONNELLY, M. A.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians**. Washington, DC: Smithsonian Institution, 1994.
- HIRZEL, A. H.; HAUSSER, J.; CHESSEL, D.; PERRIN, N. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? **Ecology**, v. 83, p. 2027-2036, 2002.
- HOOGMOED, M. S.; MACIEL, A. O.; CORAGEM, J. T. Discovery of the largest lungless tetrapod, *Atretochoana eiselti* (Taylor, 1968) (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae), in its natural habitat in Brazilian Amazonia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 6, n. 3, p. 241-262, 2011.
- HOORN, C.; WESSELINGH, F. P.; TER STEEGE, H.; 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. Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution, and biodiversity. **Science**, v. 330, n. 6006, p. 927-931, 2010.
- HUBER, O. Neotropical Savannas: their flora and vegetation. **Tree**, v. 2, n. 3, p. 67-71, 1987.
- HUTCHINSON, G. E. Concluding Remarks. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, v. 22, p. 415-422, 1957.
- IUCN, 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on [20 October 2022].
- JARED, C.; MAILHO-FONTANA, P. L.; JARED, S. G. S.; KUPFER, A.; DELABIE, J. H. C.; WILKINSON, M.; ANTONIAZZI, M. M. Life history and reproduction of the Neotropical caecilian *Siphonops annulatus* (Amphibia, Gymnophiona, Siphonopidae), with special emphasis on parental care. **Acta Zoologica**, p. 1-11, 2018.
- JENKINS-JR, F. A.; WALSH, D. M. An Early Jurassic caecilian with limbs. **Nature**, v. 365, p. 246-250, 1993.
- JENKINS-JR, F. A.; WALSH, D. M.; CARROLL, R. L. Anatomy of *Eocaecilia micropodia*, a limbed caecilian of the Early Jurassic. **Bulletin Museum of Comparative Zoology**, v. 158, n. 6, p. 285-365, 2007.
- JONES, D. T.; LOADER, S. P.; GOWER, D. J. Trophic ecology of East African caecilians (Amphibia: Gymnophiona), and their impact on forest soil invertebrates. **Journal of Zoology**, v. 269, p. 117-126, 2006.

- KAMEI, R. G.; SAN MAURO, D.; GOWER, D. J.; BOCXLAER, I. V.; SHERRATT, E.; THOMAS, A.; BABU, S.; BOSSUYT, F.; WILKINSON, M.; BIJU, S. D. Discovery of a new family of amphibians from northeast India with ancient links to Africa. **Proceedings of the Royal Society**, v. 279, p. 2396-2401, 2012.
- KARGER, D.N.; CONRAD, O.; BÖHNER, J.; KAWOHL, T.; KREFT, H.; SORIA-AUZA, R.W., ZIMMERMAN, N.E.; LINDER, H.P.; KESSLER, M. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. **Scientific Data**, v. 4, 170122, 2017.
- KARGER, D.N.; CONRAD, O.; BÖHNER, J.; KAWOHL, T.; KREFT, H.; SORIA-AUZA, R.W., ZIMMERMAN, N.E.; LINDER, H.P.; KESSLER, M. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. **EnviData**, 2021.
- KEATING, P. L. Changes in Paramo vegetation along an elevation gradient in southern Ecuador. **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 126, n. 2, p. 159-175, 1999.
- KLEINTEICH, T.; MADDIN, H. C.; HERZEN, J.; BECKMANN, F.; SUMMERS, A. P. Is solid always best? Cranial performance in solid and fenestrated caecilian skulls. **The Journal of Experimental Biology**, v. 215, p. 833-844, 2012.
- KÖHLER, G. **Amphibians of Central America**. Offenbach: Herpeton Verlag, 2011.
- KUBICKI, B.; ARIAS, E. Vulcan's Slender Caecilian, *Caecilia volcani*, in Costa Rica. Miscellaneous Notes. **Mesoamerican Herpetology**, v. 4, n. 2, p. 488-492, 2017.
- KUBICKI, B.; REYES, M. F. Collection of *Dermophis parviceps* (Gymnophiona: Caeciliidae) from underground mud nests in Guayacán, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 52, n. 1, p. 213-214, 2004.
- KUPFER, A.; KRAMER, A.; HIMSTEDT, W.; HARTMUT, G. Copulation and egg retention in an oviparous caecilian (Amphibia: Gymnophiona). **Zoologischer Anzeiger**, v. 244, p. 223-228, 2006.
- KUPFER, A.; MAXWELL, E.; REINHARD, S.; KUEHNEL, S. The evolution of parental investment in caecilian amphibians: a comparative approach. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 119, n. 1, p. 4-14, 2016.
- LEBRETON, S. Quelques remarques à propos de la navigation sur les fleuves et les lacs anatoliens. **Dialogues d'histoire ancienne**, v. 38, n. 2, p. 188-206, 2012.
- LEENDERS, T. **Amphibians of Costa Rica**. Ithaca: Cornell University Press, 2016.
- LEHNER, B.; VERDIN, K.; JARVIS, A. New global hydrography derived from spaceborne elevation data. **Eos, Transactions, American Geophysical Union**, v. 89, n. 10, p. 93-94, 2008.
- LESCURE, J.; MARTY, C. **Atlas des amphibiens de Guyane**. Paris: Scientifiques du MNHN, 2000.
- LEUTNER, B.; HORNING, N.; SCHWALB-WILMANN, J.; HIJMANS, R. J. **Package RStoolbox: Tools for Remote Sensing Data Analysis**. R package version 0.2.4. 2019. Vienna, Austria: R foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=RStoolbox>>

- LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E.; MENIN, M.; ERDTMANN, L. K.; RODRIGUES, D. J.; KELLER, C.; HÖDL, W. **Guia de Sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central (Guide to the frogs of Reserva Adolpho Ducke, Central Amazonia)**. Manaus: Editora Áttema, 2006.
- LIMA-RIBEIRO, M. S.; DINIZ-FILHO, J. A. F. **Modelos ecológicos e a extinção da megafauna: clima e homem na América do Sul**. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2018.
- LIU, C.; WHITE, M.; NEWELL, G. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. **Journal of Biogeography**, v. 40, n. 4, p. 778-789, 2013.
- LOEBMANN, D.; HADDAD, C. F. B. Amphibians and reptiles from a highly diverse area of the Caatinga domain: composition and conservation implications. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 227-256, 2010.
- LOMOLINO, M. V.; RIDDLE, B. R.; BROWN, J. H.; WHITTAKER, R. J. **Biogeography**. Sinauer: Sunderland, 2010.
- LYNCH, J. D. Una aproximación a las culebras ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona). **Rev. Acad. Colomb. Cienc.**, v. 23, p. 317-337, 1999.
- LYNCH, J. D. The amphibian fauna in the Villacencio region of eastern Colombia. **Caldasia**, v. 28, p. 135-155, 2006.
- MACIEL, A. O. Sistemática e evolução das cecílias aquáticas (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae) com base no estudo de variação morfológica, genética e filogenia molecular. **Tese de doutorado, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil**, 2016.
- MACIEL, A. O.; ALMEIDA, M. R. N.; SALES, A. B. S.; OLIVEIRA, A. S.; ANDRADE, L. G. Q.; FONSECA, W. L.; BERNARDE, P. S. First record of *Nectocaecilia petersii* (Boulenger, 1882) (Gymnophiona: Typhlonectidae) for the state of Acre, Brazil. **Cuadernos de Herpetología**, v. 35, n. 2, p. 347-348, 2021.
- MACIEL, A. O.; CASTRO, T. M.; STURARO, M. J.; SILVA, I. E. C.; FERREIRA, J. G.; SANTOS, R.; RISSE-QUAIOTO, B.; BARBOZA, B. A.; OLIVEIRA, J. C. F.; SAMPAIO, I.; SCHNEIDER, H. Phylogenetic systematics of the Neotropical caecilian amphibian *Luetkenotyphlus* (Gymnophiona: Siphonopidae) including the description of a new species from the vulnerable Brazilian Atlantic Forest. **Zoologischer Anzeiger**, v. 281, p. 76-83, 2019.
- MACIEL, A. O.; GOMES, J. O.; COSTA, J. C. L.; ANDRADE, G. V. Diet, microhabitat use, and an analysis of sexual dimorphism in *Caecilia gracilis* (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) from a riparian forest in the Brazilian Cerrado. **Journal of Herpetology**, v. 46, n. 1, p. 47-50, 2012.
- MACIEL, A. O.; HOOGMOED, M. S. A new species of *Caecilia* Linnaeus, 1758 (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) from French Guiana. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 13, n. 1, p. 13-18, 2018.
- MACIEL, A. O.; HOOGMOED, M. S. Notes on the vertebrates of northern Pará, Brazil: a forgotten part of the Guianan region, III. A new species of *Microcaecilia* (Amphibia:

Gymnophiona: Caeciliidae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, v. 6, p. 67-72, 2011a.

