

12

# Anfíbios anuros da Floresta Nacional do Tapajós

Rafael de Fraga<sup>1</sup>  
Kelly Torralvo<sup>2</sup>  
Albertina P. Lima<sup>3</sup>



1 Universidade Federal do Oeste do Pará, Laboratório de Ecologia e Comportamento Animal, Rua Vera Paz, S/N, Santarém, Pará, Brasil, CEP 68.040-255. r.defraga@gmail.com

2 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Av, Efigênio Salles, S/N, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP 69.060-020. kellytotorralvo1@gmail.com

3 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Biodiversidade, Av. André Araújo, 2936, Manaus, Amazonas, Brasil, CEP 69.011-970. lima@inpa.gov.br

Anfíbios são vertebrados **tetrápodes**, que conquistaram uma grande variedade de habitats em quase todo o Planeta, e se diversificaram em mais de 8.200 espécies de anuros (sapos, rãs e pererecas), **salamandras** e **cecílias** espalhadas por florestas, campos, charcos, e até desertos (Frost 2020). Apenas duas espécies de salamandras ocorrem no Pará (*Bolitoglossa paraensis* e *Bolitoglossa tapajonica*), e ambas são raramente encontradas em seus habitats naturais, provavelmente porque as populações são pequenas e ocupam territórios bastante restritos. Similarmente, cecílias são raramente encontradas, porque vivem embaixo da terra ou da água, e por isso os cientistas sequer sabem quantas espécies existem na Amazônia ou no Pará. Portanto, embora a ocorrência de algumas espécies de salamandras e cecílias (p. ex.: Fraga *et al.* 2018) possa ser esperada na Floresta Nacional do Tapajós (Flona do Tapajós), este capítulo é totalmente dedicado aos anuros, para os quais nosso conhecimento sobre a biologia e ecologia é relativamente bem desenvolvido.

Quase 90% da diversidade global de anfíbios é composta por anuros, os quais conquistaram uma ampla variedade de ambientes em quase todo o Planeta, desde florestas úmidas até desertos extremamente áridos. Essa capacidade de sobreviver sob condições extremamente diferentes é impressionante, se considerarmos que a falta de **ovo amniótico** para proteger embriões em desenvolvimento poderia limitar a capacidade de colonizar alguns ambientes, especialmente em regiões áridas como desertos (p. ex.: Cartledge *et al.* 2017). No entanto, é notório que o sucesso evolutivo dos anuros é ainda subestimado, porque novas espécies são constantemente descobertas, especialmente quando áreas remotas são investigadas por cientistas (p. ex.: Ferrão *et al.* 2016, Moraes *et al.* 2017). A maioria dos anuros tem o ciclo de

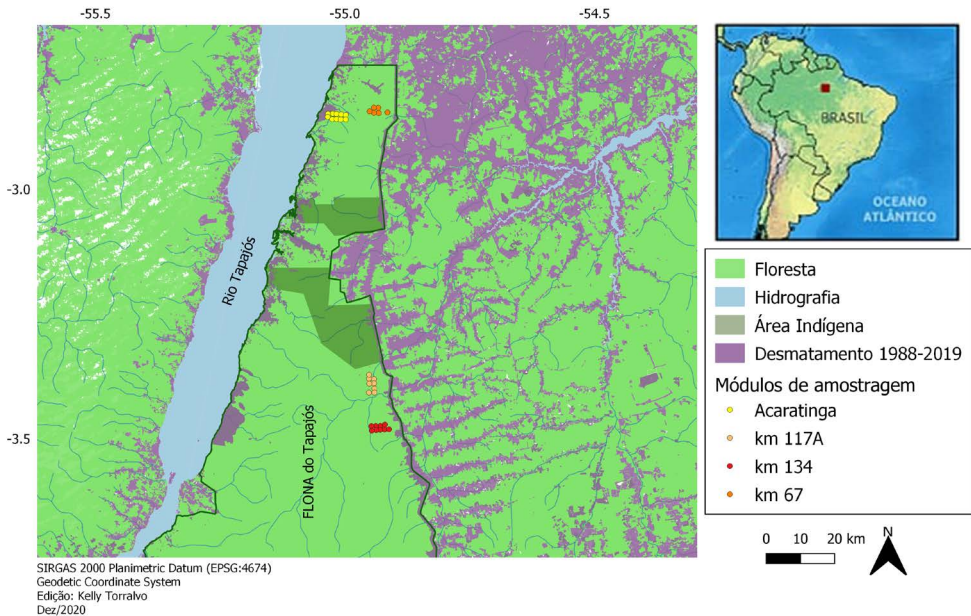
vida dividido em duas fases: uma larval estritamente aquática, quando são conhecidos como girinos, e uma adulta, quando são um pouco mais independentes da água. Mas existem muitas espécies que se desenvolvem sem uma fase larval, espécies cujas larvas crescem dentro de ovos no chão das florestas ou em bolsas especializadas no corpo dos adultos, e espécies que passam toda a vida dentro da água, inclusive durante a fase adulta (Duellman & Trueb 1986, Haddad & Prado 2005).

