

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**ANUROS ASSOCIADOS A FITOTELMA DA MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE
DO BRASIL**

GESSICA GOMES BARBOSA

RECIFE

2022

GESSICA GOMES BARBOSA

**ANUROS ASSOCIADOS A FITOTELMA DA MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE
DO BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Ciências
Biológicas/UFRPE como requisito
parcial para obtenção do grau de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Rafael Pereira da Silva.

RECIFE

2022

Dados Internacionais de Catalogação
na Publicação Universidade Federal
Rural de Pernambuco Sistema
Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)

- B238a Barbosa, Gessica Gomes
 Anuros associados a fitotelma da Mata Atlântica no nordeste do Brasil / Gessica
 Gomes Barbosa. - 2022. 63 f. : il.
- Orientador: Rafael
 Pereira da Silva.
 Inclui referências e
 anexo(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural
 de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, 2022.
1. bromelícola. 2. bromelígena. 3. composição. 4. interação planta-animal. I. Silva,
 Rafael Pereira da, orient. II. Título

CDD 574

GESSICA GOMES BARBOSA

**ANUROS ASSOCIADOS A FITOTELMA DA MATA ATLÂNTICA NO
NORDESTE DO BRASIL**

Comissão Avaliadora:

M.Sc Rafael Pereira da Silva – UFBA
Orientador

M.Sc Tulibia Silva Laurindo – UFPE
Titular

Profª Dra. Ednilza Maranhão dos Santos – UFRPE
Titular

M. Sc Camila Nascimento de Oliveira
Suplente

RECIFE
2022

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, pois é sempre uma oportunidade mais um dia de vida. Em vista disso, por vezes me ponho a pensar no quanto é especial cada dia, cada aprendizado e tudo que tenho ganho na vida, em suas mais diversas dimensões.

Agradeço a minha família, pois sem eles não teria chegado aonde estou. Desde criança fui incentivada a buscar por conhecimento e cada vez mais me especializar em uma área que tivesse aptidão.

Agradeço ao meu namorado por ter compreendido todos os meus momentos de estresse e pelo incentivo em cada etapa acadêmica da minha vida. Agradeço também a todos os meus amigos e colegas de trabalho, pois cada um de sua forma viabilizou me transformar em que sou eu. Com ressalva especial aos que me auxiliaram diretamente na minha jornada acadêmica.

Agradeço especialmente a Rafael Pereira, meu amigo e orientador, por ter me ajudado nas coletas em questão. Uma pessoa muito especial, inteligente e um grande pesquisador.

Agradeço a meus animais de estimação, pois sem eles - cada um deles - eu nunca seria eu. Meu amor por cada persiste desde sempre e nasceu comigo. Foram eles que me guiaram em algumas escolhas e ainda vêm me guiando para novas trajetórias.

Agradeço ao grupo de organismo ao qual este trabalho enfatiza – os anfíbios, pois neles consegui ver o quanto o amor pela biologia persistia em mim. Foram eles que me fizeram começar e persistir no curso em questão.

Agradeço a cada aluno que tive o prazer de dar aula ao longo dessa minha segunda graduação. Cada um deles me fez abrir os olhos para como seguir, como lecionar... quem eu sou e serei como professora.

Agradeço também a cada professor que passou em minha vida, “todos eles de alguma forma” me fizeram ser quem sou hoje e tentar dar meu melhor. Foi a partir das experiências vivenciadas com cada um, que pude formar em minha mente o que queria seguir e como eu não queria ser.

A Clóvis Cavalcanti e Vera proprietários da Fazenda do Tao, e população local do distrito de São Severino – Gravatá, por toda hospitalidade e auxílio ao longo de todo período de coleta.

Agradeço a mim mesma, sim... a MIM MESMA. Pode parecer loucura, porém cada noite mal dormida, cada momento de ócio perdido para me dedicar aos estudos teve, têm e terá frutos maravilhosos. Essa segunda graduação me fez ver que essa etapa poderia ter sido levada de forma mais leve que da primeira vez. E com toda certeza foi muito mais bem aproveitada.

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante.”

Albert Schweitzer

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição e abundância das espécies de anuros registradas durante os meses de julho de 2017 a agosto de 2019, em brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil..... 29

Tabela 2. Parâmetros coletados para caracterização dos fitotelmas presentes em brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil..... 30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fitotelmas dos brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil: A) *Hohenbergia ramageana*; B) *Aechmea leptantha*; C) *Agave sisalana*; D) *Aechmea fulgens*; E) *Boana semilineata* utilizando *Aechmea fulgens*; F) inflorescência de *Aechmea fulgens*..... 26

Figura 2. Espécies de anuros em fitotelmas de brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil. A) *Rhinella diptycha*; B) *Rhinella crucifer*; C) *Pristimantis ramagii*; D) *Boana crepitans*; E) *Boana semilineata*; F) *Boana atlantica*; G) *Dendropsophus branneri*; H) *Phyllodytes luteolus* 28

Figura 3. Curva de interpolação/extrapolação da riqueza de espécies de anuros em relação aos espécimes de plantas vistoriados, com intervalo de confiança de 95%. Brejo de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil..... 30

Figura 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre os parâmetros de fitotelmas, e número de indivíduos (abundância) e riqueza de espécies de anuros (riqueza). Ab = Abundância; Rq = Riqueza; Alt = altura total da planta (m); Lar: largura total (m); N Fo = número de folhas da planta; DistCA = Disponibilidade hídrica (mL); DistA = Distância do corpo d'água (m); DistM = distância da floresta (m). 32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Domínio Mata Atlântica e Caatinga	15
2.2 Anfíbios.....	16
2.3 Anfíbios anuros.....	17
2.4 Associação de anfíbios com plantas.....	19
2.5 Associação de anfíbios com fitotelmas.....	20
3 ARTIGO ORIGINAL	22
Anuros associados a fitotelma da Mata Atlântica no Nordeste do Brasil ...	22
Introdução.....	23
Material e métodos.....	25
Área de estudo	25
Amostragem	25
Análise de dados	27
Resultados.....	27
Discussão	32
Conclusão.....	36
Agradecimentos.....	37
Referências	38
CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO 1.....	51

RESUMO GERAL

Os brejos de altitude são ilhas de Mata Atlântica encravadas no domínio Caatinga que abrigam uma riqueza representativa e geralmente endêmica. Fitotalmas têm a capacidade de armazenar água em cavidades, que servem como micro-habitats para diversos organismos, como os anuros. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição e diversidade de anuros associados a fitotelma em um fragmento de Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. As excursões foram realizadas entre julho de 2017 e agosto de 2019, em áreas de brejo de altitude da cidade de Gravatá. Com amostragem diurna e noturna para busca ativa com restrição de tempo (12 horas diárias por pesquisador). Foram registrados 322 indivíduos pertencentes a três famílias, Hylidae Rafinesque, 1815 (nove espécies), Bufonidae Gray, 1825 (três espécies) e Craugastoridae Hedges, Duellman, and Heinicke, 2008 (duas espécies). Destas Hylidae apresentou a maior riqueza de espécies, possivelmente pela sua alta representativa de espécies no Brasil. Dentre as espécies registradas, *Phyllodytes luteolus* (Wied-Neuwied, 1821) apresentou a maior abundância, concordando com estudos anteriores em fitotelmas. A maioria dos indivíduos desta espécie esteve associada a espécies de bromélias, como *Aechmea leptantha* (Harms) Leme e J. A. Siqueira e *Aechmea fulgens* Brongn. Sendo estes importantes refúgios para outras espécies de anuros locais. No presente estudo foi observada uma íntima relação entre as espécies de anuros e os diversos fitotelmas, o que pode indicar que esses ambientes são essenciais para a manutenção de populações, além de manutenção da dinâmica dos ecossistemas nos brejos de altitude. Assim, se faz necessário estudos mais abrangentes que busquem entender essas relações com objetivo de descrever e proteger essa interação e a integridade desses ecossistemas.

Palavras-chave: bromelícola, bromelígena, composição, interação planta-animal.

1. INTRODUÇÃO

O domínio Mata atlântica se configura como uma das florestas mais degradadas da América Latina, onde antes era floresta hoje abriga a maior concentração urbana e metrópoles. Este território configura-se como uma das terras mais produtivas do mundo, contribuindo com cerca de 70% do produto interno bruto produzido no Brasil (BORGES et al., 2020). Possuindo esse domínio um elevado grau de degradação, devido as atividades antrópicas exercidas (MARQUES et al., 2021).

Essa degradação contribui para a transformação do domínio em um arquipélago com pequenas ilhas de vegetação nativa (JOLY et al., 2014). Esses arquipélagos de vegetação compõe a segunda maior floresta tropical do continente americano, tendo sua fauna composta por cerca de 2.400 espécies de vertebrados e ~20.000 espécies de vegetais, dos quais cerca de 8.000 são endêmicos (MYERS et al. 2000). Com estimativas que abrigue de 6–10% da fauna mundial nas diferentes fitofisionomias compreendidas nesse domínio (SILVA & CASTELETI, 2003).

A biota endêmica presente no domínio não se distribui de forma homogênea, podendo ser divididas em sub-regiões biogeográficas que para fins de conservação se enquadram em dois tipos: áreas de endemismo e áreas de transição (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2003). Atualmente são definidas cinco áreas de endemismo nomeadas como centros de endemismo, são elas as florestas úmidas do Nordeste: Brejos Nordestinos, Pernambuco, Diamantina e Bahia, e a cadeia de montanhas costeira: Serra do Mar (SILVA & CASTELETI, 2003). Além dessas, são definidas três áreas de transição: São Francisco, Florestas de Interior e Florestas de Araucária (SILVA & CASTELETI, 2003). Dentre as áreas de endemismo se destacam as áreas de Brejo de Altitude que são enclaves de Mata Atlântica em áreas de altitude e elevada umidade que contrastam com a matriz de floresta xerófila (domínio Caatinga) que as circunda (CAVALCANTI & TABARELLI, 2004).

Os Brejos de Altitude têm seu surgimento ligado a retração e expansão das Florestas Atlântica e Amazônica, na transição dos períodos Mioceno–Pleistoceno, viabilizando assim a presença de espécies típicas desses dois ambientes (LEDO & COLLI, 2017). Após o soerguimento da Cordilheira dos Andes, o início da separação da Floresta Atlântica e Amazônia e formação da

diagonal seca, houve uma série de mudanças climáticas e de composição na América do Sul (MORLEY, 2000). Como resultado desses eventos houve a quebra na conexão das florestas tropicas (Amazônia e Mata Atlântica) e o isolamento ilhas de floresta tropical úmida em áreas de altitude (Brejos de Altitude) em um mosaico de floresta xerófitas (domínio Caatinga) (ANDRADE-LIMA, 1982; LEDO & COLLI, 2017).

Vale ressaltar a importância do domínio Caatinga para os brejos de altitude, pois essas áreas úmidas encontram-se em uma área de ecótono entre a Mata Atlântica e a Caatinga, possuindo sua biodiversidade como contribuição de ambos os domínios. A Caatinga se constitui como uma área bastante diversa, possuindo 691 alvos de conservação, sendo a maioria deles espécies de plantas ameaçadas (N = 350) que se encontram incluídas no Livro vermelho da flora brasileira (FONSECA et al., 2018). Oficialmente, o bioma da Caatinga detinha 54,5% de sua cobertura original intacta em 2009. No entanto, perturbações antropogênicas crônicas tem levado a Caatinga a uma situação mais preocupante do que essa estimativa, devido a exploração secular em sua área (RIBEIRO et al., 2016).

Os Brejos de Altitude são enclaves de floresta úmida compostos por um mosaico de componentes da biota da Mata Atlântica e da Floresta Amazônia, eles apresentam características climáticas, edáficas e topográficas diferentes da matriz que o circunda (BORGES-NOJOSA & CARAMASCHI, 2003). As características desses ambientes são em parte resultado das chuvas orográficas que aumentam a umidade desses ambientes, além da penetração de água no solo e formação de ambientes de água doce permanentes (ANDRADE-LIMA 1982). Devido a essas características os brejos abrigam uma fauna peculiar de plantas (e.g., ARAÚJO et al., 2019); invertebrados (e.g., SILVA et al., 2021a), répteis e anfíbios (e.g., BARBOSA & ALVES, 2014; FERREIRA-SILVA et al., 2016; CASTRO et al., 2019a, b; QUIRINO et al., 2019; ARAÚJO, 2021).

Dentre esses organismos citados, mundialmente são conhecidas cerca de 8.500 espécies de anfíbios, das quais ~7.500 são da ordem Anura, ~800 espécies de Caudata e ~220 espécies de Gymnophiona (FROST, 2022). No Brasil são reconhecidas 1188 espécies de anfíbios, sendo 1144 espécies de

anuros, cinco caudados e 39 gimnofionos, sendo, portanto, a ordem anura a mais diversa dentro dos anfíbios (SEGALLA et al., 2021).

Os anfíbios são caracterizados por não possuir independência completa do ambiente aquático, possuindo um ciclo de vida geralmente constituído por uma fase larval aquática e uma pós-metamórfica terrestre (ROSSA-FERES et al., 2017). Dessa forma, grande parte dos anuros apresenta adaptações à vida nos ambientes aquático e terrestre (bimodal) (ROSSA-FERES et al., 2017). O grupo ainda se destaca pela sua elevada riqueza de espécies no domínio Mata Atlântica, tendo sido registradas 625 espécies (ROSSA-FERES et al. 2017), bem como pela diversidade de modos reprodutivos que é decorrente do uso bem-sucedido dos micro-habitats úmidos e diversificados (HADDAD et al., 2013; HADDAD & PRADO, 2005). Já para o domínio Caatinga, sabe-se hoje, que além de ser altamente diversa, possui um alto nível de endemismo principalmente de anfíbios (GARDA et al. 2018). Atualmente são 98 anfíbios conhecidas em localidades com feição característica da Caatinga semi-árida (GARDA et al., 2017).

Em vista da alta endemidade em brejos de altitude e a ameaça que esses fragmentos florestais sofrem devido a suas características, estudos que utilizam ecologia espacial que é o ramo que tem como foco o estudo dos arranjos espaciais dos organismos, populações e paisagens e sua influência nas dinâmicas ecológicas, como a diversidade e estabilidade de comunidades, se fazem necessários para o entendimento das relações entre os organismos e o ambiente (RICKLEFS, 2010).