- MACIEL, A. O.; HOOGMOED, M. S. Taxonomy and distribution of caecilian amphibians (Gymnophiona) of Brazilian Amazonia, with a key to their identification. **Zootaxa**, v. 2984, p.1-53, 2011b.
- MACIEL, A. O.; LEITE, J. M.; LEITE, R. R. S.; LEITE, J. R. S. A.; CASCON, P. A new species of *Chthonerpeton* Peters 1880 (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae) from the State of Piauí, Northeastern Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 49, n. 2, p. 308-313, 2015.
- MACIEL, A. O.; MOTT, T.; HOOGMOED, M. S. A second species of *Brasilotyphlus* (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) from Brazilian Amazonia. **Zootaxa**, v. 2226, p. 19-27, 2009a.
- MACIEL, A. O.; PRUDENTE, A. L. C. Maximum length and notes on the habitat of *Caecilia gracilis* (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae). **Herpetologia Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 132-138, 2021.
- MACIEL, A. O.; SAMPAIO, M. I. C.; HOOGMOED, M. S.; SCHNEIDER, H. Description of two new species of *Rhinatrema* (Amphibia: Gymnophiona) from Brazil and the return of *Epicrionops niger* to *Rhinatrema*. **South American Journal of Herpetology**, v. 13, n. 3, p. 287-299, 2018.
- MACIEL, A. O.; SAMPAIO, M. I. C.; HOOGMOED, M. S.; SCHNEIDER, H. Phylogenetic relationships of the largest lungless tetrapod (Gymnophiona, *Atretochoana*) and the evolution of lunglessness in caecilians. **Zoologia Scripta**, v. 46, n. 3, p. 255-263, 2016.
- MACIEL, A. O.; SANTANA, D. J.; SILVA, E. T.; FEIO, R. N. Amphibia, Gymnophiona, Caeciliidae, *Siphonops hardyi* Boulenger, 1888: Distribution extension, new state record and notes on meristic data. **Check List**, v. 5, n. 4, p. 919-921, 2009b.
- MACIEL, A. O.; SILVA, B. V. M.; NASCIMENTO, F. A. C.; BORGES-NOJOSA, D. M.; LIMA, D. C. First record of *Chthonerpeton arii* Cascon and Lima-Verde, 1994 (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae) out of the type locality. **Check List**, v. 9, n. 4, p. 818-819, 2013.
- MADDIN, H. C.; RUSSELL, A. P.; ANDERSON, J. S. Phylogenetic implications of the morphology of the braincase of caecilian amphibians (Gymnophiona). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 166, p. 160-201, 2012.
- MARQUES, O. A. V.; SAZIMA, I. Diet and feeding behavior of the coral snake, *Micrurus corallinus*, from the Atlantic Forest of Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 5, n. 1, p. 88-93, 1997.
- MARTY, C.; RAVET, E.; BORDAGE, D.; LESCURE, J. Redécouverte de *Potomotyphlus kaupii* (Berthold, 1859) (Amphibia, Gymnophiona, Typhlonectidae) en Guyane française. **Bulletin Société Herpétologique de France**, v. 121, p. 35-36, 2007.
- MEASEY, G. J. Are caecilians rare? An East Africa perspective. **Journal of East African Natural History**, v. 93, p. 1-21, 2004.

- MEASEY, G. J.; BAROT, S. Evidence of seasonal migration in a tropical subterranean vertebrate. **Journal of Zoology**, v. 269, p. 29-37, 2006.
- MEASEY, G. J.; DI-BERNARDO, M. Estimating juvenile abundance in a population of the semiaquatic caecilian, *Chthonerpeton indistinctum* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae), in southern Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 37, n. 2, p. 371-373, 2003.
- MEASEY, G. J.; GOWER, D. J.; OOMMEN, O. V.; WILKINSON, M. Quantitative surveying of endogeic limbless vertebrates - a case study of *Gegeneophis ramaswamii* (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) in southern India. **Applied Soil Ecology**, v. 23, n. 1, p. 43-53, 2003.
- MEIJER, J. R.; HUIJBEGTS, M. A. J.; SCHOTTEN, C. G. J.; SCHIPPER, A. M. Global patterns of current and future road infrastructure. **Environmental Research Letters**, 13-064006, 2018.
- METCALF, M. F.; MARSH, A.; PACAYA, E. T.; GRAHAM, D.; GUNNELS-IV, C. W. Herpetofauna of the Santa Cruz Forest Reserve in the Peruvian Amazon Basin. **Herpetology Notes**, v. 13, p. 753-767, 2020.
- MOODIE, G. E. E. Observations on the life history of the caecilian *Typhlonectes compressicaudus* (Duméril and Bibron) in the Amazon basin. **Can. J. Zool.**, v. 56, p. 1005-1008, 1978.
- MORAIS, R. P.; CARVALHO, T. M. Aspectos dinâmicos da paisagem do Lavrado, nordeste de Roraima. **Geociências**, v. 34, n. 1, p. 55-68, 2015.
- MORRONE, J. J. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. **Zootaxa**, v. 3782, n. 1, p. 1-110, 2014a.
- MORRONE, J. J. Cladistic biogeography of the Neotropical region: identifying the main events in the diversification of the terrestrial biota. **Cladistics**, v. 30, p. 202-214, 2014b.
- MOTA-VARGAS, C.; ENCARNACIÓN-LUÉVANO, A.; ORTEGA-ANDRADE, H. M.; PRIETO-TORRES, D. A.; PEÑA-PENICHE, A.; ROJAS-SOTO, O. R. Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. In: **La Biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio**. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, p. 39-63, 2019.
- MOTA-VARGAS, C.; ROJAS-SOTO, O. R. The importance of defining the geographic distribution of species for conservation: the case of the Bearded Wood-Partridge. **Journal for Nature Conservation**, v. 20, p. 10-17, 2012.
- MOTT, T.; CORREIA, L. L.; ALMEIDA, J. P. F. A.; LISBOA, B. S.; GUARNIERI, M. C. On the distribution of *Siphonops paulensis* Boettger, 1892 (Gymnophiona: Siphonopidae): four new Brazilian state records. **Check List**, v. 12, n. 3, p. 1-4, 2016.
- MOTT, T.; MOURA, M. R.; MACIEL, A. O.; FEIO, R. N. Morphological variation and geographical distribution of *Luetkenotyphlus brasiliensis* (Gymnophiona: Siphonopidae). **Phyllomedusa**, v. 10, n. 2, p. 153-163, 2011.