Anuros são peças-chave no funcionamento de ecossistemas, porque contribuem para o controle biológico de uma enorme variedade de invertebrados dos quais se alimentam, servem como fonte de nutrientes para uma enorme diversidade de animais predadores, e as larvas (girinos) que se alimentam no substrato de corpos d'água revolvem sedimentos, o que disponibiliza nutrientes para outras espécies (Hocking & Babbitt 2014). Adicionalmente, a fragilidade de tecidos corpóreos e a permeabilidade da pele podem tornar anuros muito sensíveis a alterações ambientais, e por isso algumas espécies podem ser indicadoras da qualidade ambiental de ecossistemas (Lecfort *et al.* 1998, Venturino *et al.* 2003). Essa fragilidade tem mediado um padrão global de declínios populacionais de anuros, principalmente causados pela perda de habitat e pela disseminação de um fungo **patogênico** que pode causar morte massiva de indivíduos e a extinção de espécies (Houlahan 2000, Grant *et al.* 2019). A extinção de anuros pode afetar negativamente a qualidade de vida humana, seja indiretamente, uma vez que eles contribuem para a saúde de florestas que regulam o clima global, ou diretamente, considerando que as secreções da pele de anuros têm potencial farmacológico enorme (p. ex.: Bradley 1993, Fisher *et al.* 1994), sendo capazes até mesmo de inibir a transmissão do vírus HIV (Lorin *et al.* 2005, VanCompernelle *et al.* 2005).

Mais de 300 espécies de anuros são conhecidas na Amazônia brasileira (Hoogmoed & Gallati 2017), mas a precisão desse número é questionada pelo fato de que espécies amplamente distribuídas geralmente contêm **diversidade críptica** (p. ex.: Mota *et al.* 2020; Pirani *et al.* 2020). De fato, existem estimativas de que cerca de 400% das espécies de anuros que ocorrem na Amazônia ainda não foram formalmente descritas pela ciência (Valcher *et al.* 2020). Graças à instalação de sistemas de **amostragem** padronizada pelo método **RAPELD** (Magnusson *et al.* 2013) em diferentes regiões da Amazônia, sabemos que toda essa diversidade não é homogeneamente distribuída, mas determinada pelas características dos habitats filtrando a ocorrência de espécies em escalas locais (Ribeiro-Jr. *et al.* 2012, Rojas-Ahumada *et al.* 2012, Dias-Terceiro *et al.* 2015), embora **barreiras biogeográficas** como rios possam limitar a ocorrência de espécies em escalas que abrangem diferentes **interflúvios** (Dias-Terceiro *et al.* 2015, Moraes *et al.* 2016). Nesse capítulo nós abordamos a diversidade de anuros da Flona do Tapajós, no oeste do Pará. Apresentamos uma lista comentada de espécies composta por dados coletados ao longo de áreas de floresta e nas margens do Rio Tapajós, e dados que coletamos em quatro módulos de amostragem padronizada pelo método RAPELD (Magnusson *et al.* 2013).

A Flona do Tapajós tem sido intensamente investigada por cientistas interessados nos efeitos de variações climáticas sobre a floresta (Tomasella *et al.* 2007, Rocha *et al.* 2009, Aguiar *et al.* 2013). Porém ainda é muito negligenciada em relação a estudos sobre herpetofauna (anfíbios e répteis) e outros organismos considerados menos carismáticos. Grandes avanços têm sido alcançados graças à instalação do sistema de amostragem

PPBio-PELD POPA (Programa de Pesquisa em Biodiversidade e Pesquisas Ecológicas de Longa Duração), a qual permitiu a intensificação de estudos na área norte da Flona. Essa infraestrutura facilitou tanto amostragens rápidas padronizadas, quanto monitoramentos biológicos baseados em **repetições espaço-temporais** na coleta de dados. O primeiro estudo que utilizou essa infraestrutura para estudar a biodiversidade da Flona foi recentemente realizado pelo nosso grupo de pesquisa (Torralvo *et al.*, 2022), e teve o objetivo de investigar a distribuição da fauna de anuros em relação à **variação espacial** nas características das florestas. Nós andamos lentamente em duplas ao longo de 33 parcelas de 250 m de comprimento por 20 m de largura, organizadas em quatro módulos de 5 km<sup>2</sup> cada um, localizados nos quilômetros 67, 117 e 134 da BR-163, e nas proximidades da comunidade de Acaratinga (Figura 1). Registramos todas as espécies de anuros que encontramos visualmente ou por meio do canto que os machos emitem para atrair fêmeas. Como existem espécies diurnas e noturnas de anuros, visitamos as parcelas durante o dia e à noite.



**Figura 1.** Módulos de amostragem de 5 km<sup>2</sup> instalados da Flona do Tapajós para otimizar estudos ecológicos por meio da padronização na coleta de dados. Os círculos coloridos são parcelas de amostragem de 250 m de comprimento por 20 m de largura, onde amostramos anfíbios.

