

#VacinaJá

**BOLETIM**  
**SOCIEDADE**  
**BRASILEIRA** DE  
**ICTIOLOGIA**



N. 134 - ISSN 1808-1436 SÃO CARLOS, DEZEMBRO/2020

**Q**ueridas associadas e associados,  
Iniciamos aqui a última edição de 2020 do Boletim da SBI. Após um ano desafiador, renovamos nossas esperanças com as notícias promissoras sobre a chegada de vacinas.

Primeiramente, gostaríamos de atualizá-los sobre um aspecto bastante importante: as **Eleições para a Diretoria e Conselho Deliberativo da nossa sociedade.**

Conforme comunicamos anteriormente, em função da pandemia do novo coronavírus e do adiamento do EBI 2021, as próximas eleições para os cargos de Diretoria e do Conselho Deliberativo, que ocorrem a cada dois anos, acontecerão de maneira remota em 2021, por meio de plataforma *online* já contratada.

No início deste Editorial explicamos um pouco mais sobre como ocorrerão as eleições. Esperamos que leiam atentamente e nos contatem caso tenham dúvidas.

## VAGAS A SEREM PREENCHIDAS

- 1) Diretoria:** são 3 (três) vagas para as funções de Presidente, Secretário(a) e Tesoureiro(a).
- 2) Conselho Deliberativo da SBI:** o Conselho Deliberativo é composto por 7 (sete) membros. Duas destas vagas se encontram preenchidas por membros eleitos em 2019 para gestões de 4 (quatro) anos, e uma terceira vaga será automaticamente ocupada pela atual Presidente da SBI, assim que encerrar sua gestão. Portanto, em 2021 serão preenchidas **4** vagas para o Conselho Deliberativo, uma delas para gestão de 4 (quatro) anos (o/a candidato/a mais votado/a) e outras **3** vagas para gestões de 2 (dois) anos.

## Chapas inscritas para a Diretoria e candidatos ao Conselho Deliberativo da SBI

As inscrições foram realizadas nas duas **primeiras semanas de novembro**, entre os dias 1 e 14/11/2020. Houve apenas uma chapa inscrita para os cargos da Diretoria, sendo composta pelas associadas:

Carla Polaz (Presidência)  
Veronica Slobodian (Secretaria)  
Karla Soares (Tesouraria)

Para o Conselho Deliberativo, 11 associados se candidataram às 4 vagas disponíveis a partir de 2021:

Alany Pedrosa Gonçalves  
Ana Cristina Petry  
Carine Cavalcante Chamon  
Fabio Di Dario  
Felipe Polivanov Ottoni  
Fernando Rogério de Carvalho  
José Luís Oliven Birindelli  
José Sabino  
Marina Vianna Loeb  
Renata Guimarães Frederico  
Vandick da Silva Batista

A Mesa Eleitoral será composta pelos seguintes associados, que serão responsáveis pela validação dos resultados da eleição:

Roberto Esser dos Reis – Presidente  
Carla S. Pavanelli  
Jansen Zuanon

## PROCEDIMENTO ELEITORAL

Reforçamos que apenas **associados adimplentes até o dia 31 de dezembro de 2020** poderão votar. **Contamos com a sua participação para fortalecer a nossa Sociedade nesse momento muito importante!** Para isso, é importante regularizar a sua anuidade o quanto antes. Solicitamos também que todos **confirmem seu e-mail de cadastro na SBI**, na área do associado (que pode ser acessada em <https://www.sbi.bio.br/pt/associados>), já que a liberação

para a votação será feita por este e-mail. Portanto, solicitamos a todos os associados(as) que **atualizem seu e-mail** o mais breve possível, e informem seus colegas para fazerem o mesmo.

### **Cronograma do Processo Eleitoral 2021 para a composição da Diretoria e Conselho Deliberativo da Gestão 2021-2023 da SBI.**

<b>Etapa</b>	<b>Data prevista</b>
Contratação de plataforma online	Setembro de 2020
Inscrições das candidaturas	01 a 14 de novembro de 2020
Divulgação das chapas e candidatos ao Conselho	A partir de 16 de novembro de 2020
Data máxima para atualização dos e-mails para votação	31 de dezembro de 2020
Votação online (48 horas)	02 e 03 de fevereiro de 2021
Divulgação dos resultados	05 de fevereiro de 2021

Qualquer dúvida, caras(os) associadas(os), por favor, não hesitem em nos contatar (pelo e-mail [contato.sbi@gmail.com](mailto:contato.sbi@gmail.com), ou diretamente com o Roberto Reis, Presidente da Mesa Eleitoral, pelo e-mail [reis@pucrs.br](mailto:reis@pucrs.br)).