Levando em conta que a diversidade zoológica e a estrutura das assembleias são determinadas pela estrutura da vegetação (RICKLEFS, 2010) e que estas sofrem forte influência das ações antrópicas na paisagem (DA SILVA et al. 2022). Principalmente no caso dos anfíbios, que geralmente estão associados a corpos d'água ou reservatórios de água como os fitotelmas (e.g., NUNES-DE-ALMEIDA, 2021; HADDAD et al., 2013). Estudos de ecologia espacial se fazem essenciais por objetivar descrever e buscam entender as relações entre os componentes nos ecossistemas, tanto bióticos quanto abióticos, a fim de conhecer e formular estratégias que visem a conservação dos ecossistemas e a proteção da biota e de suas relações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Domínio Mata Atlântica e Caatinga

A história da exploração do domínio Mata Atlântica se confunde um pouco com a história do descobrimento do Brasil, com uma voraz exploração do seu território a partir de 1500 pelos portugueses (DEAN, 1996). Desde que os colonizadores europeus desembarcaram na costa brasileira, há mais de 500 anos, esse domínio foi exposto a altos níveis de desmatamento e fragmentação, que afetaram sua biodiversidade, tendo diversos ciclos de exploração, associados geralmente a exploração pau-brasil, cana-de-açúcar, café e mineração (DEAN, 1996).

A Mata Atlântica cobria originalmente uma área de cerca de 1,5 milhão de km² da costa brasileira, ou seja, um território equivalente a 17% da área da área do país (BATALHA FILHO & MIYAKI, 2018; JOLY et al., 2014). Esse domínio é bastante heterogêneo, possuindo habitats variados e uma vegetação bem diversificada, sendo o domínio composto por florestas ombrófilas (densa, mista e aberta), florestas estacionais (semidecidual e decidual), manguezais, restingas, campos, brejos de altitude e enclaves florestais do Nordeste (CAMPANILI & PROCHNOW, 2006; TABARELLI et al., 2005).

Por estar localizado na região mais próxima da costa brasileira, o domínio Mata Atlântica possui uma maior densidade populacional em sua área (BEZERRA et al., 2022). Apesar de sua área encontrar-se reduzida e fragmentada, seus remanescentes ainda abrigam uma diversidade biológica única, que proporciona muitos benefícios ambientais (BEZERRA et al., 2022).

O domínio Mata Atlântica é considerado um dos “hotspots” da biodiversidade, ou seja, é uma área com alta taxa de endemismo e grande riqueza de espécies (MYERS et al., 2000). Dentre as causas imediatas a perda de habitat estão a exploração dos recursos florestais como, madeira, frutos, lenha, caça e da terra para uso como pastagem, agricultura e silvicultura (TABARELLI et al., 2005). Vale ainda ressaltar que na região Nordeste do Brasil essa redução chega a ser mais drástica, possuindo atualmente apenas 3% da área original, sendo seus fragmentos pequenos e desconectados, imersos em meio a monoculturas (JOLY et al., 2014; TABARELLI et al., 2005). Possuindo o estado de Pernambuco atualmente menos de 5% de sua floresta original (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2003). Em vista disso, essa redução e

fragmentação progressiva das áreas florestadas levaram a prejuízos à fauna e à flora como, desaparecimento de espécies e alterações na dinâmica das populações (BOVO et al., 2018), acarretando assim impactos negativos diretos sobre os ecossistemas.

Já o domínio Caatinga é um domínio que por anos foi negligenciado seu estudo, tendo em 2009 cerca de 54,5% de sua cobertura original intacta, possuindo atualmente perturbações antropogênicas crônicas que tem levado a Caatinga a uma situação mais preocupante pela exploração da sua área para as mais diversas finalidades (RIBEIRO et al., 2016).

Esse impacto relacionado aos brejos de altitude podem ser observados devido estarem circundados com uma matriz de floresta xerófila, sendo um território de terra mais fértil, com alta precipitação e corpos d'água permanentes o que causa a degradação desses ambientes para o uso em atividades antrópicas como agricultura, pecuária, extrativismo e urbanização (PORTO et al., 2004)

2.2 Anfíbios

A origem dos tetrápodes advém dos peixes sarcopterígio (os extintos osteolepiformes) no Devoniano Superior, sendo uma das principais transições e a mais conhecidas na história dos vertebrados (CARROLL, 2001). Esses organismos embora apresentassem semelhanças a peixes na forma geral do corpo, seus membros possuíam diversas sinapomorfias existentes nos tetrápodes como, o crânio, as vértebras e o esqueleto apendicular (CLACK, 2000). Diversas foram as mudanças ocorridas na transição peixe-anfíbio, sendo os fatores selecionados pela mudança do ambiente do mar para a água doce e para terra, dentre eles podem ser citados: a locomoção, o apoio, a alimentação, a respiração, o aparelho sensorial e a reprodução (CARROLL, 2001). Tendo os anfíbios aquáticos dominado a Terra no Carbonífero Inferior e o Namuriano, e linhagens de anfíbios terrestres aparecido apenas no Devoniano Superior (CARROLL, 2001).

Os anfíbios são organismos abundantes e bastante diversos, sendo os mesmos subdivididos em três ordens: Apoda ou Gymnophiona, Urodela e Anura (FROST, 2022; VITT & CADWELL, 2014; HADDAD et al., 2013). A ordem Apoda, popularmente conhecidos como cobras-cegas ou cecílias, é

caracterizada pela ausência de membros, corpo alongado (serpentiniforme), hábitos fossoriais, bem como estruturas como, olhos vestigiais e tentáculos sensoriais na cabeça (POUGH et al., 2008). Sendo o menos diversificado da classe Amphibia, podendo esse número baixo de registros estar relacionado a dificuldade de observação de seus organismos, devido seu hábito fossorial (POUGH et al., 2008). Os Urodela por sua vez, são anfíbios com cauda e membros anteriores e posteriores presentes, sendo seus representantes as salamandras, os tritões e os proteus (POUGH et al., 2008). Por fim, a ordem Anura é composta pelos sapos, rãs e pererecas, que são desprovidos de cauda, possuem membros anteriores e posteriores, que são adaptados ao deslocamento aos saltos (POUGH et al., 2008).

Resultados fornecem evidências empíricas para o fato da maioria das espécies de anfíbios serem fortemente afetadas por mudanças no uso da terra, causando extinção local significativa em assembleias de espécies (CORDIER et al., 2021). Sendo a riqueza de espécies de anfíbios afetada negativamente pelo desmatamento, silvicultura e urbanização (CORDIER et al., 2021), os tornando um grupo em declínio no mundo todo, além desses fatores também trabalham em sinergismo (HAYES et al., 2010). Sendo, portanto, o grupo de vertebrado mais ameaçado da atualidade (STUART et al., 2004). Estando cerca de 32% das espécies de anfíbios do mundo ameaçadas de extinção, com 43% em declínios e 22% possuindo dados insuficientes (STUART et al., 2004).

2.3 Anfíbios anuros

Os anuros são os representantes da classe Amphibia mais especiosos, diversificados e difundidos dentre as três ordens existentes (ADW, 2022; VITT & CADWELL, 2014; POUGH et al., 2008). Eles são encontrados na maior parte do mundo com exceção das regiões polares, algumas ilhas oceânicas e desertos, sendo maior sua diversidade nos trópicos (ADW, 2022). Os representantes da ordem Anura, popularmente conhecidos como sapos, rãs e pererecas, são, de forma geral, a primeira imagem que nos vêm à mente quando falamos sobre anfíbios (VAZ-SILVA, 2020). Estes animais chamados de anuros geralmente possuem ossos dos membros bastante alongados – o tálus, o calcâneo, ossos do tornozelo, proporcionando as pernas dos sapos a locomoção aos saltos (ADW, 2022; POUGH et al., 2008), bem como sua língua

que geralmente é grande e livre posteriormente – viabilizando a captura das suas presas de forma rápida e eficiente, possuindo ainda os machos da maioria das espécies sacos vocais (ADW, 2022; VITT & CADWELL, 2014; POUGH et al., 2008). Além disso, os anuros de forma geral passam por um estágio de girino até chegar a seu amadurecimento sexual, com especializações, como brânquias internas para sua vida ao longo dessa fase, normalmente aquática (POUGH et al., 2008). Eles ainda apresentam ausência de dentes verdadeiros e seu formato de corpo é encontrado em muitas linhagens (POUGH et al., 2008). As formas aquáticas e semiaquáticas são moderadamente hidrodinâmicas e possuem pés que podem possuir membranas interdigitais (POUGH et al., 2008). As formas terrestres andam através de saltos curtos, cabeça e pele são ásperas, e as pernas são relativamente curtas. Já as formas arborícolas, têm membros e saltos longos, possuindo discos adesivos que lhes possibilita se deslocar verticalmente (POUGH et al., 2008).

A ordem se apresenta bem diversa, com cerca de 7500 espécies distribuídas em 58 famílias em todo mundo com exceção das regiões polos, sendo quase 10 vezes mais diversa que a ordem Caudata e aproximadamente 35 vezes mais diversa que as Gymnophinas (FROST, 2022). No Brasil, país com maior diversidade de anfíbios do mundo, Anura perfaz 96,3% das espécies de anuros registradas (SEGALLA et al. 2021). Todo esse contingente de organismos surgiu a partir de eventos diversos ao longo da evolução e diversificação da ordem Anura, tendo sua população aumentado potencialmente depois da extinção dos dinossauros, há cerca de 66 milhões de anos (MIRANDA, 2017).

Esses organismos apresentam ainda características em comum com os demais anfíbios, tendo por exemplo, seu desenvolvimento indireto e sua respiração cutânea como mais eficiente, de forma geral (POUGH et al. 2008; DUELLMAN, 1994). O grupo é também bastante ameaçado como os demais anfíbios, com vários organismos da ordem categorizados como ameaçados de extinção ou com dados insuficientes, como evidenciado em algumas listas realizadas no Brasil (ICMBIO, 2018) e para o estado de Pernambuco (SEMAS, 2015).

2.4 Associação de anfíbios com plantas

A primeira relação entre animais e vegetais que se tem relato, ocorreu entre samambaias e os primeiros insetos herbívoros nas florestas úmidas do período Carbonífero, onde os tipos de estratégias de alimentação que um animal poderia usar para comer uma planta foram desenvolvidos (LABADEIRA, 2002). Assim, esse tipo de interação antagônica entre plantas e animais foi o ponto de partida para a evolução das relações harmônicas, com processos coevolutivos altamente bem-sucedidos (THOMPSON, 2014). Fatores como a fragmentação, conversão e superexploração de habitats são os principais fatores de declínios populacionais e extinção de espécies nos *hotspots* tropicais (MYERS et al., 2000), interferindo essa paisagem antropizada diretamente na diversidade biológica e nos serviços ambientais essenciais para populações humanas (TABARELLI et al., 2012). A importância evolutiva e ecológica das interações planta-animal fica ainda mais evidente, quando são levados em conta as consequências catastróficas das alterações antrópicas como a substituição de espécies especialistas e sensíveis a perturbações por espécies generalistas e adaptadas à perturbação como evidenciado por Tabarelli et al. (2012).

As florestas tropicais úmidas são consideradas *hotspot* em termos de interações planta-animal, pela dependência de plantas por animais para a sua reprodução (e.g., polinização e dispersão de sementes) e de animais que se utilizam das plantas como fonte de recursos e sítios para nidificação e reprodução (BRONSTEIN, 2015). Existindo diversos tipos de interações entre plantas e animais, existindo diversos estudos que evidenciam esses tipos de interações, sejam eles com invertebrados (e.g., PIGOZZO & VIANA, 2010; LEWINSOHN et al., 2012) ou com vertebrados (e.g., SILVA et al., 2021b; OLIVEIRA et al., 2015), bem como sua importância para conservação da biodiversidade (e.g., SILVA, 2003; BARBOSA, 2006).

Uma das relações entre plantas e animais mais estudadas que podemos destacar é a interação de diferentes organismos com bromélias, como evidenciado nos mais variados estudos (e.g., REYES-GARCÍA et al., 2022; SAMPAIO et al., 2021; SILVA et al., 2021a,b; PALACIOS-MOSQUERA et al., 2019). O papel ecofisiológico dessas plantas é de grande importância tanto para sua nutrição, como na constituição de um microambiente onde habitam

diversos animais como, formigas, sapos, aracnídeos e serpentes (REITZ, 1983). Sendo essas interações importantes para que os indivíduos se alimentem, encontrem abrigo, acasalem e cuidem de sua prole. Dentre os diferentes grupos de organismos que foram estudados em interação com bromélias, os anfíbios se fazem bem reconhecidos quanto a essa relação (e.g., HADDAD et al., 2013).

2.5 Associação de anfíbios com fitotelma

O termo fitotelma (phyton = planta; telm = poça) refere-se a depósitos de água pluvial em pequenas quantidades que se acumulam em cavidades e depressões de estruturas vegetais, possibilitando manter uma biota associada (KITCHING, 2000). De maneira geral, essas plantas podem acumular essa água em: folhas modificadas, nas partes florais, em axilas foliares, em cascas de frutas, nas partes de plantas caídas (folhas ou brácteas) e em buracos e depressões de árvores ou troncos caídos (GREENEY, 2001)

Fitotelmas do presente estudo são plantas que apresentam hábitos terrestres, rupícolas e epífitas, com diferentes tamanhos, com folhas dispostas em roseta, acumulando qualquer quantidade de água, seja nas suas axilas foliares laterais e/ou central, bem como nas folhas em roseta que podem acumular pequena quantidade de água em pequenas depressões, formando pequenas poças. Possuindo ainda como característica, folhas com espinhos que pudessem fornecer algum tipo de proteção para os anfíbios contra predadores. Assim sendo, foram enquadrados nesse grupo indivíduos das famílias Bromeliaceae A. Juss e Asparagaceae Juss. Maioria dos estudos evidencia o uso de anfíbios em bromélias, porém é raro encontrar estudo de anfíbios usando Asparagaceae, tendo sido encontrado essa descrição apenas no estudo realizado por Mageski et al. (2014).

Diante de todos esses dados aqui expostos, o estudo de como se dão essas interações entre plantas e os anfíbios são essenciais para conservação da biodiversidade. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição e diversidade de anuros associados a fitotelma, *Agave* (uma Asparagaceae) e bromélias em uma floresta tropical, num brejo de altitude do Nordeste do Brasil.

Dessa forma, esse trabalho de conclusão de curso está organizado em forma de artigo, sendo composto por um capítulo, intitulado:

CAPÍTULO 1 – Anuros associado a fitotelma da Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Esse manuscrito será submetido ao periódico **Nature Conservation Research**.