Um dos principais resultados desse estudo é que encontramos 57 espécies classificadas em oito famílias (Tabela 1), o que ampliou a diversidade de anuros conhecida para a Flona do Tapajós em mais de 430% em relação ao estudo que embasou o plano de gestão da reserva (baseado em apenas 13 espécies). Dentre as espécies que encontramos está a emblemática e pouco conhecida perereca-franjada *Cruziohyla craspedopus* (Phyllo-

medusidae). Essa foi a primeira vez que essa espécie foi encontrada ao leste do Rio Tapajós, o que ampliou sua distribuição geográfica em mais de 220 km (Fraga & Torralvo, 2019). Outras espécies que apresentamos neste capítulo provavelmente não haviam sido encontradas na Flona do Tapajós porque têm a distribuição localmente restrita a um tipo específico de habitat, o que dificulta a obtenção de dados. Por exemplo, a peregrina *Dryaderces inframaculata* (Hylidae) vive em agregações de indivíduos concentrados nas margens de igarapés, e na Flona do Tapajós só a encontramos nas proximidades da nascente de um único igarapé. A perereca *Trachycephalus helioi* (Hylidae) vive nas copas muito altas das árvores, de onde raramente desce, e por isso só pudemos detectá-la pelo canto que os machos emitem. Pequenas espécies diurnas de serrapilheira dos gêneros *Allobates*, *Amazophrynella* e *Atelopus* foram geralmente encontradas em áreas próximas a igarapés ou corpos d'água isolados no interior das florestas, uma vez que dependem desses ambientes para o desenvolvimento das larvas. Similarmente, o sapo-de-chifres *Ceratophrys cornuta* (Ceratophryidae) foi somente encontrado próximo a poças grandes e isoladas no interior das florestas, onde concentra grandes agregações de indivíduos em eventos de reprodução explosiva, que duram de 1 a 3 dias (Lima *et al.* 2006). Embora a maioria dessas espécies não tenha sido detectada dentro dos limites das parcelas de amostragem padronizada, elas só foram encontradas na Flona do Tapajós devido à otimização de estudos ecológicos provida pela instalação de módulos RAPELD, os quais permitiram o acesso a áreas distantes dos núcleos de pesquisa, extrativismo e turismo da Flona. No entanto, esses módulos estão concentrados na região norte da Flona do Tapajós, e ainda não contêm parcelas que acompanham as margens de igarapés (denominadas parcelas ripárias), as quais potencialmente abrigam **assembleias** distintas de anuros (Ribeiro-Jr. *et al.* 2012, Rojas-Ahumada *et al.* 2012). Com a instalação de novos módulos de amostragem no sul da Flona e de parcelas ripárias, prevemos que a diversidade de anfíbios conhecida para a Flona do Tapajós seja novamente ampliada na ordem de dezenas de espécies.

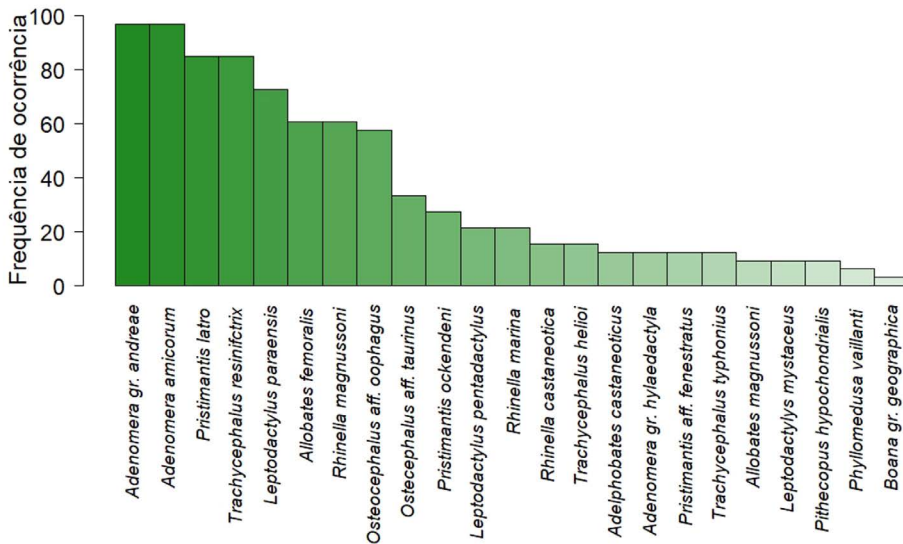
**Tabela 1.** Presença (1) e ausência (0) das espécies de anuros registradas em quatro módulos padronizados de amostragem instalados na Flona do Tapajós (kms 67, 117 e 134 da BR-163 e Acaratinga), na margem do Rio Tapajós, e por meio de encontros ocasionais (EO) fora dos limites dos módulos de amostragem. Anuros foram registrados por meio de procura visual e auditiva, diurna e noturna.

Família / Espécie	Km 67	Km 117	Km 134	Acaratinga	Rio Tapajós	EO
<b>Aromobatidae</b>						
<i>Allobates femoralis</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Allobates magnussoni</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Allobates tapajos</i>	0	0	0	0	0	1
<b>Bufonidae</b>						
<i>Amazophrynella aff. xinguensis</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Atelopus aff. hoogmoedi</i>	0	0	0	0	0	1

<b>Família / Espécie</b>	<b>Km 67</b>	<b>Km 117</b>	<b>Km 134</b>	<b>Acaratinga</b>	<b>Rio Tapajós</b>	<b>EO</b>
<i>Rhaebo guttatus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Rhinella castaneotica</i>	0	0	1	1	0	1
<i>Rhinella magnussoni</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Rhinella major</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Rhinella marina</i>	0	0	1	1	1	1
<b>Ceratophryidae</b>						
<i>Ceratophrys cornuta</i>	0	0	0	0	0	1
<b>Craugastoridae</b>						
<i>Pristimantis aff. fenestratus</i>	1	0	1	0	0	1
<i>Pristimantis latro</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Pristimantis ockendeni</i>	0	1	1	0	0	1
<b>Dendrobatidae</b>						
<i>Adelphobates castaneoticus</i>	1	1	0	1	0	1
<b>Hylidae</b>						
<i>Boana boans</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Boana cinerascens</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Boana gr. geographica</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Boana icamiaba</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Boana lanciformis</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Boana multifasciata</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Boana raniceps</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Boana wavrini</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Dendropsophus gr. leucophyllatus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dendropsophus marmoratus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dendropsophus gr. microcephalus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dendropsophus minutus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Dryaderces inframaculata</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Lysapsus aff. bolivianus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Osteocephalus aff. oophagus</i>	1	1	1	0	0	1
<i>Osteocephalus taurinus</i>	1	1	0	1	0	1