- MOURA, M. R.; JETZ, W. Shortfalls and opportunities in terrestrial vertebrate species discovery. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, n. 5, p. 631-639, 2021.
- MÜLLER, H. 2020. Development and demography of larval *Epicrionops bicolor* (Amphibia: Gymnophiona: Rhinatrematidae). **Neotropical Biodiversity**, v. 6, n. 1, p. 98-108, 2020.
- NAIMI, B.; HAMM, N. A. S.; GROEN, T. A.; SKIDMORE, A. K.; TOXOPEUS, A. G. Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling? **Ecography**, v. 37, n. 2, p. 191-203, 2014.
- NAPOLI, M. F.; SOEIRO, M.; TREVISAN, C. C.; DA SILVA, R. M. L. New record of *Chthonerpeton noctinectes* da Silva, Britto-Pereira and Caramaschi, 2003 (Gymnophiona, Typhlonectidae) from the Monte Cristo Island, Todos-os-Santos Bay, Bahia State, northeastern Brazil. **Herpetology Notes**, v. 8, p. 43-45, 2015.
- NETELER, M.; BOWMAN, M. H.; LANDA, M.; METZ, M. GRASS GIS: a multi-purpose open source GIS. **Environmental Modelling & Software**, v. 31, p.124-130, 2012.
- NIETO-ROMÁN, S.; WAKE, M. H. *Oscacilia ochrocephala* (Cope) Yellow-headed caecilian. **Catalogue of American Amphibians and Reptiles**, p. 881.1-881.5, 2012.
- NIX, H. A biogeographic analysis of Australian elapid snakes. In: LONGMORE, R. (Eds.), **Snakes: Atlas of Elapid snakes of Australia**. Canberra: Bureau of Flora and Fauna, p. 4-10, 1986.
- NOBLE, G. K. The value of life history data in study of the evolution of the Amphibia. **Ann. New York. Acad. Science**, v. 30, p. 31-128, 1927.
- NUSSBAUM, R. A. Rhinatrematidae: a new family of caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Occasional papers of the Museum of Zoology University of Michigan**, n. 682, p. 1-30, 1977.
- NUSSBAUM, R. A. *Chthonerpeton onorei*, a new caecilian (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae) from Ecuador. **Revue Suisse de Zoologie**, v. 93, n. 4, p. 911-918, 1986.
- NUSSBAUM, R. A.; PFRENDER, M. E. Revision of the African caecilian genus *Schistometopum* Parker (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae). **Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan**, n. 187, p. 1-32, 1998.
- NUSSBAUM, R. A.; WILKINSON, M. Two new species of *Chthonerpeton* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae) from Brazil. **Occasional papers of the Museum of Zoology University of Michigan**, n. 716, p. 1-15, 1987.
- NUSSBAUM, R. A.; WILKINSON, M. On the classification and phylogeny of caecilians (Amphibia: Gymnophiona), a critical review. **Herpetological Monographs**, v. 3, p. 1-42, 1989.
- NUSSBAUM, R. A.; WILKINSON, M. A new genus of lungless tetrapod: a radically divergent caecilian (Amphibia: Gymnophiona). **Proceedings of the Royal Society London Biological Sciences**, v. 261, n. 1362, p. 331-335, 1995.
- OLIVEIRA, M. S. B.; ESTEVES-SILVA, P. H.; SANTOS-JUNIOR, A. P.; KAWASHITA-RIBEIRO, R. A.; TAVARES-DIAS, M. Predation on *Typhlonectes*

compressicauda (Duméril & Bibron, 1841) (Gymnophiona: Typhlonectidae) by *Electrophorus voltai* de Santana et al., 2019 (Pisces: Gymnotidae) and a new distributional record in the Amazon basin. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 1141-1143, 2016a.