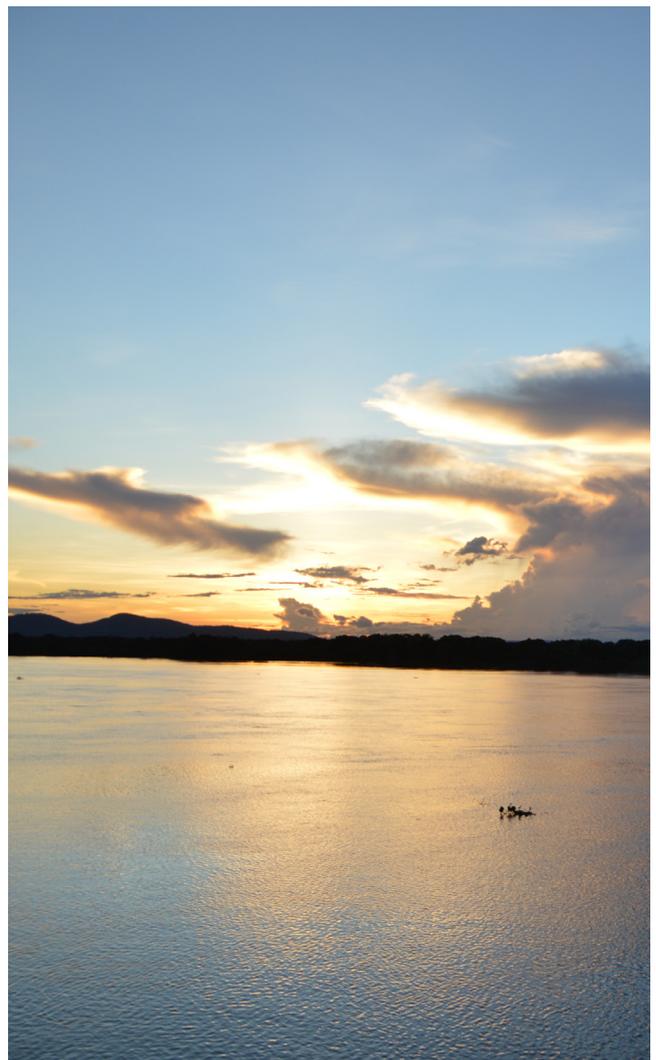
E agora contamos um pouco sobre esta edição do Boletim.

A seção de “Destaques” traz uma carta-manifesto sobre a liberação da pesca da sardinha em Fernando de Noronha, elaborada por um grupo de associados e submetida à Diretoria e Conselho Deliberativo para endosso. Este boletim também conta com duas comunicações, nossos belíssimos Peixes da Vez, e uma seção nova: **Alipianas**, na qual Alípio de Miranda Ribeiro é homenageado com um pouco da sua história. Se quiserem homenagear algum dos ictiólogos e ictiólogas importantes para a formação da nossa área, submetam ao boletim um artigo para a seção Alipianas. Por fim, trazemos informações sobre o Congresso Colombiano de Ictiologia e o Encontro Sul Americano de Ictiólogos, e damos as boas vindas ao nosso mais novo comitê editorial.

Agradecemos ao associado e ictiólogo **Alexandre Ribeiro** por nos presentear com belíssimos calendários ictiológicos, os quais enviamos as nossas associadas e associados no início de dezembro. Alexandre, receba o nosso carinho e reconhecimento pelas lindas ilustrações!

Com votos de boa saúde e energias renovadas em 2021, deixamos vocês com a leitura do Boletim.  
**Fiquem bem e cuidem-se!**

Um grande abraço da  
**Lina, Carla e Veronica**  
Diretoria SBI, gestão 2019-2021



## O “CONFLITO DA SARDINHA” : A RECENTE LIBERAÇÃO DA PESCA DE SARDINHAS NO PARQUE NACIONAL MARINHO DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA

### AUTORES

Liana de Figueiredo Mendes<sup>1</sup> , Priscila F. M. Lopes<sup>1</sup> , Fabio Di Dario<sup>2</sup> , Sergio Maia Queiroz Lima<sup>3</sup> , Jéssica Fernanda Ramos Coelho<sup>4</sup> , Ana Beatriz Alves Bennemann<sup>5</sup> , Thais Ferreira Araújo<sup>4</sup>, Flávia de Figueiredo Petean<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Ecologia

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Botânica e Zoologia

<sup>4</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução

<sup>5</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Ecologia

O arquipélago de **Fernando de Noronha** é protegido por duas unidades de conservação com características muito distintas, criadas em 1988. A primeira é um Parque Nacional Marinho (PARNAMAR), uma área de proteção integral em que atividades extrativas como a pesca não são permitidas pela legislação, apenas turismo e pesquisa controlados. A segunda é uma Área de Proteção Ambiental (APA), onde atividades e extração de recursos naturais podem ser feitas, desde que de forma sustentável, o que inclui a pesca.

Um dos papéis de uma área de proteção integral, como o PARNAMAR, é funcionar como uma reserva dos recursos ambientais locais, resguardando o capital

natural e gerando benefícios para o entorno, como a APA. Pode, ainda, atuar como fonte de recursos (e.g., larvas e adultos de peixes) para a costa brasileira, uma vez que as correntes marinhas fluem nessa direção. Esse papel é especialmente relevante visto que embora o Brasil tenha cerca de 8.500 Km de costa, o país conta com uma baixa representatividade de áreas protegidas marinhas de proteção integral (cerca de 13% - MMA-ICMBio, 2020). Mais significativo ainda é o fato de que o país conta com poucas ilhas oceânicas, dentre as quais apenas Fernando de Noronha permite a visitação turística. Embora o turismo possa aumentar a vulnerabilidade do arquipélago, notadamente ao se considerar que abriga espécies endêmicas das ilhas oceânicas brasileiras, ele também permite que esta diversidade seja apresentada ao público em geral, e assim pode exercer um importante papel na divulgação da importância da conservação.

A pesca artesanal em Fernando de Noronha é realizada há muitos anos tanto como fonte de renda como para subsistência. A pesca artesanal embarcada, especificamente, é caracterizada pela utilização de barcos de pequeno porte, os quais tendem a capturar sardinhas (*Harengula* sp.) com tarrafas, próximos às praias, antes de se deslocarem para os pesqueiros majoritariamente localizados fora dos limites das áreas protegidas. As sardinhas são mantidas vivas em galões plásticos com circulação de água durante a pescaria, sendo utilizadas como iscas vivas na captura de grandes peixes pelágicos, como dourados, cavala wahoo e atuns (Dominguez *et al.*, 2016). Entretanto, em determinada época do ano (geralmente de novembro a março), as correntes marinhas e ventos fortes (“swell”) comprometem a obtenção de sardinhas na área permitida à pesca (APA). Nesse período, as praias voltadas para o mar aberto se tornam mais calmas, porém tais praias estão todas dentro dos limites do PARNAMAR, enquanto as praias da APA apresentam condições adversas por dias seguidos.