<b>Família / Espécie</b>	<b>Km 67</b>	<b>Km 117</b>	<b>Km 134</b>	<b>Acaratinga</b>	<b>Rio Tapajós</b>	<b>EO</b>
<i>Scinax boesemani</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Scinax garbiei</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax nebulosus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax x-signatus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Trachycephalus helioi</i>	1	1	1	0	0	1
<i>Trachycephalus resinifictrix</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Trachycephalus typhonius</i>	0	0	1	0	1	1
<b>Leptodactylidae</b>						
<i>Adenomera amicornum</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Adenomera gr. andreae</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Adenomera gr. hylaedactyla</i>	0	0	1	1	1	1
<i>Engystomops freibergeri</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Leptodactylus longirostris</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	0	1	0	1	0	1
<i>Leptodactylus aff. labirinthicus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Leptodactylus paraensis</i>	1	1	1	1	0	1
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	1	1	1	0	0	1
<i>Leptodactylus petersii</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Leptodactylus podicipinus</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Physalaemus ephippifer</i>	0	0	0	0	0	1
<b>Phyllomedusidae</b>						
<i>Cruziophyla craspedopus</i>	0	0	0	0	0	1
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	1	1	0	0	0	1
<i>Phithecopus hypocondrialis</i>	1	0	1	1	0	1
<b>Número de Espécies</b>	15	17	17	14	16	57

Considerando apenas os dados provenientes das parcelas de amostragem, as espécies que tiveram maiores estimativas de **frequência de ocorrência** relativa ao número de parcelas (Figura 2), têm em comum a relativa independência de corpos d'água para reprodução. Essas são espécies que desovam em ninhos de espuma, como duas espécies de *Adenomera* e *Lepodactylus paraensis* (Leptodactylidae), ou em cavidades de árvores e ouriços de castanha-do-pará que acumulam água, como *Trachycephalus resinifictrix*, *Osteocephalus* aff. *oophagus* (Hylidae) e *Rhinella magnussoni* (Bufonidae), além de espécies cujo desenvolvimento de filhotes ocorre diretamente dentro do ovo, como *Pristimantis latro* (Craugastoridae). Algumas espécies tiveram baixa frequência de ocorrência porque têm a distribuição localmente restrita a lugares próximos a bordas de floresta (p. ex.: *Pithecopus hypochondrialis*) ou terrenos alagadiços (p. ex.: *Boana* gr. *geographica*), onde nossos esforços de amostragem foram baixos. De modo geral, esses resultados têm nos mostrado que a diversidade estimada de anuros pode ser altamente dependente de quanta **heterogeneidade ambiental** é abrangida pelo **delineamento amostral**, uma vez que as assembleias locais tendem a ser determinadas pelas condições ambientais (Menin et al. 2007, Dias-Terceiro et al. 2015).