OLIVEIRA, U.; PAGLIA, A. P.; BRESCOVIT, A. D.; CARVALHO, C. J. B.; SILVA, D. P.; REZENDE, D. T.; LEITE, F. S. F.; BATISTA, J. A. N.; BARBOSA, J. P. P. P.; STEHMANN, J. R.; ASCHER, J. S.; VASCONCELOS, M. F.; DE MARCO-JUNIOR, P.; LÖWENBERG-NETO, P.; DIAS, P. G.; FERRO, V. G.; SANTOS, A. J. The strong influence of collection bias on biodiversity knowledge shortfalls of Brazilian terrestrial biodiversity. **Diversity and Distributions**, v. 22, p. 1232-1244, 2016b.

OLIVEIRA, U. S. C.; MENEGHELLI, D.; MESSIAS, M. R.; GOMES, I. B. S. R.; CORAGEM, J. T. First record of *Potomotyphlus kaupii* (Berthold, 1859) (Gymnophiona: Typhlonectidae) for the state of Rondônia, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 5, p. 155-156, 2012.

OLSON, D. M. et al. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. **BioScience**, v. 51, p. 933-938, 2001.

OOMMEN, O. V.; MEASEY, G. J.; GOWER, D. J.; WILKINSON, M. Distribution and abundance of the caecilian *Gegeneophis ramaswamii* (Amphibia: Gymnophiona) in southern Kerala. **Current Science Bangalore**, v. 79, n. 9, p. 1386-1389, 2000.

ORTEGA-ANDRADE, H. et al. Red List assessment of amphibian species of Ecuador: a multidimensional approach for their conservation. **PLoS One**, v. 16, n. 5, e0251027, 2021.

OUBOTER, P. E.; JAIRAM, R. **Amphibians of Suriname**. Fauna of Suriname, 2012.

PADIAL, J. M.; MIRALLES, A.; DE LA RIVA, I.; VENCES, M. The integrative future of taxonomy. **Frontiers in Zoology**, v. 7, n. 16, p. 1-14.

PAGE, L. M.; MACFADDEN, B. J.; FORTES, J. A.; SOLTIS, P. S.; RICCARDI, G. Digitalization of biodiversity collections reveals biggest data on biodiversity. **BioScience**, v. 65, n. 9, p. 1-2, 2015.

PARDO, J. D.; SMALL, B. J.; HUTTENLOCKER, A. K. Stem caecilian from Triassic of Colorado sheds light on the origins of Lissamphibia. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 27, p. E5389-E5395, 2017.

PEARSON, R. G.; RAXWORTHY, C. J.; NAKAMURA, M.; PETERSON, A. T. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography**, v. 34, n. 1, p.102-117, 2007.

PEBESMA, E. Simple features for R: standardized support for spatial vector data. **The R Journal**, v. 10, n. 1, p. 439-446, 2018.

PÉFAUR, J. E.; PÉREZ, R.; SIERRA, N.; GODOY, F. Density reappraisal of caeciliids in the Andes of Venezuela. **Journal of Herpetology**, v. 21, n. 4, p. 335-337, 1987.

- PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J.; PEARSON, R. G.; ANDERSON, R. P.; MARTÍNEZ-MEYER, E.; NAKAMURA, M.; ARAÚJO, M. B. **Ecological Niches and Geographic Distributions**. Monographs in Population Biology 49. New Jersey: Princeton University Press, 2011.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; DUDIĆ, M.; SCHAPIRE, R. E.; BLAIR, M. E. Opening the black box: an open-source release of Maxent. **Ecography**, v. 40, n. 7, p.887-893, 2017.
- PINCHEIRA-DONOSO, D.; MEIRI, S.; JARA, M.; OLALLA-TÁRRAGA, M. A.; HODGSON, D. J. Global patterns of body size evolution are driven by precipitation in legless amphibians. **Ecography**, v. 42, p. 1-9, 2019.
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR. 2021. Base de datos de la colección de anfibios del Museo de Zoología QCAZ. Versión 2021.0. Disponible en <<https://bioweb.bio/portal/>> Consulta: 31 de enero 2021.
- PORTILLO-QUINTERO, C. A.; SANCHEZ, A. M.; VALBUENA, C. A.; GONZALEZ, Y. Y.; LARREAL, J. T. Forest cover and deforestation patterns in the Northern Andes (Lakes Maracaibo Basin): a synoptic assessment using MODIS and Landsat imagery. **Applied Geography**, v. 35, p. 152-163, 2012.
- PUSCHENDORF, R.; CHAVES, G. *Dermophis glandulosus* (Glandular Caecilian). Diet. **Herpetological Bulletin: Natural History Notes**, v. 126, p. 131, 2013.
- QIAO, H.; SOBERÓN, J.; PETERSON, A. T. No silver bullets in correlative ecological niche modelling: insights from testing among many potential algorithms for niche estimation. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 10, p. 1126-1136, 2015.
- RAHBEK, C.; BORREGAARD, M. K.; COLWELL, R. K.; DALSGAARD, B.; HOLT, B. G.; MORUETA-HOLME, N.; NOGUES-BRAVO, D.; WHITTAKER, R. J.; FJELDSA, J. Humboldt's enigma: what causes global patterns of mountain biodiversity? **Science**, v. 365, p. 1108-1113, 2019.
- RAMOS, E. K. S.; MAGALHÃES, R. F.; MARQUES, N. C. S.; BAËTA, D.; GARCIA, P. C. A.; SANTOS, F. R. Cryptic diversity in Brazilian endemic monkey frogs (Hylidae, Phyllomedusinae, *Pithecopus*) revealed by multispecies coalescent and integrative approaches. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 132, p. 105-116, 2019.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>
- RIBEIRO, M. C.; MARTENSEN, A. C. METZGER, J. P.; TABARELLI, M.; SCARANO, F.; FORTIN, M. The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. In: **Biodiversity hotspots**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 405-434, 2011.
- RIVAS, G.; LASSO-ALCALÁ, O.; DE FREITAS, M.; CAMARGO, E.; BARROS, T. *Caecilia flavopunctata* (amended version of 2020 assessment). **The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T59513A198653029**. <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-1.RLTS.T59513A198653029.en.>> Accessed on 02 November 2022.

- RIVERA-CORREA, M. *Caecilia caribea* (Pensilvania Caecilian). Colombia. **Herpetological Review**, v. 37, n. 4, p. 491, 2006.
- ROYLE, J. A., CHANDLER, R. B.; YACKULIC, C.; NICHOLS, J. D. Likelihood analysis of species occurrence probability from presence-only data for modelling species distributions. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 3, n. 3, p. 545-554, 2012.
- ROZE, J. A.; SOLANO, H. Resumen de la familia Caeciliidae (Amphibia: Gymnophiona) de Venezuela. **Acta Biologica Venezuelica**, v. 3, p. 287-300, 1963.
- RULL, V.; CARNAVAL, A. C. **Neotropical diversification: patterns and processes**. Berlin: Springer, 2020.
- SANDERSON, E.; FISHER, K.; ROBINSON, N.; SAMPSON, D.; DUNCAN, A.; ROYTE, L. The march of the human footprint [Preprint]. **Arts and Humanities**. 2022
- SAN MAURO, D.; GOWER, D. J.; MÜLLER, H.; LOADER, S. P.; ZARDOYA, R.; NUSSBAUM, R. A.; WILKINSON, M. Life-history, evolution and mitogenomic phylogeny of caecilian amphibians. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 73, p. 177-189, 2014.
- SANTANA, D. O.; DE-CARVALHO, C. B.; FREITAS, E. B.; NUNES, G. S. S.; FARIA, R. G. First record of *Siphonops paulensis* Boettger, 1892 (Gymnophiona: Siphonopidae) in the state of Sergipe, northeastern Brazil. **Check List**, v. 11, n. 1, 1531, 2015.
- SAVAGE, J. M.; WAKE, M. H. Geographic variation and systematics of the Middle American Caecilians, genera *Dermophis* and *Gymnopsis*. **Copeia**, v. 1972, n. 4, p. 680-695, 1972.
- SAVAGE, J. M.; WAKE, M. H. Reevaluation of the status of taxa of Central American caecilians (Amphibia: Gymnophiona), with comments on their origin and evolution. **Copeia**, v. 2001, n. 1, p. 52-64, 2001.
- SHEEHY-III, C. M.; BLACKBURN, D. C.; KOUETE, M. T.; GESTRING, K. B.; LAURIE, K.; PRECHTEL, A.; SUAREZ, A.; TALLEY, B. L. First record of a caecilian (Order Gymnophiona, Family Typhlonectidae, *Typhlonectes natans*) in Florida and in the United States. **Reptiles & Amphibians**, v. 28, n. 2, p. 355-357, 2021.
- SHERRATT, E.; GOWER, D. J.; KLINGENBERG, C. P.; WILKINSON, M. Evolution of cranial shape in caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Evolutionary Biology**, v. 41, n. 4, p. 528-545, 2014.
- SILLERO, N.; ARENAS-CASTRO, S.; ENRIQUEZ-URZELAI, U.; VALE, C. G.; SOUSA-GUEDES, D.; MARTÍNEZ-FREIRÍA, F.; REAL, R.; BARBOSA, A. M. Want to model a species niche? a step-by-step guideline on correlative ecological niche modelling. **Ecological Modelling**, v. 456, 109671, 2021.
- SOBERÓN, J.; NAKAMURA, M. Niches and distributional areas: concepts, methods, and assumptions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, p. 19644-19650, 2009.
- TAPIQUÉN, C. E. P. "America". Orogénesis Soluciones Geográficas. Based on shapes from Enviromental Systems Research Institute (ESRI). Free Distribution. Downloaded from <<http://tapiquen-sig.jimdo.com>>. Porlamar, Venezuela, 2015a.