3. ARTIGO ORIGINAL

ANUROS ASSOCIADOS A FITOTELMA DA MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL**Gessica Gomes Barbosa^{1,*}; Rafael Pereira²**

¹ Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, campus Recife, Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Av. da Engenharia, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil. *Correspondence: gessicagomesbarbosa@gmail.com (Barbosa)

² Universidade Federal da Bahia - UFBA, campus Ondina, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução. Av. Adhemar de Barros, s/nº, Ondina, Salvador, BA, Brasil. E-mail: rafaelpsilva@gmail.com (Pereira)

*Correspondence: E-mail: gessicagomesbarbosa@gmail.com

Resumo

Os brejos de altitude são ilhas de Mata Atlântica encravadas no domínio Caatinga que abrigam uma riqueza representativa e geralmente endêmica. Fitotelmas têm a capacidade de armazenar água em cavidades, que servem como micro-habitats para diversos organismos, como os anuros. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição e diversidade de anuros associados a fitotelma em um fragmento de Floresta Atlântica na região Nordeste do Brasil. As excursões foram realizadas entre julho de 2017 e agosto de 2019, em áreas de brejo de altitude da cidade de Gravatá. Com amostragem diurna e noturna para busca ativa com restrição de tempo. Foram registrados 322 indivíduos pertencentes a três famílias, Hylidae Rafinesque, 1815 (nove espécies), Bufonidae Gray, 1825 (três espécies) e Craugastoridae Hedges, Duellman, and Heinicke, 2008 (duas espécies). Hylidae apresentou a maior riqueza de espécies, possivelmente pela sua alta representativa de espécies no Brasil. Dentre as espécies registradas, *Phyllodytes luteolus* (Wied-Neuwied, 1821) apresentou a maior abundância, concordando com estudos anteriores com bromélias e um com *Agave*. A maioria dos indivíduos desta espécie esteve associada a espécies de bromélias, como *Aechmea leptantha* (Harms) Leme e J. A. Siqueira e *Aechmea fulgens* Brongn. Sendo estes importantes refúgios para as espécies de anuros locais. No presente estudo foi observada uma íntima relação entre as espécies de anuros e fitotelmas, o que pode indicar que esses ambientes são essenciais para a manutenção de populações, além de manutenção da dinâmica dos ecossistemas nos brejos de altitude. Os dados aqui levantados são de suma importância para o entendimento das relações, porém se faz necessário estudos em outros componentes fitofisionômicos que busquem catalogar e entender essas relações, com objetivo de descrever e proteger essa interação e a integridade desses microecossistemas.

Palavras-chave: bromelícola, bromelígena, composição, interação planta-animal.

Introdução

Os brejos de altitude fazem parte da Mata Atlântica e são “ilhas” de floresta úmida implantadas no semiárido, sendo cercadas por vegetação do tipo Caatinga (Andrade-Lima, 1982). Essas áreas possivelmente foram originadas de flutuações climáticas ocorridas durante o Pleistoceno com a expansão da Mata Atlântica para locais atualmente semiáridos (Behling et al., 2000). Essa área sofre diretamente com o efeito orográfico, uma vez que essas áreas estão localizadas sob terras altas (acima de 600 m), o que permite um aumento da precipitação anual quando comparada à região ao seu redor (Tabarelli e Santos, 2004). Além disso, também apresentam maior umidade relativa, menor potencial de evapotranspiração e maior disponibilidade hídrica para as plantas (Cabral et al., 2004). Essas condições diferenciadas promovem alta biodiversidade, mostrando uma riqueza representativa de insetos (e.g., Santos et al., 2011), plantas (e.g., Jansen et al., 2021), e anfíbios e répteis (e.g., Quirino et al., 2019; Castro et al., 2019a, b).

Dentre os organismos presentes nestes ambientes, temos várias espécies vegetais que têm a capacidade de acumular água nos interstícios das folhas, formando microambientes propícios ao alojamento de anuros (Rocha et al., 2000). Esse ecossistema singular recebe o nome de fitotelma e apresenta características próprias que podem influenciar de forma importante na ecologia e a fisiologia da própria planta hospedeira (Guerim et al., 2010). Proporcionando condições para o estabelecimento de outras espécies, fornecendo água e umidade aos seus hóspedes (Rocha et al., 2000).

Dentre os fitotelmatas, as espécies de Bromeliaceae A. Juss são bastante conhecidas, podendo apresentar hábitos terrestres, rupícolas e epífitas, com diferentes tamanhos e apresentando alta riqueza de espécies (1400 espécies) e endemismo (1196 espécies) no Brasil, e em especial na Mata Atlântica (940 espécies) (Forzza, 2020). Semelhante às bromélias, o gênero *Agave* possui espécies com hábito terrestres, rupícolas e epífitas, de diferentes tamanhos, todas elas com folhas dispostas em rosetas (Forzza, 2020). Já o gênero *Agave* é da família Asparagaceae Juss (Mageski et al. 2014), apresentando 89 espécies registradas no Brasil, das quais oito são endêmicas (Forzza, 2020). Assim, essas plantas são utilizadas por várias espécies como os anuros para forrageamento, como refúgios e locais de reprodução e desenvolvimento (Haddad et al., 2013; Lantyer-Silva et al., 2014; Vitt & Cadwell 2014).

O Brasil compreende cerca de 1.200 espécies de anuros (Segalla et al., 2021), das quais ~600 espécies estão distribuídas por toda a Mata Atlântica (Haddad et al.,

2013, Rossa-Feres et al., 2017). A Mata Atlântica apresenta altos índices de endemismo (Mittermeier, 2004), esse endemismo pode ser resultado da diversidade de características fitofisionômicas, sendo composta por floresta ombrófila (densa, mista e aberta), brejos de altitude, manguezais e restinga (Campanili & Prochnow, 2006). As diversas fitofisionomias estão associadas à sua grande heterogeneidade ambiental, que proporciona habitats e micro-habitats, bem como condições abióticas e bióticas ideais para a sobrevivência de diversos organismos (Haddad et al., 2013). Os anuros possuem hábitos predominantemente noturnos, apresentando sua aptidão reprodutiva associada a ambientes úmidos ou corpos d'água, permanentes ou temporários (Barbosa & Rodrigues 2017).

Devido às suas necessidades reprodutivas, respiratórias e forrageiras, alguns desses organismos ocupam e habitam fitotelmas em diversas fases da vida, sendo o uso por bromélias bem relatado na literatura (e.g., Sanches et al., 2019; Mageski et al., 2016; Peixoto, 1995). Entretanto, o uso de agaves por anuros ainda é pouco estudado, sendo raros os relatos de seu uso, como o relato observado por Mageski et al. (2014). Apesar dos relatos e estudos existentes, pouco se sabe sobre a interação entre os grupos de anuros e fitotelmas em brejos de altitude. Portanto, é de suma importância a realização de levantamentos e estudos ecológicos que visem descrever e compreender essa relação.

Adicionalmente, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) recomenda a proteção das espécies que sejam “dependentes” de outras espécies, durante parte ou ao longo do ciclo de vida, propondo que deva ser atribuído um *status* de conservação equivalente a ambos os táxons, quando apropriado (IUCN, 2022). Com base nessa recomendação da IUCN e em casos de co-extinção (Stork & Lyal 1993), as estratégias de conservação de uma espécie de anuro associada a fitotelmas, só terão sucesso com a conservação da planta “hospedeira” (Sabagh et al., 2017). Portanto, diante do declínio da população de anuros, estudos que visem compreender a relação entre anuros e fitotelmas tornam-se essenciais para a conservação do grupo em questão.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a composição e diversidade de anuros associados a fitotelmas (agaves e bromélias) em um fragmento de Mata Atlântica em brejos de altitude de Gravatá, Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Material e métodos

Área de estudo

Este estudo foi realizado em brejos de altitude da cidade de Gravatá (8,2825° S; 35,575417° W), Nordeste do Brasil. As áreas são constituídas por fragmentos em áreas particulares, em áreas de Floresta Atlântica original e em áreas que estão sendo substituídas por cultivos, sejam eles por agricultura familiar ou cultivo de flores. Há um projeto municipal para transformar essas áreas florestais do distrito em unidade de conservação, porém projeto tramita morosamente. A área está inserida na microrregião do Vale do Ipojuca, e está posicionada na porção sudeste do planalto da Borborema, com solo podzólico eutrófico, possuindo uma vegetação composta por floresta decídua. A temperatura mínima registrada foi de 15°C e a máxima de 30°C, com umidade entre 77-99%, com esses dados tendo sido registrados pelos autores durante idas a campo, com auxílio de termo-higrômetro. Além disso, a área possui altitude média de 750 m, (informação do AlpineQuest) e níveis de precipitação acima de 1.200 mm por ano.

Amostragem

Nossa amostragem foi realizada entre julho de 2017 e agosto de 2019, usando buscas ativas com restrição de tempo. As buscas ativas com restrição de tempo foram realizadas por dois pesquisadores ao longo de dois dias, por de 12 horas cada, com buscas diurnas das 7h00 às 14h00 e noturnas das 17h00 às 22h00. Foram realizadas 13 campanhas, totalizando 312 horas/pessoa ao final da pesquisa. A autorização para atividades com finalidade científica foi emitida ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (n° 68524-1) e ao Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Pernambuco (n° 0023/2019).

Selecionamos quatro espécies de fitotelmas para amostragens: *Aechmea leptantha* (Harms) Leme e J. A. Siqueira, *Aechmea fulgens* Brongn., *Hohenbergia ramageana* Mez e *Agave sisalana* Perrine (Figura 1). Cada espécime de fitotelma foi considerada uma unidade amostral, sendo averiguados em diferentes habitats: i) áreas abertas (áreas com alta radiação solar); ii) áreas florestais (área mínima de 0,05–1,0 hectares e árvores com potencial para atingir uma altura mínima de 2–5 metros na maturidade *in situ*, de acordo com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (2011).

Para caracterização dos fitotelmas foram utilizados os parâmetros: I) altura da planta (distância perpendicular entre o solo e a folha mais alta as plantas, em metros);

II) largura total (distância entre as extremidades opostas da planta, em linha reta medida em metros); III) número de folhas; IV) disponibilidade hídrica (capacidade volumétrica potencial na axila foliar central, em mL); V) distância do corpo d'água (distância entre o fitotelma e o corpo d'água mais próximo, em metros); VI) distância da floresta (distância entre o fitotelma e a área florestal, em metros).



Fig. 1. Fitotelma dos brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil: A) *Hohenbergia ramageana*; B) *Aechmea leptantha*; C) *Agave sisalana*; D) *Aechmea fulgens*; E) *Boana semilineata* utilizando *Aechmea fulgens*; F) inflorescência de *Aechmea fulgens*.

Os anuros capturados foram identificados e liberados no fitotelma de origem, com seus organismos classificados de acordo com Frost et al. (2022) e (Pereyra et al. 2021), e as identificações foram confirmadas por meio de guias (e.g., Haddad et al. 2013), vocalização e se necessário, artigos de descrição. Os fitotelmas foram fotografados e as identificações foram confirmadas por meio de guias e chaves de identificação (e. g., Forzza 2020).

Análise de dados

Para avaliar o efeito amostral, foi feita uma curva de interpolação/extrapolação da diversidade de espécies (Método Hill), com intervalos de confiança de 95%, que avalia a representatividade da assembleia na amostragem. Utilizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade dos dados. Para comparação de dados não paramétricos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e para comparação entre os fitotelmas ocupados e não ocupados o teste qui-quadrado (χ^2) foi utilizado. O teste Chao1 e Pielou foi usado para medir a diversidade e equitabilidade, respectivamente. Além disso, o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a correlação entre a riqueza e os parâmetros coletados dos fitotelmas. Todas as análises que realizamos no ambiente RStudio (R Core Team 2020).

Resultados

Foram coletados um total de 322 exemplares de anuros, pertencentes a 14 espécies, três famílias e seis gêneros: Hylidae (9 espécies), Bufonidae (3 espécies) e Craugastoridae (2 sp.) (Tabela 1; Figura 2). A família Hylidae apresentou a maior riqueza de espécies e gêneros associados a fitotelma (Tabela 1). Dentre as espécies com maior abundância temos *Phyllodytes luteolus* (n = 214), seguida por *Boana semilineata* (n = 58) e *Pristimantis ramagii* (n=20). Dentre as espécies apenas *Boana semilineata* esteve presente em todas as espécies de fitotelma amostrados no presente estudo (Tabela 1). Vale ainda ressaltar que por vezes foram registrados mais de um indivíduo adulto de *P. luteolus* na mesma bromélia. Possuindo até três indivíduos adultos e quatro girinos na mesma axila foliar central da bromélia, bem como indivíduos que ainda ocupavam axilas laterais.

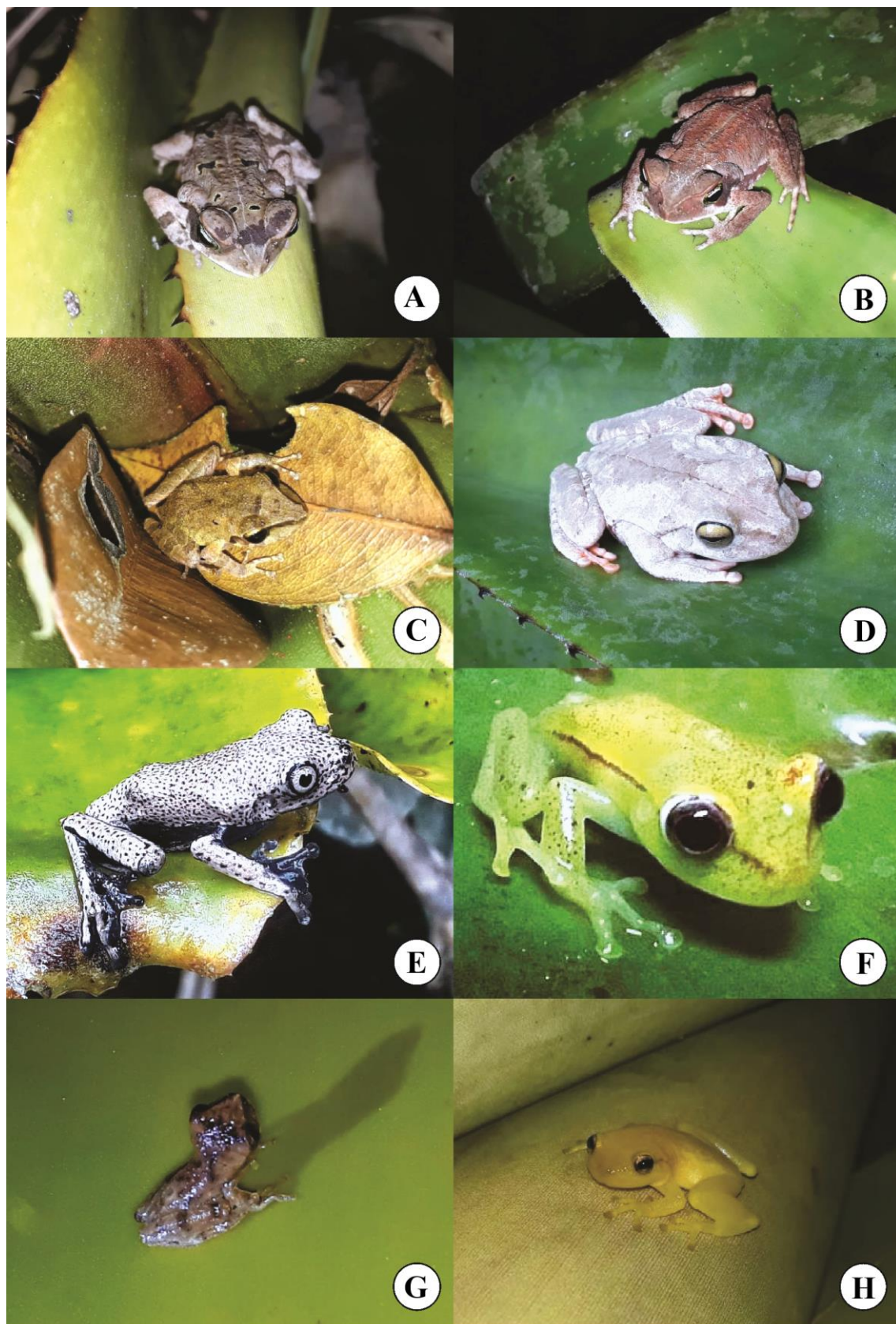


Figura 2. Espécies de anuros em fitotelmas de brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil. A) *Rhinella diptycha*; B) *Rhinella crucifer*; C) *Pristimantis ramagii*;

D) *Boana crepitans*; E) *Boana semilineata*; F) *Boana atlantica*; G) *Dendropsophus branneri*; H) *Phyllodytes luteolus*.