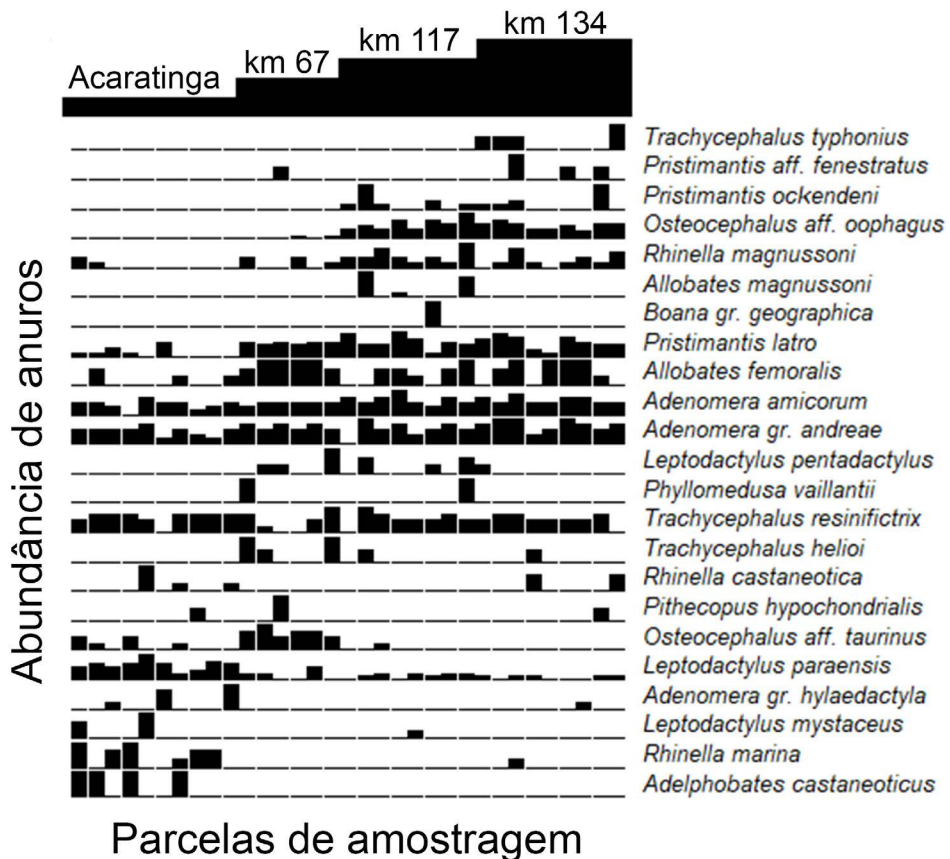


**Figura 2.** Frequência de ocorrência de espécies de anfíbios relativa a 33 parcelas de amostragem instaladas em quatro módulos de 5 km<sup>2</sup> na Flona do Tapajós.

Uma das maiores vantagens da amostragem padronizada pelo método RAPELD é que nós podemos comparar a diversidade estimada entre diferentes locais. Esse tipo de estudo gera informações importantes sobre o grau de uniformidade no qual as espécies estão distribuídas ao longo da Flona, e nos dá algumas pistas sobre fatores que podem influenciar a diversidade local de anuros. Por exemplo, plotando os dados de **abundância** de anuros ordenados por módulo de amostragem nos revelou que a maioria das espécies amostradas nas parcelas RAPELD tem distribuição relativamente homogênea



ao longo dos módulos instalados nos quilômetros 67, 117 e 134 da BR-163 (Figura 3). No entanto, as espécies que ocorrem no módulo Acaratinga são claramente diferentes, o que nos chama atenção para diferenças ambientais entre esse módulo e os demais. A maioria das espécies que ocorreu exclusivamente ou em abundâncias mais altas no Acaratinga são comumente encontradas em áreas relativamente abertas, como as rãs de liteira *Adenomera* gr. *hylaedactyla* e *Leptodactylus mystaceus* (Leptodactylidae), e o sapo-cururu *Rhinella marina* (Bufonidae). Essas espécies podem ser encontradas em todos os módulos de amostragem, mas geralmente nas bordas de floresta formadas por estradas, e nas clareiras onde estão alojamentos e pátios usados para estocar madeira de manejo comunitário. No Acaratinga, por outro lado, essas espécies aparentemente têm encontrado melhores condições de sobrevivência e reprodução mesmo no interior das florestas, onde as parcelas de amostragem estão instaladas. Essa conclusão é sustentada pelo fato de que nós medimos a estrutura da vegetação em todas as parcelas de



**Figura 3.** Parcelas de amostragem na Flona do Tapajós ordenadas por módulo de 5 km<sup>2</sup>. A altura das colunas pretas representa a abundância de espécies de anfíbios, e espaços em branco representam ausência de espécies.

amostragem usando um equipamento portátil de ampliação da luz (LIDAR), e encontramos que o módulo Acaratinga tem **dossel** mais baixo, menor índice de área foliar, e mais clareiras em comparação a todos os outros módulos.

Em conclusão, nossos dados indicam que a diversidade de anuros na Flona do Tapajós tem sido historicamente subestimada, porque estimativas precisas de diversidade dependem de concentrar esforços de amostragem equivalentes entre ambientes distintos. Esse resultado é amplamente sustentado pelo fato de que a heterogeneidade ambiental usualmente filtra a ocorrência local de espécies (Rojas-Ahumada *et al.* 2012). No entanto, estimativas de diversidade baseadas em amostragem padronizada dependem altamente da instalação de módulos adicionais no sul da Flona e de parcelas ripárias, uma vez que a atual configuração de módulos não abrange heterogeneidade ambiental suficiente para detectar pelo menos 28% das espécies conhecidas para a reserva. Isso é particularmente crítico em se tratando de espécies muito dependentes de corpos d'água para reprodução, e espécies que utilizam zonas ripárias como corredores de dispersão, as quais raramente são encontradas fora desses ambientes (Menin *et al.* 2007). Em se tratando de espécies cuja independência de corpos d'água para reprodução resulta em abundâncias relativamente altas (Watling & Donnelly 2002), nossos estudos têm demonstrado que a diversidade-beta de anfíbios (diferenças na composição de espécies entre locais) é relativamente baixa na Flona do Tapajós, porque a maioria das espécies tem abundâncias aproximadamente homogêneas entre três dos quatro módulos amostrados. Excepcionalmente, as florestas baixas e abertas do módulo Acaratinga têm favorecido algumas espécies que estão ausentes ou são raramente encontradas nos outros módulos, o que resulta em assembleias distintas. Esse resultado é relevante para conservação, porque demonstra que nem todos os ambientes da Flona do Tapajós são igualmente adequados para todas as espécies de anfíbios.