Desde a criação das áreas protegidas no arquipélago, a pesca de sardinhas continuou ocorrendo de maneira informal dentro do Parque Nacional, mas em 2008 a gestão ambiental proibiu qualquer extração de recursos na área de proteção integral, seguindo a legislação vigente (MMA-SNUC, 2020), o que incluiu a proibição da pesca de sardinhas. A partir daquele momento foi instaurado o conflito socioambiental envolvendo especialmente o pleito de pescadores mais antigos, requerendo a captura de sardinhas na área do parque.

Como conflito instaurado significa conservação comprometida, em 2012 e 2016, o ICMBio local conduziu oficinas participativas que visavam minimizar ou resolver o “conflito da sardinha”. Em um workshop em 2016, construiu-se em conjunto (pescadores, ICMBIO e pesquisadores) um Termo de Compromisso que permitiria a pesca no PARNAMAR por um período de transição de três anos. Esse termo foi pautado em uma série de direitos e deveres das partes. Por exemplo, ao ICMBIO caberia o monitoramento das pescarias, a facilitação de pesquisas e o apoio ao desenvolvimento de tecnologias locais para acesso alternativo à pesca de sardinhas no parque. Também coube ao ICMBio local buscar junto à administração da ilha a possibilidade de “importar” iscas artificiais com valores equivalentes aos praticados no continente (os preços na ilha podem ser exorbitantes). Aos pescadores caberia fornecer dados sobre suas pescarias, respeitar as regras de horário permitido para a pesca, número de barcos, praias permitidas e quantidade de sardinha a ser extraída por embarcação, além de auxiliar na implantação de uma tecnologia de curral para manterem sardinhas vivas na APA durante o swell. O curral poderia inclusive gerar empregos locais. Os pescadores beneficiados por esse termo de compromisso seriam aqueles que dependem da atividade da pesca de pequena escala.

Cabe destacar que uma parcela da comunidade de pescadores locais já está adaptada a viver no entorno de uma área de proteção restrita (parque), como os pescadores mais jovens que utilizam barcos mais

rápidos e iscas artificiais. Esses pescadores seriam aqueles especialmente beneficiados pela importação mais barata das iscas. Por outro lado, iscas artificiais não são uma solução para todos, uma vez que são caras, exigem barcos velozes e demandam por novos conhecimentos e desenvolvimento de novas habilidades. Esse termo proposto em 2016, por se tratar de uma construção conjunta, foi bem recebido por todas as partes envolvidas, mas não foi aprovado em Brasília. Se houvesse sido implementado, a abertura do PARNAMAR para a pesca não estaria em discussão neste momento, porque a transição já teria sido finalizada. Mais ainda, teríamos em mãos as valiosas informações sobre os estoques pesqueiros e sobre a importância da sardinha em cada época do ano na cadeia de valor local. Estaríamos trabalhando agora com fatos e conhecimento mais robusto, baseado nas vantagens de se construir acordos coletivos que visam o bem comum, incluindo o bem-estar sociocultural e ambiental.

Na ausência da resolução do conflito, chegamos ao momento atual, em que nos deparamos com a liberação da pesca das sardinhas no PARNAMAR, desta vez com menor engajamento das partes (por exemplo, sem consulta aos pesquisadores). Apesar da validade do pleito apresentado pelos pescadores e apesar do acordo recém aprovado reter muitas características do acordo construído em 2016, há lacunas importantes, detalhadas a seguir. O acordo pode, ainda, abrir um perigoso e talvez desnecessário precedente para outros parques nacionais.

Em primeiro lugar, como o presente termo não está vinculado a um sistema de pesquisa, não há perspectivas para avaliar a situação dos estoques de sardinhas, sendo também desconhecidos tanto a identidade da espécie como os efeitos de sua pesca

sobre a cadeia trófica. Embora sejam abundantes, o colapso da pesca de sardinhas já ocorreu em algumas partes do mundo (Zwolinski, Demer, 2012), gerando graves prejuízos econômicos e ambientais. É fundamental a implantação de um monitoramento amplo, constante e participativo, gerando dados consistentes para análises.

Mais importante ainda, o termo atual representa uma simples acomodação e não resolução do conflito. É fundamental desenvolver alternativas a esta pesca no PARNAMAR para que esta importante Unidade de Conservação possa seguir com seu propósito de garantir a proteção integral dentro de suas fronteiras. O termo deveria contemplar a transição com vistas à adequação da parcela da comunidade local que ainda não se ajustou ao parque. Essas alternativas existem, não são de difícil implantação e poderiam ser desenvolvidas ao longo do período de transição já proposto (3 anos), ao final do qual o acordo seria definitivamente encerrado. Algumas dessas alternativas já foram inclusive discutidas com os pescadores (alternativas 1 e 2, abaixo) em momentos anteriores, e outras estão presentes na literatura (alternativa 3): 1) instalação de um curral na área da APA, distante da zona de arrebentação na época de swell, para que haja fornecimento da sardinha para isca em dias de mar agitado na APA, 2) subsídio para o uso de iscas artificiais para barcos já adaptados, 3) estabelecimento de um “seguro swell” ou “seguro sardinha”, por meio de mecanismos de PSA (Pagamento de Serviços Ambientais) para compensar os pescadores nos dias em que a pesca se torna inviável (Lopes, Villasante, 2018). Tais soluções, além de mais sustentáveis, reduziriam os custos e riscos da pesca de sardinhas nos períodos de swell e contemplariam, em parte, o pleito dos pescadores.