Tabela 1. Composição e abundância das espécies de anuros registradas durante os meses de julho de 2017 a agosto de 2019, em brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil.

Espécies de anuros	Espécies de plantas acumuladoras de água			
	<i>Achmea fulgens</i> (n=50)	<i>Achmea lephanta</i> (n=250)	<i>Hohenbergia ramageana</i> (n=50)	<i>Agave sisalana</i> (n=30)
Família Bufonidae	2	6	4	-
<i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862)	1	5	-	-
<i>Rhinella crucifer</i> (Wied-Neuwied, 1821)	-	1	4	-
<i>Frostius pernambucensis</i> (Bokermann, 1962)	1	-	-	-
Família Craugatoridae	8	13	2	-
<i>Pristimantis ramagii</i> (Boulenger, 1888)	7	13	2	-
<i>Pristimantis vinhai</i> (Bokermann, 1975)	1	-	-	-
Família Hylidae	23	258	9	7
<i>Boana atlantica</i> (Caramaschi & Velosa, 1996)	-	1	-	-
<i>Boana crepitans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	-	2	-	2
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	-	1	-	3
<i>Boana semilineata</i> (Spix, 1824)	8	39	9	2
<i>Dendropsophus branneri</i> (Cochran, 1948)	1	2	-	-
<i>Dendropsophus oliveirai</i> (Bokermann, 1963)	-	1	-	-
<i>Dendropsophus elegans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	-	1	-	-
<i>Phyllodytes luteolus</i> Wied-Neuwied, 1824	4	210	-	-
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	-	1	-	-
Total	23	277	15	7

A curva de interpolação/extrapolação da diversidade de espécies (Hill) construída a partir dos dados de abundância, apresentou forte tendência à estabilização, indicando uma aproximação da diversidade da assembleia de anuros. (Figura 3).

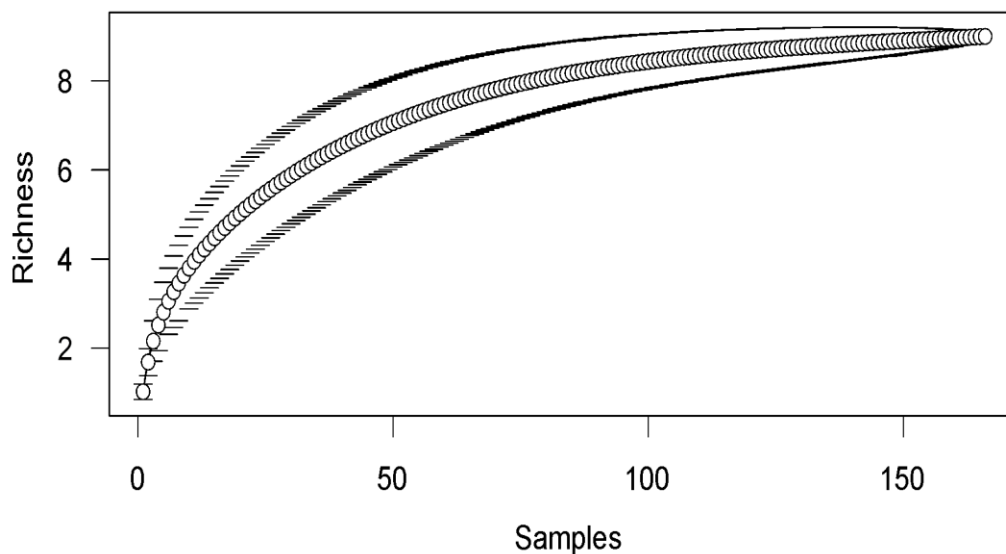


Fig. 3. Curva de interpolação/extrapolação da riqueza de espécies de anuros em relação aos espécimes de plantas vistoriados, com intervalo de confiança de 95%. Brejo de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil.

Dos 380 fitotelma, o gênero *Aechmea* apesar de possuir menor tamanho e número de folhas, obteve maior capacidade de retenção de água e número de anuros amostrados, quando comparado a *H. ramageana* e *A. sisalana* (Tabela 2). Um total de 322 anuros (média de 0,85 anuro/unidade amostral) foi registrada no presente estudo, tendo *A. lepthanta* com maior média de anuro/unidade amostral (1,11), seguido de *A. fulgens* (0,46), *ramageana* (0,3) e *A. sisalana* (0,23). Dentre as espécies de anuros capturadas *F. pernambucensis* e *P. vinhai* foram exclusivamente encontradas em *A. fulgens*, já *B. atlantica*, *D. elegans*, *D. oliveirai* e *S. x-signatus* foram exclusivas de *A. lepthanta*, porém dada a baixa amostragem dessas espécies de anuros possivelmente essas espécies podem ser mais raras ou ter preferência por outros tipos de microhabitats. Apesar de *P. luteolus* não ser exclusivo de *A. lepthanta*, 98,1% dos espécimes foram encontrados nesse fitotelma, o que pode indicar uma preferência por essa espécie de bromélia.

Tabela 2. Parâmetros coletados para caracterização dos fitotelmas presentes em brejos de altitude da cidade de Gravatá, Nordeste do Brasil.

Parâmetros	<i>Achmea fulgens</i> (n=50)	<i>Achmea lepthanta</i> (n=250)	<i>Hohenbergia ramageana</i> (n=50)	<i>Agave sisalana</i> (n=30)
Abundância de anuros	23	277	7	15

Riqueza de anuros	7	12	2	3
Média de anuro/unidade amostral	0,46	1,11	0,3	0,23
Altura total da planta (m)	0,7	0,9	2,5	1,3
Largura total (m)	0,6	1,0	2,2	1,7
Número de folhas da planta	11	13	70	25
Disponibilidade hídrica (ml)	104,8	398,7	1	30,0
Distância de corpo d'água (m)	21,9	15,6	27,0	0,2
Distância da mata (m)	5,8	5,3	0,8	0

Encontramos uma diferença significativa na abundância de espécies de anuros entre as espécies de fitotelmas (Kruskal-Wallis qui-quadrado = 10,17, df = 3, p-valor = 0,006). *A. leptantha* obteve o maior número de espécimes de anuros (277 indivíduos) e espécies de anuros (12 espécies), seguida de *A. fulgens* (23 indivíduos e 7 espécies), *H. ramageana* (15 indivíduos e 3 espécies) e *A. sisalana* (7 indivíduos e 3 espécies) (Tabela 1). *Aechmea leptantha* apresenta maior estimativa de diversidade de anuros (Chao1 = 17), seguido por *A. fulgens* (Chao1 = 13), *H. ramageana* (Chao1 = 3) e *A. sisalana* (Chao1 = 3). *Aechmea leptantha* apresentou menor equitabilidade de espécies ($J = 0,36$) se comparado com os demais fitotelmas estudados (*A. fulgens*, *H. ramageana* e *A. sisalana* com $J = 0,81$, $0,84$ e $0,98$, respectivamente).

De forma geral, não foi encontrada correlação entre abundância e riqueza de anuros com os parâmetros analisados por nosso estudo, com base na Correlação de Pearson, nosso resultado não foi superior a 0,28 (Figura 4). No entanto, a proporção de espécies de fitotelma ocupados e desocupados foi diferente ($\chi^2 = 29,405$, df = 1, p-valor = 0,0001).

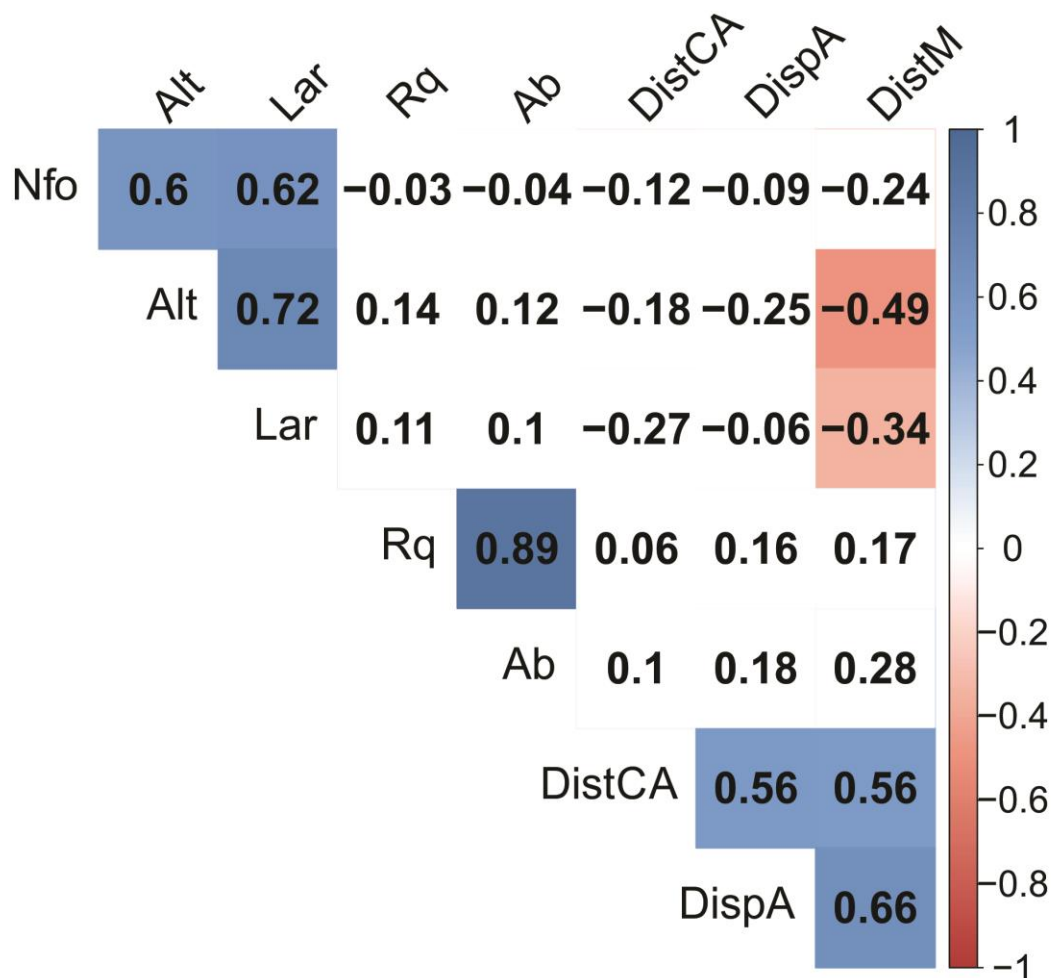


Fig. 4. Coeficiente de correlação de Pearson entre os parâmetros de fitotelma e número de indivíduos (abundância) e riqueza de espécies de anuros (riqueza). Ab = Abundância; Rq = Riqueza; Alt = altura total da planta (m); Lar: largura total (m); NFO = número de folhas da planta; DistCA = Disponibilidade hídrica (mL); DistA = Distância do corpo d'água (m); DistM = distância da floresta (m).

Discussão

No presente estudo, uma maior riqueza de espécies de anuros foi registrada em fitotelmas quando comparada a outros trabalhos [e. g., Mageski et al. 2017 (7 espécies), Pereira et al. 2016 (9 espécies), Mageski et al. 2014 (4 espécies)]. Todas as espécies identificadas são típicas da Mata Atlântica (Haddad et al., 2013, Rossa-Feres, 2017). O grande número de espécies de bromélias utilizadas pelos anuros era esperado, pois estudos realizados em diferentes ecossistemas mostraram várias espécies de anuros que eventualmente os utilizam como abrigo (Schneider & Teixeira 2001). No nosso trabalho mesmo a grande disponibilidade de água ao longo da área, não reduziu a ocupação das

bromélias. Todas as espécies encontradas em nosso estudo receberam *status* de menor preocupação, no entanto, algumas espécies são consideradas espécies com populações decrescentes: *R. crucifer*, *P. ramagii*, *P. vinhai*, *D. oliveirai*, *P. luteolus* e *F. pernambucensis* (IUCN, 2022). Alguns fatores atuam individualmente ou em sinergismos para diminuição populacional dessas espécies, dentre eles: a perda de habitats, a agricultura, a pecuária e outras atividades antrópicas (IUCN, 2022). Além disso, o *F. pernambucensis* devido à sua ecologia e distribuição restrita, foi classificado como vulnerável (VU) em listas de fauna ameaçada (Semas, 2015; ICMBio, 2018).

A grande diversidade de Hylidae já era esperada, tendo esse resultado já sido observado em outros estudos de anuros associados a fitotelmas de Mata Atlântica (e. g., Mageski et al., 2014; Pereira et al., 2016; Mageski et al., 2017) e em estudos de levantamento de brejos de altitude (e. g., Freitas et al., 2019; Barbosa & Alves 2014). A associação entre Hylidae e fitotelma pode ser explicada pela maior plasticidade quanto ao uso de micro-habitats (Prado & Pombal Jr., 2005).

A maior abundância de *P. luteolus* em bromélias também foi registrada em estudos anteriores (ou seja, Mageski et al., 2016; Mageski et al., 2014; Schineider & Teixeira 2001). *Phyllodytes luteolus* é uma espécie tipicamente encontrada em bromélias, ocupando-a durante todo o seu ciclo de vida (Ferreira et al. 2012), ou seja, é uma espécie broméligena, *sensu* Peixoto 1995. O uso de bromélias para refúgio, reprodução, postura de ovos e desenvolvimento de girinos é uma importante característica filogenética deste gênero, caracterizando *Phyllodytes* como um grupo monofilético (Silva, 1998). A não ocorrência de *P. luteolus* em fitotelmata *A. sisalana* e *H. ramageana* possivelmente se deva a morfologia desses fitotelmas, apresentando baixa capacidade armazenamento de água, característica importante destacada por Mageski et al. (2016). No entanto, Mageski et al. (2014) registraram *P. luteolus* em outra espécie de Asparagaceae, *Agave attenuado* Salm-Dyck. Foram observadas populações de *P. luteolus* em declínios populacionais após episódios de perturbações antrópicas (e.g., Papp & Papp 2000), assim a proteção do fitotelma pode auxiliar na proteção conjunta de *P. luteolus* além de aumentar a resiliência dessa população no ambiente.