## Referências

- Aguiar, D. R., Oliveira-Junior, R. C., Tapajós, R. P., Bareto, W. M., & Beldine, T. P. 2013. Mecanismos de controle para fluxos de vapor d'água na Flona Tapajós para o ano de 2002. *Revista Ciência e Natura*, 2013,142–147.
- Cartledge, V. A., Withers, P. C., McMaster, K. A., Thopsom, G. G., & Bradshaw, S. D. 2017. Water balance of field-excavated aestivating Australian desert frogs, the cocoon-forming *Neobatrachus aquilonius* and the non-cocooning *Notaden nichollsi* (Amphibia: Myobatrachidae). *Journal of Experimental Biology*, 209, 3309–3321. DOI: 10.1242/jeb.02393
- Bradley, D. 1993. Frog venom cocktail yields a onehanded painkiller. *Science*, 261(5125), 1117. DOI: 10.1126/science.8356446
- Dias-Terceiro, R. G., Kaefer, I. L., Fraga, R., Araújo, M. C., Simões, P. I. & Lima, A. P. 2015. A matter of scale: historical and environmental factors structure anuran assemblages from the upper Madeira River. *Biotropica*, 47(2): 259–266. DOI: 10.1111/btp.12197

Duellman, W. E., & Trueb, L. 1986. Biology of amphibians. McGraw-Hill: New York. 696 pp.

Ferrão, M., Colatreli, O., Fraga, R. Kaefer, I. L., Moravec, J., & Lima, A. P. 2016. High species richness of *Scinax* treefrogs (Hylidae) in a threatened Amazonian landscape revealed by an integrative approach. PLoS ONE, 11(11), e0165679. DOI: 10.1371/journal.pone.0165679

Fisher, M., Huangfu, D., Shen, T. Y., & Guyenet, P. G. 1994. Epibatidine, an alkaloid from the poison frog *Epipedobates tricolor*, is a powerful ganglionic depolarizing agent. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics, 270, 702–707.

Fraga, R., Santos-Jr, A. P., Souza, E., Kawashita-Ribeiro, R. A., Ribeiro, S., & Maciel, A. O. 2018. Notes on the poorly known caecilian *Nectoceilia petersii* (Gymnophiona: Typhlonectidae) of the Brazilian Amazon. Phyllomedusa, 17(2), 289–293. DOI: 10.11606/issn.2316-9079.v17i2p289-293

Frost, D. 2020. Amphibians species of the world: an online reference. Version 6.1. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org>. Acessado em 15 de dezembro de 2020.

Grant, E. H. C., Muths, E., Schmidt, B. R., & Petrovan, S. O. 2019. Amphibian conservation in the Anthropocene. Biological Conservation, 236, 543–547. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.02.003

Haddad, C. F. B., & Prado, C. P. A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. BioScience, 55(3), 207–217.

Hocking, D. J., & Babbitt, K. J. 2014. Amphibian contributions to ecosystem services. Herpetological Conservation and Biology, 9(1), 1–17.

Hoogmoed, M. S., & Gallati, U. 2017. Censo da biodiversidade da Amazônia Brasileira – MPEG: Anura. <http://www.museu-goeldi.br/censo>. Acessado em 15 de novembro de 2020.

Houlahan, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H. & Kuzmin, S. L. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. Nature, 404, 752– 755. DOI: 10.1038/35008052

Lefcort, H., Meguire, R. A., Wilson, L. H. & Ettinger, W. F. 1998. Heavy metals alter the survival, growth, metamorphosis, and antipredatory behavior of Columbia Spotted Frog (*Rana luteiventris*) tadpoles. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 35, 447–456. DOI: 10.1007/s002449900401

Lima, A. P., Magnusson, W. E., Menin, M., Erdtmann, L. K., Rodrigues, D. J., Keller, C., & Hodl, W. 2006. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central. Átemma Design: Manaus. 168 pp.

Lorin, C., Saidi, H., Belaid, A., Zairi, A., Baleux, F., Hocini, H., Bèlec, L., Hani, K. & Tangy, F. 2005. The antimicrobial peptide dermaseptin S4 inhibits HIV-1 infectivity in vitro. Virology, 334, 264–275. DOI: 10.1016/j.virol.2005.02.002

Magnusson, W. E., Pezzini, R. B. N., Baccaro, F. B., et al. 2013. Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrado: O Sistema RAPELD na Amazônia. Áttema Design: Santo André. 335 pp.

Menin, M., Lima, A. P., Magnusson, W. E., & Waldez, F. 2007. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, 17(2), 86–91. DOI: 10.1017/S0266467407004269

Moraes, L. J. C. L., Pavan, D., Barros, M. C., & Ribas, C. C. 2016. The combined influence of riverine barriers and flooding gradients on biogeographical patterns for amphibians and squamates in south-eastern Amazonia. *Journal of Biogeography*, 43, 2113–2124. DOI: <http://doi.org/10.1111/jbi.12756>

Moraes, J. C. L., Almeida, A. P., Fraga, R., Rojas, R. R., Pirani R. P., Silva, A. A. A, Carvalho, V. T., Gordo, M., & Werneck, F. P. 2017. Integrative overview of the herpetofauna from Serra da Mocidade, a granitic mountain range in northern Brazil. *ZooKeys*, 715, 103–159. DOI: 10.3897/zookeys.715.20288

Mota, E. P., Kaefer, I. L., Nunes, M. S., Lima, A. P., & Farias, I. P. 2020. Hidden diversity within the broadly distributed Amazonian giant monkey frog (*Phyllomedusa bicolor*: Phyllomedusidae). *Amphibia-Reptilia*, 41, 349–359. DOI: 10.1163/15685381-bja10003