- TAPIQUÉN, C. E. P. “America’s Hydrography”. Orogénesis Soluciones Geográficas. Based on shapes from Enviromental Systems Research Institute (ESRI). Free Distribution. Downloaded from <<http://tapiquen-sig.jimdo.com>>. Porlamar, Venezuela, 2015b.
- TAPIQUÉN, C. E. P. “America’s Lakes”. Orogénesis Soluciones Geográficas. Based on shapes from Enviromental Systems Research Institute (ESRI). Free Distribution. Downloaded from <<http://tapiquen-sig.jimdo.com>>. Porlamar, Venezuela, 2015c.
- TAPLEY, B.; ACOSTA-GALVIS, A. R. Distribution of *Typhlonectes natans* in Colombia, environmental parameters and implications for captive husbandry. **Herpetological Bulletin**, n. 113, p. 23-29, 2010.
- TAYLOR, E. H. **Caecilians of the world**. University of Kansas Press, 1968.
- TAYLOR, E. H. A caecilian miscellany. **University of Kansas Science Bulletin**, v. 50, p. 187-231, 1973.
- TAYLOR, E. H. A new caecilian from Brazil. **University of Kansas Science Bulletin**, v. 48, p. 307-313, 1969.
- TAYLOR, E. H.; PETERS, J. A. The caecilians of Ecuador. **University of Kansas Science Bulletin**, v. 50, n. 7, p. 333-346, 1974.
- TAYLOR, E. H. Squamation in caecilians, with an Atlas of scales. **University of Kansas Science Bulletin**, v. 48, n. 13, p. 989-1164, 1972.
- THOMPSON, J. N. **The geographic mosaic of coevolution**. Chicago: University Chicago Press, 2005.
- TRUEB, L.; HANKEN, J.; HALL, B. K. Patterns of cranial diversity among the Lissamphibia. **The skull**, v. 2, p. 255-343, 1993.
- UNEP-WCMC; IUCN; NGS. Protected Planet Report 2018. UNEP-WCMC, IUCN and NGS: Cambridge UK; Gland, Switzerland; and Washington, D.C., USA, 2018.
- VARGAS-SALINAS, F.; MUÑOZ-AVILA, J. A.; MORALES-PUENTES, M. E. **Biología de los anfibios y reptiles en el bosque seco tropical del norte de Colombia**. Tunja: Editorial UPTC, 2019.
- VASCONCELOS, T. S.; DA SILVA, F. R.; DOS SANTOS, T. G.; PRADO, V. H. M.; PROVETE, D. B. **Biogeographic Patterns of South American Anurans**. Cham: Springer International Publishing, 2019.
- VERDADE, V. K.; SCHIESARI, L. C.; BERTOLUCI, J. A. Diet of juvenile aquatic caecilians, *Typhlonectes compressicauda*. **Journal of Herpetology**, v. 34, n. 2, p. 291-293, 2000.
- VIANA, P. F.; MENDES, D. M. M. Feeding behavior and first record of *Rhinatrema bivittatum* (Guérin-Méneville, 1829) as part of the diet of the ribbon coral snake, *Micrurus lemniscatus* (Linnaeus, 1758) in the Central Amazon region (Serpentes: Elapidae). **Herpetology Notes**, v. 8, n. 3, p. 445-447, 2015.