Um outro aspecto que tem sido amplamente ignorado no conflito é o destino do peixe capturado pelos pescadores de Fernando de Noronha. É fato que todo ele é consumido na ilha e também é fato que a demanda da ilha não é suprida inteiramente pela pesca local (19% é importado do continente segundo Lopes *et al.*, 2017). Também há evidências de que os turistas consomem quase 65% de todo peixe pescado localmente e 95% do peixe “importado”. De todo peixe

capturado, algo entre 30% e 50% não é aproveitado, devido à preferência dos turistas pelo consumo de filés de peixes, um preparo que gera mais desperdício (Lopes *et al.*, 2017). Outro aspecto somado a essa problemática é que, embora existam estudos que estimam claramente a capacidade de suporte do arquipélago, o número máximo de turistas tem sido sistematicamente desrespeitado. Por exemplo, em 2018 a ilha recebeu mais de 100 mil turistas, enquanto seu plano de manejo prevê cerca de 80 mil (G1 Globo, 2019). Dado que a capacidade de suporte da ilha é limitada, entende-se que o aumento do turismo tem sido balizado por razões exclusivamente econômicas. Mais turismo implica em maior demanda de peixe, alimentando um ciclo vicioso e que tende a ficar mais acirrado e ambientalmente perigoso, caso o turismo continuesendo conduzido dessa maneira. O controle do turismo, aliado ao melhor aproveitamento do pescado e fornecimento de informações aos turistas (*e.g.*, peixes provenientes de pescarias mais sustentáveis, formas alternativas de consumo, etc.), pode e deve ser aliado a alternativas pesqueiras voltadas ao suporte dos pescadores locais.

Por fim, cabe destacar que parte dos conflitos ao redor da sardinha parece mascarar questões culturais subjacentes. Em um outro estudo realizado na ilha, ao serem perguntados sobre as sardinhas, muitos pescadores trouxeram à tona um tópico aparentemente não relacionado: a perda de seus pesqueiros e locais de lazer tradicionais (Outeiro *et al.*, 2019). A exclusão da comunidade ou criação de empecilhos a seus locais de importância cultural sugere que a perda de serviços ecossistêmicos culturais (*e.g.*, praias que não podem mais ser acessadas de barco para um mergulho aos fins de semana, mas podem ser acessadas pelas empresas de turismo) pode ter inflado parte do conflito da sardinha. Entre 2016 e 2017, o ICMBio local também adotou uma atitude de reconhecimento dessa exclusão cultural. Esse foi um passo importante na resolução desse conflito, pois o manejo do parque deve contemplar de forma integrada suas dimensões ambientais, culturais e socioeconômicas.

## MAS E AS SARDINHAS?

Muito tem se falado sobre o conflito e as características da pesca, mas pouco do maior motivo da discórdia: as sardinhas de Noronha. Em termos ecológicos, as sardinhas representam um componente fundamental da cadeia trófica, servindo de base alimentar para tubarões, golfinhos, peixes maiores e aves marinhas (Santos *et al.*, 2014; Silvano, Begossi, 2012, 2010). Sardinhas, como peixes forrageiros e de baixa posição na cadeia trófica, são elementos chave na sustentação dos ecossistemas marinhos por transportarem a produção do plâncton para níveis mais altos das redes alimentares, incluindo os grandes predadores (Pikitch *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2011).

Diferentes espécies de sardinhas vivem no Brasil, variando em relação à época de reprodução, taxa de crescimento e outros parâmetros biológicos. Embora larvas e jovens de diversas espécies de sardinhas sejam conduzidos por correntes oceânicas, as sardinhas cascudas do gênero *Harengula* são as únicas que conseguem se fixar e crescer em Fernando de Noronha, evidenciando a necessidade de uma gestão diferenciada, com aporte de informações específicas sobre sua biologia. Além disso, até recentemente, acreditava-se que havia duas espécies de sardinhas do gênero *Harengula* no Brasil, *Harengula clupeola* e *H. jaguana*, ambas com distribuição ampla que vai dos EUA até o sul do Brasil. Entretanto, um estudo recente indicou que provavelmente há apenas uma espécie de *Harengula* no Brasil, incluindo Fernando de Noronha, e que essa espécie é distinta destas duas. Esta espécie brasileira, ainda não identificada, pode ser exclusiva do Atlântico Sul (Araújo, 2020). Isso implica na urgência da aquisição de conhecimentos sobre essa nova sardinha, incluindo uma melhor delimitação de sua distribuição geográfica e a aquisição de dados sobre sua reprodução e época de desova, crescimento, estrutura populacional, e número, tamanho e movimentação dos cardumes. Tais dados são fundamentais para avaliar a dinâmica populacional da sardinha de Noronha, oferecendo subsídios às medidas de ordenamento pesqueiro e a correta gestão desses recursos.