Boana semilineata, segunda espécie em abundância, é uma espécie caracterizada por estar empoleirada na vegetação (Protázio et al. 2017). A espécie foi encontrada associada a todas as espécies de bromélias estudadas, nos mais variados habitats, sendo considerada a mais generalista no presente estudo. *Boana semilineata* é uma espécie

bromélicola, reproduzindo-se em lagoas e rios, utilizando bromélias como micro-habitats secundários, podendo ocupar mais de uma espécie de bromélias (Mageski et al., 2016). Em nosso estudo, esta espécie na maioria das vezes foi observada usando fitotelmas como refúgio e para vocalização. Além disso, alguns organismos em amplexo foram observados ocupando bromélias localizadas próximas a corpos d'água. A espécie apresenta dados insuficientes sobre sua distribuição, ameaças e tamanho populacional (IUCN, 2022). Assim sendo, a proteção dos fitotelmas, bem como estudos sobre interação dos anfíbios com esse grupo de planta pode auxiliar na formulação de estratégias de conservação. *Pristimantis ramagii*, terceira espécie mais abundante foi encontrada tanto em áreas abertas quanto em áreas florestais associadas a *A. fulgens*, *A. leptantha* e *H. ramageana* que tinham suas axilas e/ou tubos centrais cobertos por folhas. Esta espécie e outras espécies de *Pristimantis* em geral depositam ovos em folhas de serapilheira e na base de bromélias (Haddad & Prado 2005, Juncá, 2006).

A maioria das espécies catalogadas aqui foram registradas utilizando fitotelmas como abrigo diurno. Espécies categorizadas como bromelícolas utilizam a bromélia como abrigo diurno e durante o forrageamento, mas não para nenhum aspecto de sua biologia reprodutiva, concordando com os dados de Peixoto (1995). No entanto, duas espécies são consideradas bromelígenas, *P. luteolus* e *F. pernambucensis*, sendo registrado na literatura o uso de bromélias ou depressões de troncos de árvores por *F. pernambucensis* (Dias et al. 2016).

Dentre as plantas estudadas, *A. fulgens* e *H. ramageana* são consideradas endêmicas da Mata Atlântica, enquanto *A. leptantha* é restrita à região Nordeste. O gênero *Aechmea* Brongn é o maior da subfamília Bromelioideae (Martinelli et al., 2008; Leme & Siqueira Filho 2006), as duas espécies aqui estudadas estão distribuídas no Corredor de Biodiversidade Nordeste (Martinelli et al., 2008). O gênero *Hohenbergia* Schult & Schult. f. tem sua grande diversidade também na região Nordeste do Brasil, com espécies distribuídas nos domínios de Mata Atlântica e Caatinga (Leme & Siqueira Filho 2006). Esses dados evidenciam a importância desse estudo diante das espécies de plantas aqui analisadas apresentarem distribuição restrita. As espécies de Asparagaceae são nativas da península de Yucatán, no México, sendo *A. sisalana* introduzida no Brasil em 1903 no estado da Bahia, para fins comerciais (Silva & Beltrão 1999), sendo uma espécie exótica, com registros no domínio Caatinga (Forzza 2020). Nossos registros para espécie *A. sisalana* foram feitos em áreas abertas e em afloramentos rochosos.

Achmea leptantha apresentou a maior ocupação por anuros (abundância espécies e riqueza de espécies). Os exemplares registrados no presente estudo foram encontrados principalmente em áreas abertas e apresentaram uma melhor capacidade de acumular água, em relação às demais espécies analisadas. Essa capacidade de acumular água é um fator essencial para a diversidade de anuros (Schneider & Teixeira 2001), o que poderia explicar a alta riqueza e abundância nesses fitotelma. *Achmea leptantha* tem ocorrência restrita, declínio populacional e fragmentação crescente, tornando-se uma espécie vulnerável (Silva et al., 2018). A espécie congênere *Aechmea fulgens* é uma espécie típica do Estado de Pernambuco, com dados bibliográficos contraditórios quanto à sua distribuição, conforme relatado por Silva et al. (2018). Além disso, a espécie é considerada vulnerável (Silva et al., 2018), devido à sua área limitada, alta fragmentação de habitat onde é encontrada e área restrita de ocorrência. O gênero *Aechmea* se apresenta com mais frequência em florestas tropicais em relação a outros fitotelma (Silva et al., 2018; Martinelli et al., 2008), as espécies desse gênero apresentam associação com diversas espécies de anuros e se configuram como os fitotelmas mais importantes para assembleia local de anuros (Mageski et al., 2016).

Agave sisalana é uma espécie com baixa capacidade de armazenamento de água, porém dentre os fitotelmatas do presente estudo, destacou-se pelo seu maior porte. Tendo sido registradas três espécies *Boana* (Hylidae) o que corrobora com os dados encontrados por Mageski et al. (2014) para esse gênero. As espécies de anuros registradas em *A. sisalana* são consideradas de médio a grande porte (Haddad et al., 2013), podendo possivelmente utilizar essa planta como micro-habitat devido seu porte e de suas folhas que permitem uma melhor ocupação e movimentação dos espécimes.

A riqueza de anuros foi associada a plantas em áreas abertas e áreas florestais. Essa riqueza de espécies encontradas nestes microambientes pode ser explicada pela função do fitotelma como refúgio para diversos organismos, fornecendo água e alta umidade, sendo assim um ambiente favorável para a manutenção dos anuros (Lacerda et al., 2009). Estudos indicam que há uma seletividade de algumas espécies em relação aos fitotelma que irão utilizar (e. g., *P. luteolus* por fitotelmata pequenas com mais folhas) (Mageski et al. 2016; 2017). A diferença significativa entre as abundâncias de cada fitotelma e a ausência de correlação entre riqueza de anuros com o parâmetro coletado e analisados em nosso estudo, nos faz acreditar que as características de cada planta (parâmetros) não atuam de mesma forma igualitária para todas as espécies de anuros, como realizada na nossa análise de correlação, mas sim de forma espécie-específica,

sendo esses fatores sim responsáveis pela modulação da assembleia de anuros em fitotelmas. Ou seja, não apenas as características encontradas nas plantas regem sua ocupação, como também as necessidades de cada espécie individualmente. Tendo sido observadas preferências nas espécies de anuros, como por exemplo, nas espécies de *Rhinella* e *Pristimatis* que foram encontradas em fitotelmas sem ou com pouca água, sempre em folhas com axilas cobertas por serapilheira. Enquanto que indivíduos da família Hylidae foram registrados em bromélias geralmente com grande quantidade de água disponível. Além disso, vale ressaltar a importância de estudos que evidenciem quais os fatores que mais influenciam na seleção por essas plantas, a fim de viabilizar a conservação desses organismos.

Conclusão

A estrutura dos fitotelmas possibilita maior ou menor capacidade de acumular água da chuva. Sendo esse ecossistema singular, apresentando características próprias que podem influenciar de forma importante na ecologia e a fisiologia da própria planta hospedeira (Guerim et al., 2010). As bromélias do gênero *Aechmea* parecem ser as plantas mais importantes para a assembleia de anuros, o que é evidenciado em nosso estudo e em outros estudos (Cogliatti-Carvalho et al., 2010; Mageski et al., 2016). Nosso estudo mostra a importância da conservação dessas plantas para a manutenção de assembleias de anuros em altitudes elevadas da floresta tropical. Esses anuros são muito afetados pela dramática redução dos habitats da floresta tropical que pode resultar na destruição de fitotelma e a consequente extinção local de muitas espécies associadas. Com base na extinção ou co-extinção (Stork & Lyal 1993), as estratégias de conservação de uma espécie de anuro associada a essas plantas só terão sucesso com a conservação da planta "hospedeira". Portanto, recomendamos que avaliações do *status* conservação das espécies de anuros e fitotelmas conjuntamente, abordando informações sobre a viabilidade populacional ao longo do tempo. Além disso, estudos ecológicos devem ser realizados com objetivo de produzir dados que possibilitem conhecer e elucidar como e quais fatores influenciam a associação entre fitotelmas e anuros, a fim de traçar estratégias de conservação para a manutenção de populações viáveis de táxons e os processos ecológicos envolvidos.

Agradecimento

BGG agradece à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - Brasil (FACEPE) e PR à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pela bolsa de doutorado. Os autores agradecem a professor e economista ecológico, Clóvis Vasconcelos Cavalcanti, pelo apoio e acolhimento ao longo da pesquisa.

Referência

- Andrade-Lima, D. 1982. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. In: G.T. Prance (Ed.): *Biological diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York, USA, p. 245–254.
- Araújo, T.G., Queiroz, A.B.D., Lopes, S.D.F. 2019. Fitossociologia de um brejo de altitude no semiárido brasileiro: variação das espécies dominantes ao longo do gradiente altitudinal. *Ciência Florestal* 29(2): 779–794. <https://doi.org/10.5902/1980509821231>
- Barbosa, A.R., Alves, I.T.L.S. 2014. Diversidade e uso de hábitat da anurofauna em um fragmento de um brejo de altitude. *Gaia Scientia* 8(1): 215–225.
- Barbosa, G.G., Rodrigues, G.G. 2017. Anuros em áreas com diferentes graus de ações antrópicas no refúgio de vida silvestre matas do sistema Gurjaú, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*. *Revista Brasileira de Geografia Física* 10(3): 767–783.
- Behling, H., Arz, H.W., Patzold, J., Wefer, G. 2000. Late Quaternary vegetational and climate dynamics in northeastern Brazil: Inferences from marine core GeoB 3104–1. *Quaternary Science Review* 19(10): 981–994. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00046-3](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00046-3)
- Cabral, J.J.P., Braga, R., Montenegro, S., Campello, S., Cirillo, A., Périer, J.R., Lopes Filho, S. 2004. Recursos Hídricos e os Brejos de Altitude. In: Tabarelli M, Porto KC & Cabral, JJP. (Orgs). *Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil.
- Campanili, M., Prochnow, M. 2006. *Mata Atlântica: uma rede pela floresta*. Brasília: RMA, 322 p.
- Castro, D.P., Rodrigues, J.F.M., Borges-Leite, M.J., Lima, D.C., Borges-Nojosa, D.M. 2019a. Anuran diversity indicates that Caatinga relictual Neotropical forests are more related to the Atlantic Forest than to the Amazon. *PeerJ* 6: e6208. <https://doi.org/10.7717/peerj.6208>
- Castro, D.P. et al. 2019b. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga VI: The Ubajara National Park, Ceará, Brazil. *Herpetology Notes* 12: 727–742.
- Cogliatti-Carvalho, L., Rocha-Pessôa, T.C., Nunes-Freitas, A.F., Rocha, C.F.D. 2010. Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. *Acta Botanica Brasilica* 24(1): 84–95.
- Dias, E.G., Santana, P.S., Pereira, E.N., Santos, E.M. 2016. *Frostius pernambucensis* (Frost's Toad). Parental Care. *Herpetological Review* 47:277–278.
- Ferreira, R.B., Schneider, J.A, Teixeira, R.L. 2012. Diet, Fecundity, and Use of Bromeliads by *Phyllodytes luteolus* (Anura: Hylidae) in Southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 46(1): 19–24. <https://doi.org/10.1670/09-040>
- Forzza, R.C., Costa, A.F., Maciel, J.R., Kessous, I.M., Monteiro, R.F., Faria, A.P.G., Tardivo, R.C., Büneker, H.M., Saraiva, D.P., Moreira, B.A., Jacques, S.S.A., Almeida, M.M., Santos-Silva, F., Louzada, R.B., Moura, R.L., Couto, D.R., Neves, B., Oliveira, F.M.C., Araújo, C.C., Gonçalves-Oliveira, R.C., Versieux, L.M., Romanini, R.P., Machado, T.M., Silva, R.S.A.D., Paixão Souza, B., Gomes-da-

- Silva, J., Uribe, F.P., Guarçoni, E.A.E., Sousa, L.O.F., Pontes, R.A.S., Nogueira, M.G.C., Sousa, G.M., Koch, A.K., Picanço, W.L., Cardoso, P.H., Martins, S.E., Barbosa-Silva, R.G., Wanderley, M.G.L. 2020. Bromeliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Electronic Database. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil>. Accessed 28 Oct 2022
- Freitas, M.A., Abegg, A.D., Araújo, D.S., Coelho, H.E.A., Azevedo, W.S., Chaves, M.F., Moura, G.J.B. 2019. Herpetofauna of five "Brejos de Altitude" of the interior of the state of Pernambuco, Northeastern Brazil. *Herpetology Notes* 12: 591–602.
- Frost, D.R. 2022. Amphibian species of the world: an online reference. Version 6.0. Electronic database. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/>. American Museum of Natural History, New York, USA. Accessed 17 May 2022.
- Guerim, L.; Hriçay, R. R.; Silva, A. B.; Utz, L. R. P.; Mondin, C. A.; Eizirik, E.; Astarita, L. V.; Silva, R. M. Diversidade de organismos eucarióticos presentes em fitotelma de bromélias em uma área de Mata Atlântica no sul do Brasil. p. 133-134. Anais... XI Salão de Iniciação Científica PUCRS. 2010.
- Haddad, C.F.B., Prado, C.P. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience* 55(3): 207–217.
- Haddad, C.F.B., Toledo, L.F., Prado, C.P.A., Loebman, D., Gasparini, J.L., Sazima, I. 2013. Anfíbios da Mata Atlântica: Guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica. Editora Neotropica. São Paulo. 544p.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Volume I / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA. 492 p.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Red List of Threatened Species. Electronic database. <http://www.iucnredlist.org>. Cambridge, USA. Accessed 27 Oct 2020.
- Jansen, D.S., Gonçalves, E.P., Viana, J.S., da Silva Borges, J.P.G., Ferreira, D.T.D.R.G., da Silva Andrade, H. M. L., da Silva, M. A. D. 2021. Composição florística e fitossociológica em manancial de Brejo de Altitude. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. 1-19. Doi: [dx.doi.org/10.133448/rsd-v10i4.13900](https://doi.org/10.133448/rsd-v10i4.13900).
- Juncá, F.A. 2006. Diversidade e uso de hábitat por anfíbios anuros em duas localidades de Mata Atlântica, no norte do estado da Bahia. *Biota Neotropica* 6(2): 1–17.
- Lacerda, J.V.A., de Assis, B., Santana, D.J., Feio, R.N. 2009. Anurans in bromeliads, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, state of Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Check List* 5(4): 800–806.
- Lantyer-Silva, A.S., Sole, M., Zina, J. 2014. Reproductive biology of a bromeligenous frog endemic to the Atlantic Forest: *Aparasphenodon arapapa* Pimenta, Napoli and Haddad, 2009 (Anura: Hylidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 86: 867–880. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130521>
- Leme, E.M.C., Siqueira Filho, J.A. 2006. Taxonomia das bromélias dos fragmentos de Mata Atlântica de Pernambuco e Alagoas. In: Siqueira-Filho JA & Leme EMC (Eds.) Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste – Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, p. 190–381