Pirani, R. M., Peloso, P. L. V., Prado, J. R., Polo, E. M., Knowles, L. L., Ron, S. R., Rodrigues, M. T., Sturaro, M. J., & Werneck, F. P. 2020. Diversification history of clown frogs in Neotropical rainforests (Anura: Hylidae, *Dendropsophus leucophyllatus* group). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 150, 106877. DOI: 10.1016/j.ympev.2020.106877

Ribeiro-Jr., J. W., Lima, A. P., & Magnusson, W. E. 2012. The effect of riparian zones on species diversity of frogs in Amazonian forests. *Copeia*, 2012(3), 375–381. DOI: 10.1643/CE-11-117

Rocha, H. R., Goulden, M. L., Miller, S. D., Menton, M. C., Pinto, L. D. V. O., Freitas, H. C., & Figueira, A. M. S. 2004. Seasonality of water and heat fluxes over a tropical forest in eastern Amazonia. *Ecological Applications*, 14(4), 22–32. DOI: 10.1890/02.6001

Rojas-Ahumada, D. P., Landeiro, V. L., & Menin, M. 2012. Role of environmental and spatial processes in structuring anuran communities across a tropical rainforest. *Austral Ecology*, 37, 865–873. DOI: 10.1111/j.1442-9993.2011.02330.x

Tomasella, J., Hodnett, M. G., Cuartas, L. A., Nobre, A. D., Waterloo, M. J., & Oliveira, S. M. 2007. The water balance of an Amazonian micro-catchment: the effect of interannual variability of rainfall on hydrological behaviour. *Hydrological Processes*, 22(13), 2133–2147. DOI: 10.1002/hyp.6813

Torralvo, K., Fraga, R., Lima, A. P., Dayrell, J., & Magnusson, W. E. 2022. Environmental filtering and deforestation shape frog assemblages in Amazonia: an empirical approach assessing species abundances and functional traits. *Biotropica*, 54, 226–238, DOI: 10.1111/btp.13053

Valcher, J-P., Chave, J., Ficotola, F. G., *et al.* 2020. Large-scale DNA-based survey of frogs in Amazonia suggests a vast underestimation of species richness and endemism. *Journal of Biogeography*, 47(13), 1–11. DOI: 10.1111/jbi.13847

VanCompernelle, S. E. *et al.* 2005. Antimicrobial peptides from amphibian skin potentially inhibit human immunodeficiency virus infection and transfer of virus from dendritic cells to T cells. *Journal of Virology*, 79, 11598–11606. DOI: 10.1128/JVI.79.18.11598-11606.2005

Venturino, A., Rosenbaum, E., Caballero, A. C., Anguiano, O. L., Gauna, L., Schroeder, T. F., & D'Angelo, A. M. P. 2003. Biomarkers of effect in toads and frogs. *Biomarkers*, 8(3–4), 167–186. DOI: 10.1080/1354700031000120116

Watling, J. I., & Donnelly, M. A. 2002. Seasonal patterns of reproduction and abundance of leaf litter frogs in a Central American rainforest. *Journal of Zoology*, 258(2), 269–276. DOI: 10.1017/S0952836902001371

## Glossário

**abundância:** número de indivíduos de uma espécie, estimado com base em um sistema de estudos ecológicos. É uma medida muito utilizada para estimar biodiversidade.

**amostragem:** aplicação de métodos de estudo para estimar porções de populações biológicas, as quais são utilizadas para estimar biodiversidade.

**assembleias:** conjuntos de espécies que vivem em uma mesma região.

**barreiras biogeográficas:** elementos intransponíveis da paisagem que separam fisicamente organismos, impedindo que eles se encontrem (p. ex.: rios, montanhas, ou savanas cercadas de florestas).

**cecílias:** anfíbios da ordem Gymnophiona. Possuem corpo alongado e segmentado coberto por uma pele muito lisa, e não possuem patas. A maioria das espécies tem hábitos fossoriais ou aquáticos.

**delineamento amostral:** esquema planejado para coleta de dados que são utilizados em testes de hipóteses para estudos científicos.

**diversidade críptica:** duas ou mais espécies morfológicamente indistintas, mas diferentes em relação a identidade genética, características ecológicas, e/ou distribuição geográfica.

**dossel:** altura média da copa das árvores em relação ao chão.

**frequência de ocorrência:** porcentagem das parcelas de amostragem nas quais uma espécie foi encontrada.

**heterogeneidade ambiental:** grau de desuniformidade pelo qual organismos (p. ex.: animais, plantas, fungos) e elementos de paisagem (p. ex.: altitude, clima, estrutura do solo) estão distribuídos em relação ao tempo e/ou espaço.

**índice de área foliar:** medida da área coberta pelo dossel, estimada com base na área da superfície das folhas relativa a uma unidade de superfície do solo.

**interflúvios:** regiões mais elevadas de uma bacia hidrográfica que dividem dois rios.

**ovo amniótico:** tipo de ovo em que o embrião se desenvolve envolto por uma membrana que o separa de um líquido amniótico, que por sua vez protege o embrião contra choques mecânicos, variações acentuadas de temperatura e dessecação.

**patogênico:** agente que pode provocar uma doença.

**RAPELD:** acrônimo que une amostragens RÁpidas e Pesquisas Ecológicas de Longa Duração. É um delineamento amostral baseado em parcelas que seguem as curvas de nível naturais do terreno para minimizar a variação ambiental decorrente da variação altitudinal.