Ou seja, apenas por meio da avaliação e monitoramento dos estoques da sardinha de Noronha será possível pensar em um manejo sustentável. O manejo adequado dos recursos biológicos de Fernando de Noronha é a principal garantia de proteção do delicado ecossistema insular do Arquipélago, garantindo que o alto valor socioambiental associado a um dos patrimônios naturais mais importantes do Brasil seja usufruído integralmente pelas gerações atuais e futuras.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O peixe provido pela pesca representa um serviço ecossistêmico de relevância econômica, de alto valor para a segurança alimentar e também de importância cultural (Holmlund, Hammer, 1999). Negligenciar este serviço é quase sempre uma receita para conflitos em áreas marinhas protegidas, especialmente aquelas com histórico pesqueiro antes de sua implementação. Entretanto, a discussão atual sobre a pesca da sardinha na Área de Proteção Integral (PARNAMAR) de Fernando de Noronha não está exclusivamente vinculada ao seu papel histórico, e não pode ser entendida sem uma análise conjunta do aumento gradual do turismo no arquipélago. Esta discussão também não pode ignorar o fato de que muitos pescadores, especialmente os mais jovens, adaptaram-se a modos alternativos de pesca. Por fim, essa discussão também não pode desconsiderar que muitos pescadores, talvez especialmente os mais antigos, sentem-se desrespeitados em seus direitos culturais, de apreço ao lugar, o que galvaniza tensões existentes. Isto quer dizer que a solução do conflito da sardinha em Fernando de Noronha provavelmente está além de um acordo que não aponta soluções de longo prazo e que ignora soluções propostas, construídas de modo conjunto em momentos anteriores.

Em suma, termos de compromisso de caráter transitório devem contemplar o apoio e adaptação daqueles que ainda não se ajustaram aos regramentos da vida em uma área protegida. A abertura do PARNAMAR, sem vias de solução ao conflito e para a simples extração de recursos naturais, fragiliza a efetividade da conservação

local, já prejudicada pelos conflitos instaurados. As diretrizes desenvolvimentistas que estão por trás do novo acordo firmado desconsideram a complexidade inerente na busca pelo equilíbrio entre bem-estar social e conservação ambiental de longo prazo. Sem o planejamento cuidadoso voltado a uma transição adequada, esse novo termo de compromisso pode pavimentar um caminho desastroso, prejudicando o que torna Fernando de Noronha tão especial e famosa globalmente - a beleza única dos ecossistemas de uma das poucas ilhas oceânicas do Atlântico Sul e sua fantástica biodiversidade, em grande parte dependente das sardinhas.

## REFERÊNCIAS

- Araújo TFP. Da gíngua à sardinha: Etnoictiologia e sistemática molecular de pequenos peixes de valor cultural da costa brasileira (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN. 2020.
- Dominguez PSA, Zeineddine GC, Rotundo MM, Barrella W, Ramires M. A pesca artesanal no arquipélago de Fernando de Noronha (PE). *Bol Inst Pesca*, São Paulo. 2016; 42: 241–251.
- G1 Globo. Recorde de visitantes em Fernando de Noronha aumenta risco de impacto do turismo no meio ambiente. 2019. Acessado em: <https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/01/29/recorde-de-visitantes-em-fernando-de-noronha-aumenta-risco-de-impacto-do-turismo-no-meio-ambiente.ghtml>
- Holmlund CF, Hammer, M. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecol Econ*. 1999; 29: 253-268. doi:10.1016/S0921-8009(99)00015-4
- Lopes PFM, Villasante S. Paying the price to solve fisheries conflicts in Brazil's Marine Protected Areas. *Mar Policy*. 2018; 93: 1–8. doi:10.1016/j.marpol.2018.03.016.
- Lopes PFM, Mendes L, Fonseca V, Villasante S. Tourism as a driver of conflicts and changes in fisheries value chains in Marine Protected Areas. *J Environ Manage*. 2017; 200: 123–134. doi:10.1016/j.jenvman.2017.05.080.
- MMA/ICMBIO. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Painel dinâmico de informações. 2020. Acessado em: [http://qv.icmbio.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc2.htm?document=painel\\_corporativo\\_6476.qvw&host=Local&anonymous=true](http://qv.icmbio.gov.br/QvAJAXZfc/opendoc2.htm?document=painel_corporativo_6476.qvw&host=Local&anonymous=true)
- MMA/SNUC. Ministério do Meio Ambiente - Sistema Nacional de Unidades de conservação. 2020. Acessado em: <https://www.mma.gov.br/areas-protetidas/unidades-de-conservacao/usuarios-permitidos.html>
- Outeiro L, Rodrigues JG, Damásio LMA, Lopes PFM. Is it just about the money? A spatial-economic approach to assess ecosystem service tradeoffs in a marine protected area in Brazil. *Ecosyst Serv*. 2019; 38: 100959. doi:10.1016/j.ecoser.2019.100959.
- Pikitch EK, Rountos KJ, Essington TE, Santora C, Pauly D, Watson R, Sumaila UR, Boersma PD, Boyd IL, Conover DO, Cury P. The global contribution of forage fish to marine fisheries and ecosystems. *Fish Fish*. 2014; 15(1), 43-64.
- Santos MB, Saavedra C, Pierce GJ. Quantifying the predation on sardine and hake by cetaceans in the Atlantic waters of the Iberian peninsula. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. 2014; 106, 232-244.

- Silvano RAM, Begossi A. What can be learned from fishers? An integrated survey of fishers' local ecological knowledge and bluefish (*Pomatomus saltatrix*) biology on the Brazilian coast. *Hydrobiologia*. 2010; 637(1), 3.
- Silvano RA, Begossi A. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contributions to research, conservation, and management. *Neotrop Ichth*. 2012; 10(1), 133-147.
- Smith AD, Brown CJ, Bulman CM, Fulton EA, Johnson P, Kaplan IC, Lozano-Montes H, Mackinson S, Marzloff M, Shannon LJ, Shin YJ. Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. *Science*. 2011; 333(6046), 1147-1150.
- ZwolinskiJP, DemerDA. A cold oceanographic regime with high exploitation rates in the Northeast Pacific forecasts a collapse of the sardine stock. *P Natl A Sci USA*. 2012; 109(11), 4175-4180.