- Mageski, M., Ferreira, R.B., Costa, L.C.D., Jesus, P.R., Ferreira, P.D. 2017. Frog assemblage associated with bromeliads in a sandy coastal plain in the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Papéis Avulsos em Zoologia* 57: 445–449.
- Mageski, M., Ferreira, R.B., Beard, K.H., Costa, L.C., Jesus, P.R., Medeiros, C.C., Ferreira, P.D. 2016. Bromeliad Selection by *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae): The Influence of Plant Structure and Water Quality Factors. *Journal of Herpetology* 50(1): 108–112.
- Mageski, M., Coutinho, H., Clemente-Carvalho, R.B. 2014. Distribuição espacial e seleção de hábitat por anfíbios anuros em Mata Atlântica sobre a formação Barreiras no sudeste do Brasil. *Natureza Online* 12(5): 230–234.
- Martinelli, G., Vieira, C.M., Gonzalez, M., Leitman, P., Piratininga, A., da Costa, A.F., Forzza, R.C. 2008. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. *Rodriguésia* 59(1): 209–258.
- Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffmann, M., Pilgrim, J., Brooks, J., Mittermeier, C.G., Lamourux, J., Fonseca, G.A.B. 2004. *Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. Washington, DC, USA: Cermex.
- Peixoto, O.L. 1995. Associação de Anuros com Bromelíaceas da Mata Atlântica. *Revista da Universidade Rural, Série Ciência da Vida* 17: 75–83.
- Pereira, E.N., Lira, C.S., Santos, E.M. 2016. Ocupação, distribuição espacial e sazonal dos anfíbios anuros, em fragmento de Mata Atlântica. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais* 7(2): 70–83. <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.002.0006>.
- Pereyra, M.O., Blotto, B.L., Baldo, D., Chaparro, J.C., Ron, S.R., Elias-Costa, A.J., Iglesias, P.P., Venegas, P.J., Thomé, M.T.C., Ospina-Sarria, J.J., Maciel, N.M., Rada, M., Lolenc, F., Borteiro, C., Rivera-Correa, M., Rojas-Runjaic, F.J.M., Moravec, J., De La Riva, I., Wheeler, W.C., Castroviejo-Fisher, S., Grant, T., Haddad, C.F.B., Faivovich, J. (2021). Evolution in the genus *Rhinella*: A total evidence phylogenetic analysis of Neotropical true toads (Anura: Bufonidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 447(1), 1-156.
- Prado, G., Pombal Jr. 2005. Distribuição espacial e temporal dos anuros em um brejo da Reserva Biológica de Duas Bocas, sudeste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional* 63(4): 685-705.
- Protázio, A.S., da Anunciação, M.V.D.S., Braga, H.S.N., Conceição, L.C., dos Santos, U.G., Ribeiro, A.C., Lima, S.J.C., Protázio, A.S. 2017. Relação de nicho espacial e alimentar entre *Boana semilineata* e *Boana pombali* (Anura: Hylidae) em fragmentos de Mata Atlântica no Nordeste da Bahia. *Revista Magistra* 29(3/4): 315–327.
- Quirino, A.M.S., Almeida, G.V.L., Santos, E.M., Melo, J.R.M. 2019. Herpetofauna de uma área serrana, Santa Cruz da Baixa Verde, Pernambuco. *Revista Ouricuri* 8(1): 1–10. <https://doi.org/10.29327/ouricuri.v8.i1.a1>
- R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available online at <https://www.R-project.org/>.

- Rocha, C.F.D., Cogliatti-Carvalho, L., Almeida, D.R., Freitas, A.F.N. 2000. Bromeliads: Biodiversity amplifiers. *Journal of Bromeliad Society* 50(2): 81–83.
- Rossa-Feres, D.C., Garey, M.V., Caramaschi, U., Napoli, M.F., Nomura, F., Bispo, A., Brasileiro, C.A., Thome, M.T.C., Sawaya, R.J., Conte, C.E., Cruz, C.A., Nascimento, L.B., Gasparini, J.L., Almeida, N.P.; Haddad, C.F.B. 2017. Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. In: E.L.A. Monteiro-Filho, C.E. Conte (Ed.): *Revisões em Zoologia: Mata Atlântica*. Editora UFPR, Curitiba, 237–314. 2017.
- Sabagh, L.T., Ferreira, R.B., Rocha, C.F.D. 2017. Host bromeliads and their associated frog species: Further considerations on the importance of species interactions for conservation. *Symbiosis* 73(3): 201–211. <https://doi.org/10.1007/s13199-017-0500-9>.
- Santos, J. C., Almeida-Cortez, J. S., Fernandes, G. W. 2011. Diversidade de insetos indutores de galhas em brejos de altitude de Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Biology*, 71 (1), 47-56.
- Sanches, P.R., Santos, F.P., Corrêa, J.G., França, P.F., Sousa, J.C., Antuária, P.C., Costa-Campos, C.E. 2019. Anurans associated with the bromeliad *Bromelia goeldiana* on a floodplain in northern Brazil. *Herpetology Notes* 12: 431–433.
- Schneider, J.A.P., Teixeira, R.L. 2001. Relacionamento entre anfíbios anuros e bromélias da restinga de Regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* (91): 41–48.
- Segalla, T.M., Caramaschi, U., Garcia, P.C.A., Langone, P.P. 2021. In: Anura in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Electronic Database. Available from: http://public.sbherpetologia.org.br/assets/Documentos/2020/Segalla_et_al_2021_H B.pdf
- Semas - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. 2015. Portaria N° 004/2015, de 22 de janeiro de 2015. In: Lista estadual oficial de espécies da fauna ameaçada de extinção. Electronic database. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280590>
- Silva, O.R.R., Beltrão, N.R.R.F. 1999. *O Agronegócio do Sisal no Brasil*. Embrapa, Brasília, Brasil. p. 205.
- Silva, H.R. 1998. *Phylogenetic relationships of the family Hylidae with emphasis on the relationships within the subfamily Hylinae (Amphibia: Anura)*. Lawrence. xi, 175p. Unpublished PhD Dissertation. University of Kansas, USA.
- Silva, T.S., Wanderley, M.G.L., Melo, J.I.M. 2018. Flora of Paraíba State, Brazil: *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae). *Biota Neotropica* 18(3): 1-16. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2017-0401>.
- Stork, N.E., Lyal, C.H.C. 1993. Extinction or “co-extinctions” rates? *Nature* 366 (6453): 307–307.
- Tabarelli, M.; Santos, A. M. M. 2004. Uma Breve Descrição Sobre a História Natural dos Brejos Nordestinos. In: Tabarelli M, Porto KC & Cabral, JJP. (Orgs). Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil.

Vitt, L.J., Cadwell, J.P. 2014. *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Amsterdam: Elsevier. Quarta Edição. 776 pp.

CONCLUSÃO

Concluimos que pelo menos 14 espécies de anuros ocupam plantas que acumulam água na área de estudo. A maioria das espécies registradas no estudo são generalistas e com ampla distribuição na Mata Atlântica (HADDAD et al. 2013), ocupando as bromélias principalmente como abrigo. Dentre as espécies com maior abundância, temos *Phyllodytes luteolus*, *Boana semilineata* e *Pristimantis ramagii*.

Phyllodytes luteolus ocorrido apenas nas espécies de *Aechmea* devido as mesmas possuírem maior abundância de água, sendo utilizada por esse anfíbio para uso de bromélias para refúgio, reprodução, postura de ovos e desenvolvimento de girinos que é uma importante característica filogenética deste gênero.

Maioria das espécies encontradas não é considerada como ameaçada de extinção, no entanto, *Frostius pernambucensis* devido à sua ecologia e distribuição restrita, foi classificado como vulnerável (VU). Além disso, algumas espécies de anfíbios aqui registradas possuem dados insuficientes.

Outro ponto que merece atenção é a importância desse estudo de interação entre bromélias, pois buscou explicar os fatores que levam ou não a escolha das plantas pelos anfíbios. Com especial atenção para as suas espécies de *Aechmea* por serem espécies categorizadas como vulneráveis (VU).

As bromélias do gênero *Aechmea* parecem ser as plantas mais importantes para a assembleia de anuros, o que é evidenciado em nosso estudo e em outros estudos, tendo sido os mais ocupados pelos anfíbios. Os anfíbios são muito afetados pela dramática redução dos habitats da floresta tropical que pode resultar na destruição de fitotelmas e a consequente extinção local de muitas espécies associadas.

Com base na extinção ou co-extinção (Stork & Lyal 1993), as estratégias de conservação de uma espécie de anuro associada a plantas só terão sucesso com a conservação da planta "hospedeira". Portanto, recomendamos que avaliações do status de conservação das espécies aqui registradas

abordem informações sobre a viabilidade populacional ao longo do tempo em conjunto das fitotelmas e espécies associadas, além disso que estudos ecológicos sejam realizados com objetivo de produzir dados que possibilitem conhecer e elucidar como e quais fatores influenciam a associação entre fitotelmas e anuros, a fim de traçar estratégias de conservação para a manutenção de populações viáveis de táxons e os processos ecológicos envolvidos.

REFERÊNCIAS

- ADW – Animal Diversity Web. **Museum of Zoology**. University of Michigan. Disponível em: <https://animaldiversity.org/accounts/Anura/>. Acesso em: 1 abr. 2022.
- ANDRADE-LIMA, D. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. *In*: Ghilleen T. Prance (org.). **Biological diversification in the Tropics**. Columbia University Press, New York, USA, 1982. p. 245–254.
- ARAÚJO, K. C. **Padrões de diversidade e distribuição de anuros nos brejos de altitude do Ceará, Brasil**. 2017. 133p. Tese (Doutorado em Ecologia de recursos naturais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2021.
- BARBOSA, A. R.; ALVES, I. T. L. S. Diversidade e uso de hábitat da anurofauna em um fragmento de um brejo de altitude. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 8, n. 1, p. 215-225. 2014.
- BARBOSA, K. C. A importância da interação animal-planta na recuperação de áreas degradadas. *In*: Barbosa, M.L.; Asperti, L.M.; Mandetta, E.C.N. **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**, 2006. p. 4-25.
- BATALHA FILHO, H.; MIYAKI, C. Y. Filogeografia da Mata Atlântica. **Revista da Biologia**, São Paulo, v. 7, p. 31-34. 2018.
- BEZERRA, F. G. S.; DE TOLEDO, P. M.; VON RANDOW, C.; DE AGUIAR, A. P. D.; LIMA, P. V. P. S.; DOS ANJOS, L. J. S.; BEZERRA, K. R. A. Spatio-temporal analysis of dynamics and future scenarios of anthropic pressure on biomes in Brazil. **Ecological Indicators**, v. 137, p. 1-14. 2022.
- BRONSTEIN, J. L. **Mutualism**. 1. ed. Oxford University Press: Oxford. 2015. 320p.
- BORGES, R. A.; ALVES, M. C.; ZEZERINO, F. S.; DOS SANTOS, S. R. L. Grande Reserva Mata Atlântica: um destino turístico de produção de natureza. *In*: Sutil, T.; Ladwig, N. I.; da Silva, J. G. S. (org.). **Turismo em áreas protegidas**. Santa Catarina: Livros Ediunesc, 2020. p. 196-213.
- BORGES-NOJOSA, D. M.; CARAMASCHI, U. Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos brejos nordestinos. *In*: Leal, I. R.; Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. (org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga. Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, 2003. p.463-512.
- BOVO, A. A. D. A.; MAGIOLI, M.; PERCEQUILLO, A. R.; KRUSZYNSKI, C.; ALBERICI, V.; MELLO, M. A.; RAMOS, V. N. Human-modified landscape acts

as refuge for mammals in Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 2, p. 1-12. 2018.

CAMPANILI, M., PROCHONOW, M. **Mata Atlântica: uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006. 322p.

CARROLL, R. L. The origin and early radiation of terrestrial vertebrates. **Journal of Paleontology**, v. 75, n. 6, p. 1202-1213. 2001.

CASTRO, D. P.; RODRIGUES, J. F. M.; BORGES-LEITE, M. J.; LIMA, D. C.; BORGES-NOJOSA, D. M. Anuran diversity indicates that Caatinga relictual Neotropical forests are more related to the Atlantic Forest than to the Amazon. **PeerJ**, v. 6, p. 1-16. 2019a.

CASTRO, D. P.; RODRIGUES, J. F. M., BORGES-LEITE, M. J.; LIMA, D. C.; BORGES-NOJOSA, D. M. Herpetofauna of protected areas in the Caatinga VI: The Ubajara National Park, Ceará, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 727–742. 2019b.

CAVALCANTI, D. R.; TABARELLI, M. Distribuição das plantas amazônico-nordestinas no centro de endemismo Pernambuco: brejos de altitude vs. florestas de terras baixas. *In*: Pôrto, K. C.; Cabral, J. J. P.; Tabarelli, M. (org.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 285-296.

CLACK, J. A. The origin of tetrapods. *In*: Heatwole, H.; Carroll, R. L. (org.). **Amphibian Biology, Palaeontology: The Evolutionary History of Amphibians**. Australia: Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton. 2000.

CORDIER, J. M.; AGUILAR, R.; LESCANO, J. N.; LEYNAUD, G. C.; BONINO, A.; MILOCH, D.; LOYOLA, R.; NORI, J. A global assessment of amphibian and reptile responses to land-use changes. **Biological conservation**, v. 253, p. 1-10. 2021.

DA SILVA, L. F.; BATTAZZA, A.; DE SOUZA, N. F.; SOUZA, N. F. D.; ROCHA, N. S. Impactos das ações antrópicas aos Biomas do Brasil: Artigo de revisão. **Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 22-44. 2022.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. 1. ed. São Paulo, 1996. 484p.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. 2. ed. Estados Unidos da América. Johns Hopkins University Press. 1994. 670p.

FERREIRA-SILVA, C.; OLIVEIRA, D. B.; OLIVEIRA, H. F.; AVILA, R. W. Spatial and temporal distribution in two anuran communities in the Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 16, n. 1, 1-9. 2016.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Version 6.1. American Museum of Natural History, New York, USA. Disponível em: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. doi.org/10.5531/db.vz.0001. 2021.2021. Acesso em: 25 abr. 2022.

FONSECA, C. R.; ANTONGIOVANNI, M.; MATSUMOTO, M.; BERNARD, E.; VENTICINQUE, E. M. Oportunidades de conservação na Caatinga. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 44-51. 2018.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington: Island Press, Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International, 2003. 472 p.

GARDA, A. A.; LION, M. B.; LIMA, S. M. Q.; MESQUITA, D. O.; ARAÚJO, H. F. P.; NAPOLI, M. F. Os animais vertebrados do bioma Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 29-34, 2018.

GARDA, A. A.; STEIN, M. G.; MACHADO, R. B.; LION, M. B.; JUNCÁ, F. A.; NAPOLI, M. F. *In*: da Silva, J. M. C.; Leal, I. R.; Tabarelli, M. (org). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Springer-Verlag, Berlin, 2017, p. 133-149.