**repetições espaço-temporais:** coletas de dados em várias parcelas com tamanho padronizado (repetição espacial), repetidas em diferentes épocas do ano ou na mesma época entre anos diferentes (repetição temporal).

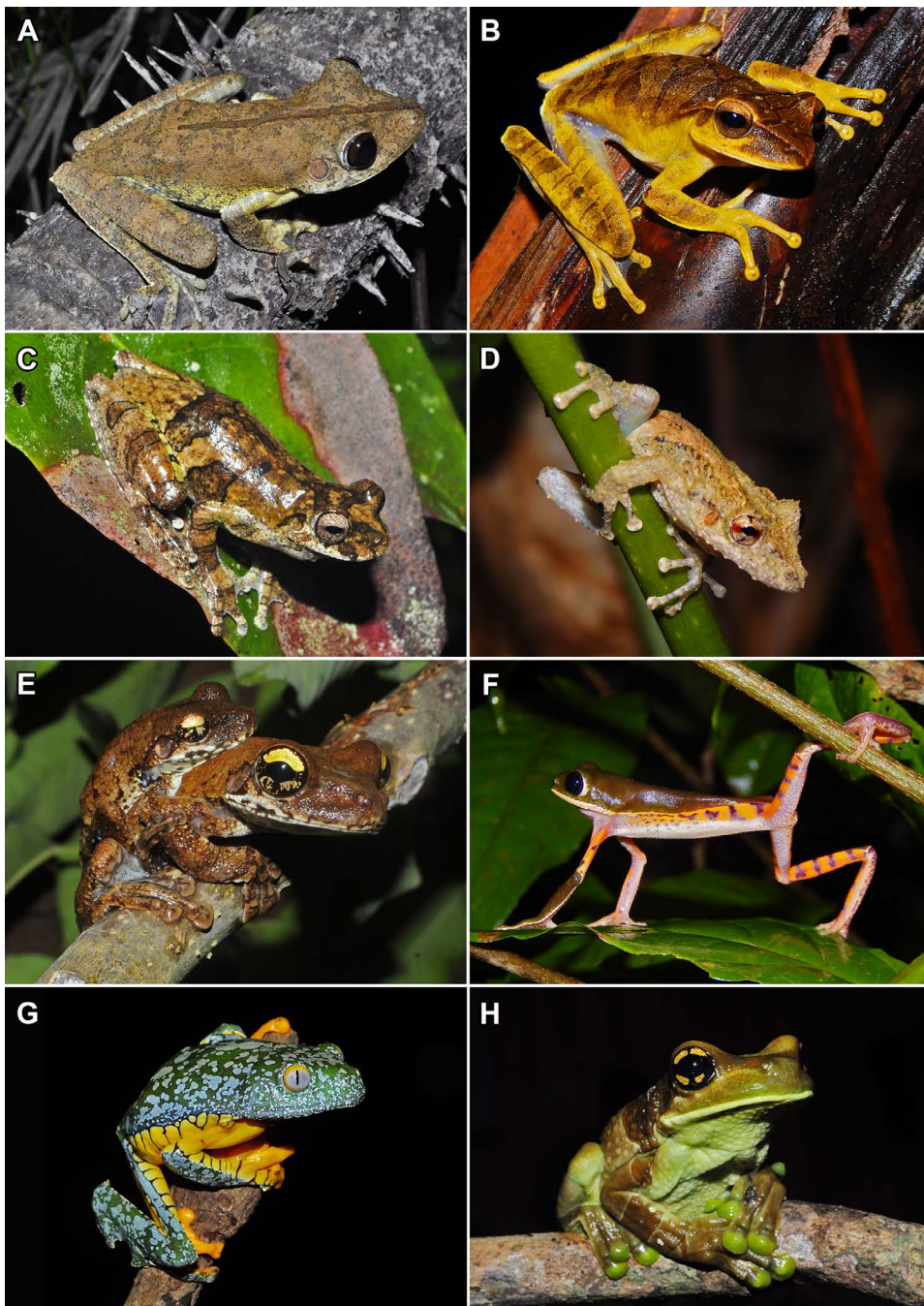
**salamandras:** anfíbios da ordem Caudata, os quais mantêm a cauda durante a fase adulta. Representadas na Amazônia apenas pelo gênero *Bolitoglossa*.

**tetrápodes:** classificação de animais vertebrados que possuem quatro pernas, ou que descendem de animais com quatro pernas.

**variação espacial:** diferenças entre lugares em alguma característica das florestas, como estrutura da vegetação ou do solo.



**Apêndice 1.** Algumas das espécies de anuros encontradas na Flona do Tapajós. A) *Allobates femoralis*, B) *Adelphobates castaneoticus*, C) *Rhinella major*, D) *Rhinella magnussoni*, E) *Pristimantis* aff. *fenestratus*, F) *Leptodactylus mystaceus*, G) *Leptodactylus paraensis*, H) *Lysapsus* aff. *bolivianus*. Fotos: Rafael de Fraga.



**Apêndice 2.** Algumas das espécies de anuros encontradas na Flona do Tapajós. A) *Boana wavrini*, B) *Boana multifasciata*, C) *Dendropsophus melanargyreus*, D) *Scinax nebulosus*, E) *Dryaderces inframaculata*, F) *Pithecopus hypochondrialis*, G) *Cruziohyia craspedopus*, H) *Trachycephalus resinifictrix*. Fotos: Rafael de Fraga.