## RIOS E PEIXES DO PARAGUAÇU NA CHAPADA DIAMANTINA: CONSERVAÇÃO E PERSPECTIVAS

**Luisa M. Sarmiento-Soares<sup>1,2</sup>**  
**Alexandre Clistenes de A. Santos<sup>1</sup>**  
**Ronaldo F. Martins-Pinheiro<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Feira de Santana, Laboratório de Ecologia e evolução de Peixes. Avenida Transnordestina s/n - Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana, BA, Brasil. [sarmiento.soares@gmail.com](mailto:sarmiento.soares@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8621-1794>

<sup>2</sup>Instituto Nossos Riachos, Estrada de Itacoatiara, 356 c4- Itacoatiara, Niterói-RJ, Brasil.

*Passou remando  
Todo sutil, sereno,  
A água cochichava na noite  
Brincando com as estrelas do céu  
E vai o barco  
E um pescador  
Paciente  
Em casa uma família esperando  
Na trempe uma panela esquentando  
Êh, êh tucunaré  
Traíra, jundiá  
Muçum, curimatã  
Eu quero te levar  
E vai o barco ...*

*Wilson Aragão – (in: Santos, 2003)*

## RESUMO

O Rio Paraguaçu em seu terço superior na Chapada Diamantina é avaliado em quatro áreas da paisagem local nomeadamente sub-área Cabeceiras; sub-área Rochosas e ainda sub-bacia do rio Santo Antônio e sub-bacia do rio Una e adjacências. Para cada sub-área é apresentado o conjunto de espécies de peixes conhecidas de forma a trazer uma síntese do conhecimento acumulado sobre o alto Paraguaçu na Chapada Diamantina. As principais ameaças aos rios na Chapada Diamantina no século XXI correspondem à herança da mineração de diamantes, a expansão urbana desordenada, as atividades agrícolas com intensa irrigação de cultivo e o turismo de aventura em crescente expansão. Caracterizar os ambientes e popularizar as espécies de peixes que habitam o Paraguaçu se faz necessário para a conservação da rica biodiversidade aquática regional.

## INTRODUÇÃO

O Rio Paraguaçu está inserido na ecorregião Mata Atlântica Nordeste (sensu *Abelle et al.*, 2008), correspondendo ao maior Rio exclusivamente baiano com 600 Km até sua foz na Baía de Todos os Santos. Em seu curso, o Paraguaçu atravessa três biomas: o cerrado de altitude nos Campos Gerais e campos rupestres, a Caatinga no alto e médio vale, e ainda a Mata Atlântica na baía de Iguape. As diferentes paisagens abrigam uma rica diversidade biológica, com espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção cuja distribuição foi reduzida em resposta a alterações ambientais.

Suas nascentes se encontram na Chapada Diamantina, área formada por um grande conjunto de relevos planálticos, ligados à Cadeia do Espinhaço em seu prolongamento pelo Estado da Bahia. Nos contrafortes da Serra do Espinhaço, mais especificamente na Serra do Sincorá, a Chapada Diamantina forma um divisor de águas entre a bacia do Rio São Francisco e bacias dos rios Itapicuru, Contas e Paraguaçu.

O alto Paraguaçu na Chapada Diamantina cruza vales de montanhas do maciço cristalino, e planaltos de arenito. A variação dos habitats de água doce vai desde nascentes com gradientes lentos a ambientes lóticos, com cachoeiras íngremes com águas rápidas. Em alguns trechos, suas águas se ocultam em sumidouros e emergem em ressurgências em cavidades subterrâneas.

O alto Paraguaçu abriga aproximadamente 1500 nascentes considerando a carta na escala de 1:100.000. A quantidade de corpos hídricos torna o rio essencial para a produção de água, em uma região naturalmente pobre em disponibilidade hídrica superficial (MMA, 2007; Santos, Caramaschi, 2011; Santos, Caiola, 2020). A disponibilidade hídrica atraiu a ocupação urbana e a instalação da agricultura irrigada de larga escala. Somando ao turismo desordenado estas atividades caracterizam o cenário de pressões atuais sobre os ambientes naturais no alto curso do Paraguaçu (Rigueira *et al.*, 2016).

Diversos estudos já foram realizados sobre a ictiofauna do alto Rio Paraguaçu e a rica diversidade de espécies foi sendo inventariada principalmente nos últimos vinte anos. Atualmente, conta com mais de sessenta espécies no seu alto curso, sendo aproximadamente um terço delas endêmicas. Apesar da diversidade ictiológica mais bem conhecida, a maioria dos estudos é de cunho taxonômico, com descrição de novas taxa (e.g. Melo, Espíndola, 2016; Pereira *et al.*, 2019; de Pinna *et al.*, 2018; Zanata *et al.*, 2017, 2018, 2019). Por outro lado, poucos estudos abordam aspectos biológicos e da história natural de tais espécies (e.g. Zanata, Primitivo, 2013; Santos *et al.*, 2020). A área da Chapada Diamantina é indiscutivelmente importante, mas carece de uma abordagem ampla, focada na conservação de suas espécies aquáticas.

A Chapada Diamantina está figurada no Mapa dos sítios da Aliança Brasileira para Extinção Zero (Mapa BAZE, 2018), iniciativa que visa a proteção dos últimos refúgios para espécies severamente ameaçadas de extinção - Criticamente em Perigo (CR) e Em Perigo (EN). No que tange a conservação das espécies, recentemente foi firmado o "Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Peixes e Eglas Ameaçados de Extinção – PAN Peixes e Eglas", criado pelo Ministério do Meio Ambiente, visando “melhorar o estado de conservação e popularizar peixes, eglas, rios e riachos da Mata Atlântica, em cinco anos” (CEPTA, 2019). Com a presente contribuição pretendemos agregar informações para os trabalhos do PAN.