GREENEY, H. F. The insects of plant-held waters: a review and bibliography. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 241–260. 2001.

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A.; LOEBMAN, D.; GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. **Anfíbios da Mata Atlântica: Guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica**. 1. ed. Editora Neotropica, São Paulo. 2013. 544p.

HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **BioScience**, v. 55, n. 3, p. 207–217. 2005.

HAYES, T. B.; FALSO, P.; GALLIPEAU, S.; STICE, M. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's Perspective. **Journal of Experimental Biology**, v. 213, p. 921-933. 2010.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1. ed. Brasília (DF): ICMBio/MMA. 492 p.

IUCN - International Union for The Conservation of Nature and Natural Resources. **Red List of Threatened Species**. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 28 de abril de 2022.

JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New Phytologist**, v. 204, n. 3, p. 459-473. 2014.

KITCHING, R. L. **Food webs and container habitats: the natural history and ecology of phytotelmata**. Cambridge University Press, Cambridge, Illustrated edition, 2000. 448p.

LEDO, R. M. D.; COLLI, G. R. The historical connections between the Amazon and the Atlantic Forest revisited. **Journal of Biogeography**, v. 44, p. 2551–2563. 2017.

LEWINSOHN, T. M.; JORGE, L. R.; PRADO, P. I. Biodiversidade e interações entre insetos herbívoros e plantas. *In*: Del-Claro, K.; Torezan-Silingardi, H.M. (org.). **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. p. 275-289.

MAGESKI, M.; COUTINHO, H.; CLEMENTE-CARVALHO, R. B. Distribuição espacial e seleção de hábitat por anfíbios anuros em Mata Atlântica sobre a formação Barreiras no sudeste do Brasil. **Natureza Online**, v. 12, n. 5, p. 230–234. 2014.

MARQUES, M. C.; GRELLE, C. E. **The Atlantic Forest: History, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**. Springer Nature, 2021. 975p.

MIRANDA, L. **A evolução das rãs está ligada ao asteroide que dizimou os dinossauros**. Disponível em: < <http://ciencianautas.com/a-evolucao-das-ras-esta-ligada-ao-asteroide-que-dizimou-os-dinossauros/> >. Acesso em: 02 de maio de 2022. 2017.

MORLEY, R. J. **Origin and Evolution of Tropical Rainforests**. Wiley. 2000. 384p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 408, p. 853-858. 2000.

NUNES-DE-ALMEIDA, C. H. L.; HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F. A revised classification of the amphibian reproductive modes. **Salamandra**, v. 57, n. 3, p. 413-427. 2021.

OLIVEIRA, D. S. F.; FRANCHIN, A. G.; MARÇAL-JÚNIOR, O. Rede de interações ave-planta: um estudo sobre frugivoria em áreas urbanas do Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 4, p. 83-97. 2015.

PALACIOS-MOSQUERA, Y.; MONDRAGÓN, D.; SANTOS-MORENO, A. Florívoros vertebrados de epífitas vasculares: o caso de uma bromélia. **Brazilian Journal of Biology**, n. 79, v. 2, p. 201-207. 2019.

PIGOZZO, C. M.; VIANA, B. F. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de caatinga. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 100-114. 2010.

PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação** - Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 324p.

POUGH, H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A Vida dos Vertebrados**. 4. ed. São Paulo: Editora Atheneu. 2008.

REITZ, R. Bromeliáceas e a Malária-Bromélia Endêmica. Flora Ilustrada Catarinense. Fasc. Brom. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 1983.

REYES-GARCÍA, C.; MANRIQUE, C. E.; DORANTES, A.; CACH-PÉREZ, M. J.; ANAÍ, N.; PEREIRA ZALDÍVAR, R. O.; ESQUIVEL, J. P. P. Las bromeliáceas epífitas ¿una fuente adicional de agua para vertebrados en selvas estacionales?. **Centro**, n. 14, p. 51-56. 2022.

QUIRINO, A. M. S.; ALMEIDA, G. V. L.; SANTOS, E. M.; MELO, J. R. M. Herpetofauna de uma área serrana, Santa Cruz da Baixa Verde, Pernambuco. **Revista Ouricuri**, v. 8, n. 1, p. 1–10. 2019.

RIBEIRO, E. M. S.; SANTOS, B. A.; ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; TABARELLI, M.; SOUZA, G.; LEAL, I. R. Phylogenetic impoverishment of plant communities following chronic human disturbances in the Brazilian Caatinga. **Ecology**, n. 97, v. 6, p. 1583-1592. 2016.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed. 2010. 572p.

ROSSA-FERES, D. C.; GAREY, M. V.; CARAMASCHI, U.; NAPOLI, M. F.; NOMURA, F.; BISPO, A.; BRASILEIRO, C. A.; THOME, M. T. C.; SAWAYA, R. J.; CONTE, C. E.; CRUZ, C. A.; NASCIMENTO, L. B.; GASPARINI, J. L.; ALMEIDA, N. P.; HADDAD, C. F. B. **Anfíbios da Mata Atlântica: lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação**. In: Monteiro-Filho, E. L. A.; Conte, C. E. (org.). Revisões em Zoologia: Mata Atlântica. Editora UFPR, Curitiba, 237–314. 2017.

SAMPAIO, G. S.; DA SILVA, Y. G.; DE MORAIS FARIAS, J.; RAMOS, B. R. D. O.; FREITAS, Y. D. G. C.; BRANCO, C. W. C.; DOS SANTOS MIRANDA, V. B. Análise da comunidade zooplanctônica em fitotelmos de bromélias, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 7, n. 1, p. 82-92. 2021.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; BERNECK, B. V. M.; LANGONE, J. Brazilian amphibians – List of species. **Herpetologia Brasileira**, v. 5, n. 2, p. 34-46. 2021.

SEMAS - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Portaria N° 004/2015, de 22 de janeiro de 2015. Lista estadual oficial de espécies da fauna

ameaçada de extinção. Disponível em:

<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280590>. Acesso em: 2 mai. 2022.

SILVA, Y. K.; MOSER, A. D. S.; CENEVIVA-BASTOS, M.; AFFONSO, A. L. S. Registro de invertebrados aquáticos associados às bromélias *Aechmea ornata* (Baker) e *Aechmea recurvata* (Klotzsch) LB Sm em dois fragmentos de Mata Atlântica do sul do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, n. 33, p. 1-6. 2021a.

SILVA, P. A.; SILVA, L. L.; CHERUTTE, A. G.; GOMES, A. C. S.; BRITO, L.; RODRIGUES, B. M. Aves visitando flores do ipê-amarelo (*Handroanthus vellosii*) na área urbanizada ressalta a importância da interação planta-animal na arborização de cidades. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. 1-18. 2021b.

SILVA, J. M. C.; CASTELETTI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. *In*: Galindo-Leal, C.; Câmara, I.G. (org.). **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**, CABS and Island Press, Washington, 2003. p. 43-59.

SILVA, W. R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**, p. 79-90. 2003.

STUART, S.; CHANSON, J.; COX, N.; YOUNG, B.; RODRIGUES, A.; FISCHMAN, D.; WALLER, R. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, p. 1783-1786. 2004.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, v. 37, n. 2, p. 88-92. 2012.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 132-138. 2005.

THOMPSON, J. N. **Interaction and coevolution**. University of Chicago Press, Chicago. 2014. 179p.

VAZ-SILVA, W.; MACIEL, N. M.; NOMURA, F.; MORAIS, A. R. D.; BATISTA, V. G., SANTOS, D. L.; ANDRADE, S. P.; DE OLIVEIRA, A. A. B.; BRANDÃO, R. A.; BASTOS, R. P. **Guia de identificação das espécies de anfíbios (Anura e Gymnophiona) do estado de Goiás e do Distrito Federal, Brasil Central**. Sociedade Brasileira de Zoologia. 2020.

VITT, L. J.; CADWELL, J. P. **Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles**. 4. ed. Amsterdam: Elsevier, 2014. 776p.

ANEXO 1. Normas da revista

Informações gerais para autores da revista "Nature Conservation Research"

A revista considera manuscritos dos seguintes tipos e volumes:

1. Artigos de Revisão (até 30 páginas).
2. Artigos de Pesquisa (15–25 páginas).
3. Comunicações curtas (até 7 páginas).
4. Crônica, Resenhas de Livros, Aniversários (5–7 páginas).
5. Notas de Pesquisa (até 2,0–2,5 páginas) [novos registros de fauna/flora de um país/continente, mundo, etc.].

O volume de manuscritos pode ser aumentado mediante acordo com o Conselho Editorial.

1. A revista "Nature Conservation Research" publica artigos escritos em russo ou inglês. Mas os artigos em inglês são preferidos.

2. Todos os materiais devem ser submetidos em versão eletrônica. A lista destes inclui:

uma. arquivo do manuscrito preparado em Microsoft Word e nomeado pelo nome do primeiro autor (exemplo: ivanov.doc);

b. arquivo com informações sobre os autores (ver exemplo abaixo), contendo o nome do(s) autor(es), dados de contato (filiação, cargo, e-mail e endereço

postal) e ID ORCID de cada autor; o arquivo deve ser nomeado pelo nome do primeiro autor com o prefixo -attrib (exemplo: Ivanov-attrib.doc):

EXEMPLO: Anatoliy A. Khapugin, PhD, Pesquisador Sênior da Diretoria Conjunta da Reserva Natural Estadual da Mordóvia e do Parque Nacional “Smolny” (430005, Rússia, República da Mordovia, Saransk, Rua Krasnaya, 30); Pesquisador da Universidade Estadual de Tyumen (625003, Rússia, Tyumen, Rua Volodarskogo, 6); ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6059-2779>; e-mail: hapugin88@yandex.ru;

Os arquivos c.graphics devem ser salvos em um dos seguintes formatos: JPEG ou TIFF. Cada arquivo deve conter uma imagem e ser nomeado da seguinte forma: fig1.jpg, fig2.jpg, etc., que são numerados na ordem em que aparecem no manuscrito).

3. O manuscrito enviado para a revista “Nature Conservation Research” deve ser cuidadosamente editado pelos autores.

4. A comissão editorial tem o direito de recusar os trabalhos que apresentem erros de formatação ou que não correspondam à temática da revista.

5. Todos os arquivos para envio do manuscrito devem ser enviados para o endereço de e-mail: ncr.journal@yandex.ru ou hapugin88@yandex.ru adicional.

Baixar Diretrizes do Autor: RUS, ENG

Diretrizes gerais

Os manuscritos devem ser submetidos apenas em formato de arquivo WinWord.doc. Na segunda etapa, o manuscrito será verificado quanto à adequação com as normas para autores da revista “Nature Conservation Research”. Após isso, será enviado a pelo menos dois revisores apropriados. enviado ao autor correspondente com comentários do revisor e corpo editorial para posterior revisão. Em seguida, o autor deve apresentar a versão corrigida do manuscrito e responder aos comentários dos revisores no prazo de um mês.

Se houver atraso no envio do manuscrito corrigido mais de um mês, a re-submissão do manuscrito será considerada como uma nova submissão.

O manuscrito será aceito para publicação somente após receber as recomendações positivas de todos os revisores convidados e concordar com o Conselho Editorial com suas opiniões. Esta resposta deve incluir a versão final do manuscrito e um arquivo com as respostas aos comentários dos revisores. O artigo será publicado após a criação do PDF-proof e sua aprovação pelos autores. Após esta etapa, quaisquer reivindicações de formatação e conteúdo do artigo não serão consideradas. O Conselho Editorial não se responsabiliza por erros factuais, ortográficos e estilísticos nos artigos após a aceitação da resposta do autor.

O manuscrito deve ser compilado na seguinte ordem: título do manuscrito, nome completo do(s) autor(es), afiliação (o nível mais alto, ou seja, por exemplo, nome de uma universidade, mas não de uma faculdade, filial, laboratório, etc.) com endereço postal, resumo, palavras-chave, texto principal incluindo todas as figuras e tabelas (se houver) inseridas nos locais apropriados, agradecimentos (se houver), referências.

Linguagem

O texto deve ser verificado previamente por um falante nativo ou por um tradutor juramentado. Caso contrário, o manuscrito será rejeitado ou devolvido para sua melhoria. Os manuscritos devem ser apenas em inglês britânico (ou inglês do Reino Unido). Seja consistente em todo o manuscrito. O uso linguístico deve ser correto. Evite o uso da voz passiva.

Texto

Os manuscritos devem incluir as seguintes seções: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (uma seção combinada de Resultados e Discussão é apropriada em certos casos), Conclusões, Agradecimentos (se houver), Referências.

O texto do manuscrito deve ser preparado em WinWord (use Times New Roman Cyr 12, recuo – 1,25 cm; o texto ajustado na largura deve ser em espaço simples com margens de 2,5 cm à esquerda e de 1,5 cm na parte inferior e em cada lado de A4 páginas de tamanho). Não use a função de numeração automática de páginas para numerar as páginas. O manuscrito deve ser elaborado como um todo único, para que seja possível imprimir um arquivo de forma legível. A hifenização nas palavras não deve ser usada.

Os manuscritos devem conter apenas unidades físicas e termos adotados no Sistema Internacional de Unidades, a nomenclatura IUPAC para substâncias químicas, nomes geográficos consistentes com atlas geográficos modernos. Os valores de um sistema métrico devem ser preferencialmente usados (ou seja, m, dm³ (o uso de litros «l» é possível), m² ou km²). Os autores devem seguir rigorosamente a última edição do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica e o Código Internacional de Nomenclatura de Algas, Fungos e Plantas. Uma espécie mencionada no texto pela primeira vez deve ser fornecida com seu(s) autor(es) (para taxa de plantas) ou autor(es) e o ano de publicação (para taxa de animais).

Todas as abreviaturas (exceto as comumente usadas) devem ser decifradas na primeira menção no texto.

Os nomes de espécies e gêneros de organismos devem ser marcados em itálico. Cada primeira menção de um nome de espécie no texto deve ser fornecida com o(s) nome(s) do(s) autor(es) (para plantas) ou com o(s) nome(s) do(s) autor(es) e ano (para animais).

Para nomear organismos, nomes latinos devem ser usados. Evite usar nomes comuns em qualquer idioma (eles podem ser mencionados apenas como dados suplementares). As exclusões podem incluir nomes comuns amplamente utilizados de mamíferos de médio e grande porte e alguns outros certos animais amplamente conhecidos. Os nomes latinos dos táxons de plantas devem ser padronizados usando o banco de dados Plants of the World Online (<http://www.plantsoftheworldonline.org/>).

As coordenadas geográficas devem ser usadas na forma decimal, ou seja, você deve apresentá-las como 46,591650° N, 49,178883° E, evitando a seguinte forma: 46°35,499' N, 49°10,733' E.