- VILLACAMPA, J.; WHITWORTH, A. Predation of *Oscaecilia bassleri* (Gymnophiona: Caeciliidae) by *Anilius scytale* (Serpentes: Aniliidae) in southeast Peru. **Cuadernos de Herpetología**, v. 30, n. 1, p. 29-30, 2016.
- VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology**: an introductory biology of amphibians and reptiles. Academic press, ed. 4, p. 447-456, 2013.
- WAKE, M. H. Reproduction, growth, and population structure of the Central American Caecilian *Dermophis mexicanus*. **Herpetologica**, v. 36, n. 3, p. 244-256, 1980.
- WALDEZ, F.; SILVA, A. L. F.; VOGT, R. C. *Atractus torquatus* (Rusty Earth Snake). Diet. **Herpetological Review**, v. 39, n. 3, p. 352-353, 2008.
- WAMPLER, J.; NILSSON, J.; CAMPER, J. D. *Caecilia abitaguae* (Abitagua Caecilian). Feeding. **Herpetological Review**, v. 47, n. 3, p. 432, 2016.
- WERNECK, F. P. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: historical biogeography perspective. **Quaternary Science Reviews**, v. 30, p. 1630-1648, 2011.
- WICKHAM, H. **Package tidyverse: easily install and load the 'Tidyverse'**. R package version 1.2.1. 2018. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=tidyverse>>
- WIENS, J. J.; GRAHAM, C. H. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 36, p. 519-539, 2005.
- WILKINSON, M. Adult crow morphology in the Typhlonectidae (Amphibia: Gymnophiona): a reinterpretation of variation and its significance. **Zeitschrift fuer Zoologische Systematik und Evolutionsforschung**, v. 29, p. 304-311, 1991.
- WILKINSON, M.; GOWER, D. J. A new species of *Rhinatrema* Duméril & Bibron (Amphibia: Gymnophiona: Rhinatrematidae) from Amazonas, Brazil. **Zootaxa**, v. 2650, p. 63-68, 2010.
- WILKINSON, M.; NUSSBAUM, R. A. Caecilian viviparity and amniote origins. **Journal of Natural History**, v. 32, p. 1403-1409, 1998.
- WILKINSON, M.; NUSSBAUM, R. A. Taxonomic status of *Pseudosiphonops ptychodermis* Taylor and *Mimosiphonops vermiculatus* Taylor (Amphibia: Gymnophiona: Caeciliidae) with description of a new species. **Journal of Natural History**, v. 26, p. 675-688, 1992.
- WILKINSON, M.; SAN MAURO, D.; SHERRATT, E.; GOWER, D. J. A nine-family classification of caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Zootaxa**, v. 2847, p. 41-64, 2011.
- WILKINSON, M.; SEBBEN, A.; SCHWARTZ, E. N. F.; SCHWARTZ, C. A. The largest lungless tetrapod: report on a second specimen of *Atretochoana eiselti* (Amphibia: Gymnophiona: Typhlonectidae) from Brazil. **Journal of Natural History**, v. 32, n. 4, p. 617-627, 1998.

- WILKINSON, M. SHERRATT, E.; STARACE, F.; GOWER, D. J. A new species of skin-feeding caecilian and the first report of reproductive mode in *Microcaecilia* (Amphibia: Gymnophiona: Siphonopidae). **PLoS ONE**, v. 8, n. 3, e57756, 2013.
- WILKINSON, M. REYNOLDS, R. P.; JACOBS, J. F. A new genus and species of rhinatrematid caecilian (Amphibia: Gymnophiona: Rhinatrematidae) from Ecuador. **Herpetological Journal**, v. 31, p. 27-34, 2021.
- WHITTAKER, R. J.; RIDDLE, B. R.; HAWKINS, B. A.; LADLE, R. J. The geographical distribution of life and the problem of regionalization: 100 years after Alfred Russel Wallace. **Journal of Biogeography**, v. 40, p. 2209-2214, 2013.
- YÁNEZ-MUÑOZ, M. H.; BATALLAS, D.; FRANCO-MENA, D.; MEZA-RAMOS, P. A.; OYAGATA, L. A.; PADILLA, D.; PAUCAR, C.; REYES-PUIG, J. P.; RODRÍGUEZ, M. A.; URGILÉS-MERCHÁN, M. A.; VEGA-YÁNEZ, M. **Anfibios en los Ecosistemas Andino-Tropicales de la provincia del Carchi**. Serie de publicaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Carchi y el Instituto Nacional de Biodiversidad. Publicación Miscelánea, n. 14, p. 1-340.
- ZHANG, P.; WAKE, M. H. A mitogenomic perspective on the phylogeny and biogeography of living caecilians (Amphibia: Gymnophiona). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 53, p. 479-491.
- ZIZKA, A.; CARVALHO, F. A.; CALVENTE, A.; BAEZ-LIZARAZO, M. R.; CABRAL, A.; COELHO, J. F. R.; COLLI-SILVA, M.; FANTINATTI, M. R.; FERNANDES, M. F.; FERREIRA-ARAÚJO, T.; MOREIRA, F. G. L.; SANTOS, N. M. C.; SANTOS, T. A. B.; SANTOS-COSTA, R. C.; SERRANO, F. C.; SILVA, A. P. A.; SOARES, A. S.; SOUZA, P. G. C.; TOMAZ, E. C.; VALE, V. F.; VIEIRA, T. L.; ANTONELLI, A. No one-size-fits-all solution to clean GBIF. **PeerJ**, v. 8, e9916, 2020.

Assinatura do Orientado

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right. The signature is positioned above a horizontal line.

Assinatura do Orientador