Assim trazemos uma síntese do conhecimento sobre a fauna de peixes da bacia do alto Rio Paraguaçu, apresentando um panorama sobre o uso e ocupação do solo na bacia, com considerações quanto a sua conservação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ● Área de Estudo

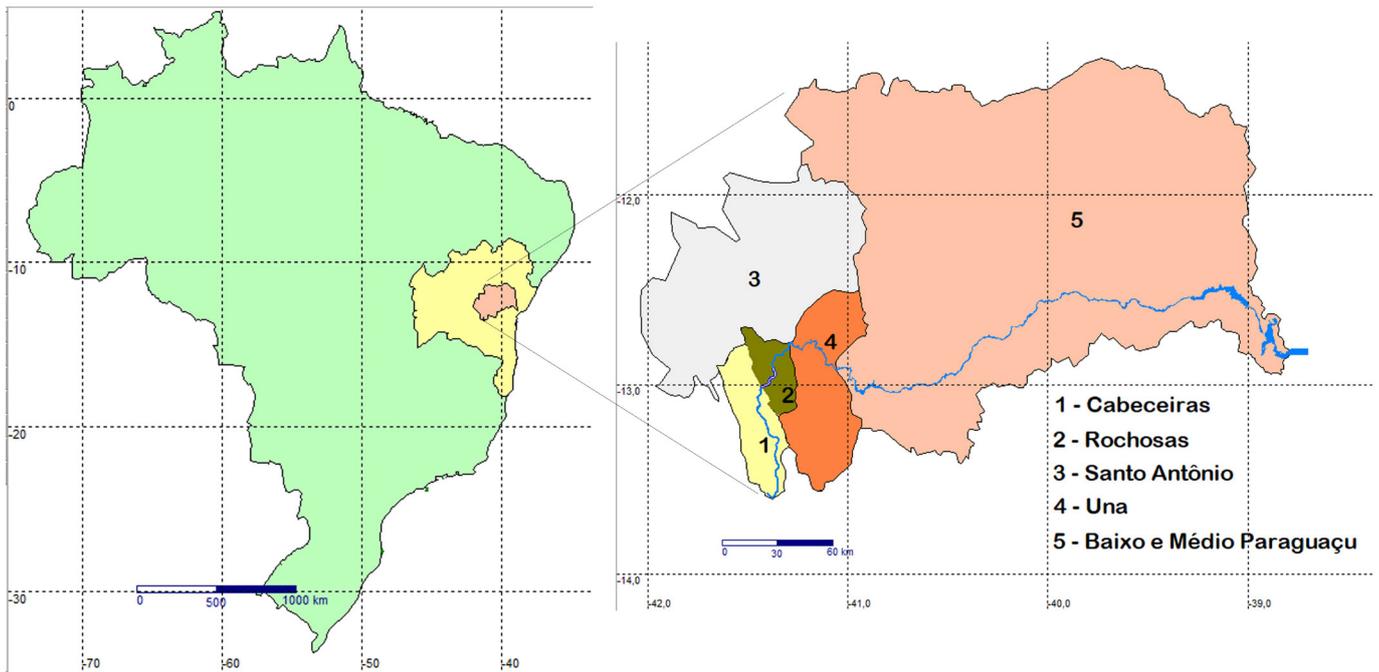
O Rio Paraguaçu tem suas origens nas regiões serranas e semiúmidas das encostas orientais da Chapada Diamantina e, ao contrário de outros rios do domínio Semiárido nordestino, mantém-se perene durante todo o seu curso, mesmo quando atravessa largas regiões de baixa pluviosidade (CPRM, 2003; Juncá *et al.*, 2005).

Juntas a vegetação, a paisagem, e a hidrografia singular colocam a Chapada Diamantina como região de maior biodiversidade no nordeste, com amplos alagados em planícies, matas nas encostas, vales encaixados com matas de grotão, matas ciliares, matas de planalto e ainda cursos d'água que conduzem a sumidouros em áreas cársticas.

Santos, Caiola (2020) realizaram uma tipologia dos rios da região classificando-os em três tipos nomeados de acordo com as suas características de vegetação que incluem Áreas cultivadas, Campos rupestres e Áreas florestadas, ressaltando a importância dos tipos vegetacionais para a ocorrência das espécies de peixes locais.

"O plano diretor da bacia do Rio Paraguaçu (Bahia, 1992), para facilitar o desenvolvimento de projetos e pesquisas, dividiu a bacia hidrográfica em três regiões: Alto Paraguaçu, que compreende a região de nascentes na qual o Rio passa por clima tropical de altitude e rochas quartzíticas e calcárias; Médio Paraguaçu, que compreende a região intermediária na qual o Rio passa por clima semiárido e rochas graníticas; e o Baixo Paraguaçu, que compreende a região final e da foz, na qual o Rio passa por clima tropical chuvoso de floresta e rochas graníticas" (Gonçalves, 2014). Os autores fizeram uma adaptação deste critério, agrupando as sub-bacias contribuintes do Rio Paraguaçu. Assim o Alto Paraguaçu foi considerado como sendo formado pelas drenagens desde as nascentes do Rio Paraguaçu até a foz do Rio Una. Deste ponto segue para o sul pelo divisor de águas leste do Rio Una, até a bacia do Rio de Contas e para o norte pelo divisor de água leste do riacho de Pedra e do Rio Santo Antônio até a bacia do Rio São Francisco.