As referências no texto devem ser citadas com autor(es) e ano e colocadas entre parênteses em estrita ordem cronológica. Exemplos: Vargot, 2014 (ou, “de acordo com Vargot (2014)”) – se for publicação de um autor; Ruchin & Egorov, 2007 (ou “conforme proposto por Ruchin & Egorov (2007)”) – se for publicação de dois autores; Egorov et al., 2015 (ou “de acordo com Egorov et al. (2015)”) – se esta for uma publicação de três ou mais autores. Todos os endereços eletrônicos (URL) devem ser preparados como hiperlinks para as páginas da web ativas.

Os autores devem usar um travessão «–» e um hífen «-»: Traço sem espaços significa o intervalo “de–até” em valores numéricos e de caracteres: exemplo: 5–7 páginas. texto, período do ano, etc.: exemplos: ... onde r – raio, m; ... em julho – agosto.... Hífen sem espaços: cor vermelho-violeta, racemo monofloral, etc.

São necessários espaços nos seguintes casos: a) entre o número e a dimensão (exemplo: 3,0–3,2 mm); b) descrever híbridos (exemplo: *Mentha* × *piperita*); c) entre os números e o sinal de multiplicação ou sinais de «=», «<», «>», etc. (exemplo: 50 × 76, $p = 0,005$, $p < 0,0001$).

Não devem ser colocados espaços nos seguintes casos: a) entre o número e o sinal “percent” (exemplo: 34%); b) entre o número e a dimensão “graus Celsius” (exemplo: 16°C).

O manuscrito começa a partir do título. Está escrito em negrito, letras maiúsculas de 14 pontos. O(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) deve(m) ser escrito(s) em negrito, 12 pontos. Se houver dois ou mais autores, seus nomes completos devem ser separados por vírgulas.

A afiliação de cada autor deve ser escrita. Se os autores forem de organizações diferentes, é necessário usar sobrescritos indicando as organizações relevantes (o nível mais alto delas, sem indicar suas filiais, faculdades, instituições de nível inferior, laboratórios, departamentos, etc.). As afiliações devem ser escritas em itálico, 11 pontos com indicação das organizações relevantes e endereços de e-mail dos autores. As afiliações devem ser alinhadas à esquerda.

Título do trabalho, lista de nomes completos de autores devem ser separados por linhas de espaço e ajustados ao centro.

Resumo

O texto do resumo deve ser significativo (para refletir o conteúdo principal do trabalho e os resultados do estudo), informativo (não conter palavras comuns), estruturado (seguir a lógica da descrição dos resultados em papel), auto-suficiente (sem referências a as publicações, com designações claras, sem abreviaturas). O resumo deve ter de 250 a 600 palavras em 10 pontos. O resumo não deve ser dividido em parágrafos.

Resumidamente, a estrutura de resumo deve ser apresentada condicionalmente como segue. Em resumo, o contexto e a relevância do estudo devem ser destacados em poucas frases. As seguintes partes do resumo são: o objetivo do artigo pode ser adicionado; dados sobre os materiais e métodos utilizados devem ser listados; devem ser somados os principais resultados obtidos durante o estudo; Por fim, devem ser acrescentadas as principais conclusões, que podem ser acompanhadas de recomendações, avaliações, sugestões, hipóteses, descritas no artigo.

Os resultados devem ser apresentados de forma extremamente precisa e informativa. Os principais resultados teóricos e experimentais, os dados reais, interconexões e padrões devem ser apresentados. Ao mesmo tempo, deve-se dar preferência a novos resultados e significância de longo prazo, descobertas importantes, conclusões que refutem teorias existentes, bem como dados que tenham importância prática na opinião do autor.

Palavras-chave

De 5 a 10 palavras (em 10 pontos) devem ser escritas após o resumo em ordem alfabética. Não use as palavras-chave, que são apresentadas no título.

Estrutura do artigo

Introdução. A seção deve fornecer um histórico adequado da pesquisa submetida e indicar os principais objetivos da investigação realizada. Para isso, a seção Introdução deve incluir três partes condicionais. Em primeiro lugar, a

Introdução deve destacar a relevância internacional (e, adicionalmente, nacional) dos tópicos relacionados ao tema do artigo submetido à luz da literatura moderna. Em segundo lugar, é necessário mostrar o histórico de pesquisa (pré-história) do estudo submetido no passado. Finalmente (de preferência, em um parágrafo separado), o objetivo do estudo e as tarefas de pesquisa devem ser indicados. Incentivamos a apresentação das hipóteses de pesquisa.

Material e métodos. Fornecer detalhes suficientes para permitir que o trabalho seja reproduzido por um pesquisador independente. Os métodos já publicados devem ser resumidos e indicados por uma referência. Se citar diretamente de um método publicado anteriormente, use aspas e também cite a fonte. Quaisquer modificações nos métodos existentes também devem ser descritas. A descrição da área de estudo deve ser incluída exatamente nesta seção (subseção Área de estudo).

Resultados. A seção contém todos os dados para apoiar (ou refutar) a hipótese que foi proposta na seção de introdução. Os resultados devem ser claros e concisos.

Discussão. A Discussão deve explicar o significado dos resultados (mas não repeti-los) e colocá-los em um contexto mais amplo. Para tanto, os dados obtidos devem ser explicados e discutidos com o uso de dados da literatura de escala internacional e nacional. Uma seção combinada de Resultados e Discussão geralmente é apropriada.

Conclusões. As principais conclusões devem estar presentes nesta breve seção Conclusões. A seção deve conter as principais conclusões (sem sua numeração) com base na discussão dos resultados, não devendo repetir os dados apresentados nas seções de Resultados e Discussão.

O uso dos nomes das Áreas Protegidas e fontes úteis

Se os autores usarem nomes de Parques Nacionais Russos ou Reserva Natural Estadual, eles devem verificar a exatidão de seus nomes aqui: <http://news.zapoved.ru/katalog-oopt/>.

O nome de cada Área Protegida Russa deve ser acompanhado com a grafia completa de seu status, como "Reserva Natural Estadual", "Parque Nacional", "Santuário", etc. Exemplos: "Reserva Natural Estadual Kaluzhskie Zaseki", "Chavash Varmane Parque Nacional", etc. Para mencionar uma Área

Protegida, não é adequado usar apenas seu status, por exemplo, "A pesquisa foi realizada na Reserva". Deve ser escrito como "A pesquisa foi realizada na Reserva Natural do Estado de Prirsursky".

Antes de submeter o(s) manuscrito(s) à «Nature Conservation Research» os autores devem verificar o que foi publicado anteriormente em relação ao seu manuscrito para evitar tanto plágio como dados incompletos no manuscrito. Os autores podem fazê-lo através das seguintes fontes: CyberLeninka (<http://cyberleninka.ru/>), eLIBRARY (<http://elibrary.ru/>), CrossRef (<http://search.crossref.org/>) DOAJ (<https://doaj.org/>), ResearchGate (<https://www.researchgate.net/directory/publications>).

Se o manuscrito for diretamente dedicado à gestão, proteção, aprimoramento ou restauração da biodiversidade ou serviços ecossistêmicos, os autores devem verificar o banco de dados Conservation Evidence (www.conservationevidence.com).

Figuras e gráficos

O material gráfico (gráficos, esquemas, fotografia, imagens) deve ser incorporado ao texto do manuscrito após a primeira menção deles. Cada Figura deve representar uma única ilustração em vez do conjunto de ilustrações embutidas no texto principal. O volume total de materiais gráficos (figuras, tabelas, etc.) não deve exceder 35-40% do volume total do texto principal (da Introdução até os Agradecimentos [ou seja, excluindo as Referências]). Os gráficos devem ser separados do texto principal na parte superior e inferior por espaços de linha. Todas as figuras devem ser numeradas na ordem em que aparecem no manuscrito (por exemplo, Figura 1, Figura 2). Em figuras de várias partes, cada parte deve ser rotulada (por exemplo, Figura 1(a), Figura 1(b)). Todas as figuras devem ter legendas apropriadas. Cada legenda deve terminar com um ponto.

Forneça o formato de figura da mais alta qualidade possível. Certifique-se de que todo o material digitalizado importado seja digitalizado na resolução apropriada: 1200 dpi para arte de linha, 600 dpi para tons de cinza e 300 dpi para cores. No caso de figuras coloridas, as ilustrações coloridas devem ser preparadas para que as informações não sejam distorcidas na impressão em

preto e branco. As figuras devem ser salvas em arquivos separados em um dos seguintes formatos: JPEG ou TIFF.

Se uma Figura for complexa (ou seja, incluir um conjunto de ilustrações (por exemplo, gráficos, plotagens, fotos)), cada elemento (subfigura) deve ser indicado por letras latinas (A, B, C, D etc.). Devem ser descritografados na legenda da figura. As figuras devem ser ajustadas ao centro; as legendas das figuras devem ser ajustadas na largura (sem recuo).

Números e índices

O manuscrito deve conter escrita uniforme de todas as fórmulas, símbolos, hífens, travessões, etc. Necessário Evitar o uso misto de índices russos e latinos. Os índices devem ser explicados entre parênteses ou no contexto.

As datas devem ser indicadas com a indicação de um século: «nos anos 90» em vez de «nos anos 90»; e «durante 1956–1959» em vez de «durante 1956–59»).

As frações decimais devem conter um ponto, não uma vírgula para separar frações (10,5 mm, mas não 10,5 mm)

Use convenções particulares se você precisar escrever dígitos:

uma. Os números 1–9999 NÃO usam espaços ou vírgulas (por exemplo, 3333–sem espaços para números de quatro dígitos).

b. Os números 10.000–999.999 têm um único espaço entre as centenas e os milhares (por exemplo, houve 287.701 participantes na pesquisa).

c. Números de 1.000.000 têm um único espaço entre milhões e milhares, e entre milhares e centenas (por exemplo, a população desta cidade australiana era de 2.467.789 em 03.12.2008.).

Fórmulas

As fórmulas do manuscrito devem ser preparadas em Microsoft Equation ou MathType Equation usando o estilo Math de 12 pontos. Todas as fórmulas e símbolos de letras devem ser preparados usando o PC com um layout claro de todas as características do texto (índices, texto em negrito, etc.).

Tabelas

O material numérico deve ser apresentado em tabelas. As tabelas devem ser numeradas na ordem em que aparecem no manuscrito (por exemplo, Figura 1, Figura 2). Todas as colunas e linhas nas tabelas devem ser separadas por linhas verticais e horizontais. Abreviações (exceto comumente aceitas) nas tabelas não são permitidas.

Permitido usar uma fonte menor no texto das tabelas (por exemplo, 10 pontos). Todas as tabelas devem ter legendas apropriadas. Cada legenda deve terminar com um ponto. As tabelas devem ser ajustadas ao centro, as legendas das tabelas devem ser ajustadas na largura (sem recuo).

Formatação de manuscritos taxonômicos

Idioma: os manuscritos taxonômicos devem ser submetidos apenas em inglês.

Orientações gerais. Ao submeter e discutir questões de nomenclatura, os autores devem seguir rigorosamente as regras da última edição do Código Internacional de Nomenclatura para algas, fungos e plantas (<http://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php?page=title>) e Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (<http://www.iczn.org/iczn/index.jsp>) e sua emenda (<http://iczn.org/content/electronic-publication-made-available-amendment-código>). As localizações devem estar associadas a grandes objetos geográficos que são apresentados em mapas de pequena escala. É altamente recomendável listar as coordenadas geográficas obtidas do GPS ou do dicionário geográfico on-line ou do georreferenciador. Inclua informações de latitude, longitude, elevação, habitat, microhabitat do material do tipo primário.

Material-tipo: Ao enviar manuscritos com descrição de novos táxons, os autores devem indicar onde o material-tipo está depositado. O holótipo não deve ser depositado em coleções particulares. Incluir imagens de material tipo ou espécies representativas.

Referências

Todas as publicações citadas no texto devem ser apresentadas em lista de referências não numerada após o texto (com recuo de 1,25 cm, tamanho da fonte: 12 pontos). As referências estão ordenadas alfabeticamente.

Os autores devem fornecer DOIs para todas as referências que os possuam.

Os autores devem fornecer os títulos completos dos periódicos (evitar restrições).

As referências devem incluir as seguintes informações:

Para revistas:

Smith J. N. Ano. Nome da Publicação. Origem da publicação Volume (edição): Páginas. DOI: (se houver)

Exemplo,

Kirillov A.A., Kirillova N.Yu. 2021. Helmintosfauna de répteis no Parque Nacional «Smolny», Rússia. Nature Conservation Research 6(3): 9–22. DOI: 10.24189/ncr.2021.034 [em russo]

Gomes L.R.P., Franceschi C.D.R.B., Ribas L.L.F. 2015. Micropropagação de *Brasilidium forbesii* (Orchidaceae) através de cultura em camada de células finas transversal e longitudinal. Acta Scientiarum Biological Sciences 37(2): 143–149.

Artigo no livro a seguir ou capítulo de livro:

Smith J. N. Ano. Nome da Publicação. Em: J. K. Lawrence (Ed.): Livro da Conferência (ou Anais). Cidade: Editora. Páginas.

ou

Smith J. N. Ano. Título do capítulo. In: Título do livro. Cidade: Editora. Páginas.

Exemplo,

Ruchin A.B., Artaev O.N., Lukiyarov S.V. 2008. Ichtyofauna de alguns rios da região de Ryazan. In: Monitoramento de espécies raras de animais e

plantas e seus habitats na região de Ryazan. Ryazan: NP «Golos gubernii». P. 212-216. [Em russo]

Fay M.F., Krauss S.L. 2003. Genética de conservação de orquídeas na era molecular. Em: K. W. Dixon, S.P. Kell, R.L. Barrett, P.J. Cribb (Eds.): Conservação de orquídeas. Kota Kinabalu: Publicações de História Natural (Borneo). P. 91-112.

Monografia (Livro):

Smith J. N. Ano. Livro. Cidade: Editora. Páginas.

Por favor, não formate livros (monografias) sob o título do livro na seção Referências. Por favor, liste tal referência sob o(s) nome(s) dos editores adicionando «Ed.», como segue:

Smith J. N. (Ed.). Ano. Livro. Cidade: Editora. Páginas.

Exemplo,

Magurran A.E. 2004. Medindo a diversidade biológica. Oxford: Blackwell Publishing. 256 p.

Bray R.A., Gibson D.I., Jones A. (Eds.). 2008. Chaves para o Trematoda. Vol. 3. Londres: CAB International and Natural History Museum. 848 pág.

Fontes da Web:

Autor(es). Ano. Nome do material. In: Nome do site da editora. Disponível em: link da web (URL)

ou

Título da Fonte. Ano. Nome do site do editor. Disponível em: link da web (URL)

Por exemplo,

Gordeeva Z.I. 2009. Natureza. região de Kirov. Grande Enciclopédia Russa. Disponível em <https://bigenc.ru/geography/text/2067351> [Em russo]

Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. 2011. Lista de verificação de Santesson de Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Versão: 29 de abril de 2011. Disponível em <http://130.238.83.220/santesson/home.php>