O alto Rio Paraguaçu, na Chapada Diamantina, é aqui sub-dividido em quatro trechos contínuos (Figura 1): 1. Cabeceiras; 2. Rochosas; 3. Santo Antônio; 4. Una.

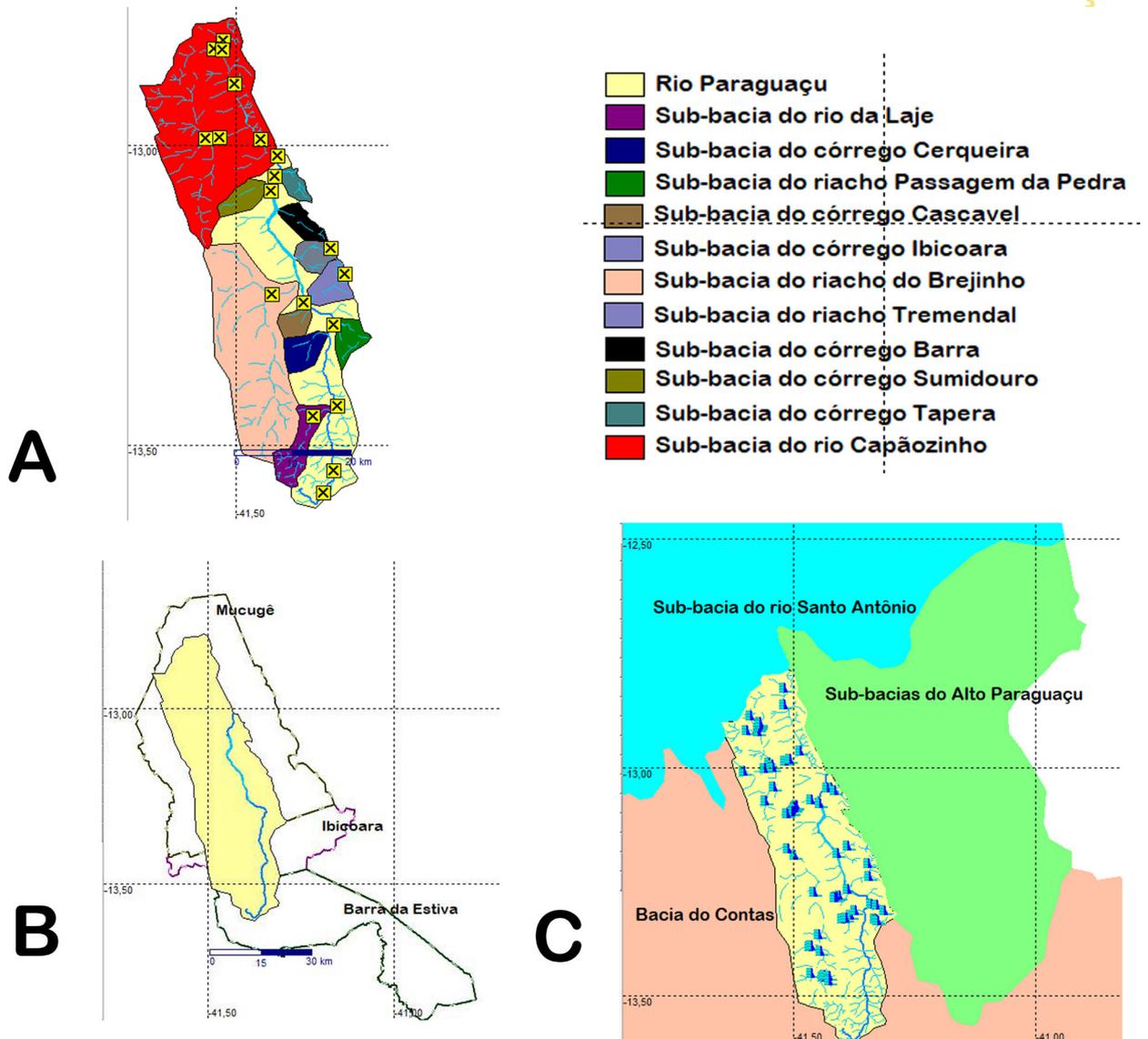


**Figura 1.** Localização do Rio Paraguaçu no estado da Bahia com destaque para as áreas na Chapada Diamantina: 1. Cabeceiras do Paraguaçu; 2. Sub-bacias rochosas; 3. Sub-bacia do Santo Antônio; 4. sub-bacia do Rio de Una e adjacências; 5. Médio e baixo Rio Paraguaçu.

## 1. Cabeceiras

Compreende parte dos municípios de Barra da Estiva, Ibicoara e Mucugê (Fig. 2B). Os contribuintes mais altos da margem esquerda do Alto Paraguaçu são os rios da Laje e Riachão e o córrego Alpercata (Fig. 2A). Em sua margem direita os córregos seguem impresados pela cumeeira montanhosa sendo seus contribuintes mais a montante o córrego Ibicoara, o riacho Tremendal e o córrego Barra. Os principais rios são o próprio Paraguaçu e sub-bacias contribuintes, como o Rio Capãozinho e riacho do Brejinho.

As nascentes principais do Rio Paraguaçu encontram-se em Barra da Estiva a cerca de 1200m de altitude, ao Sul da Chapada Diamantina. O Rio Paraguaçu tem suas nascentes encaixadas na Serra do Sincorá junto ao divisor de águas com a bacia do Rio de Contas (Fig. 2C), situada dentre as maiores elevações do Espinhaço setentrional (Harley *et al.*, 2005).



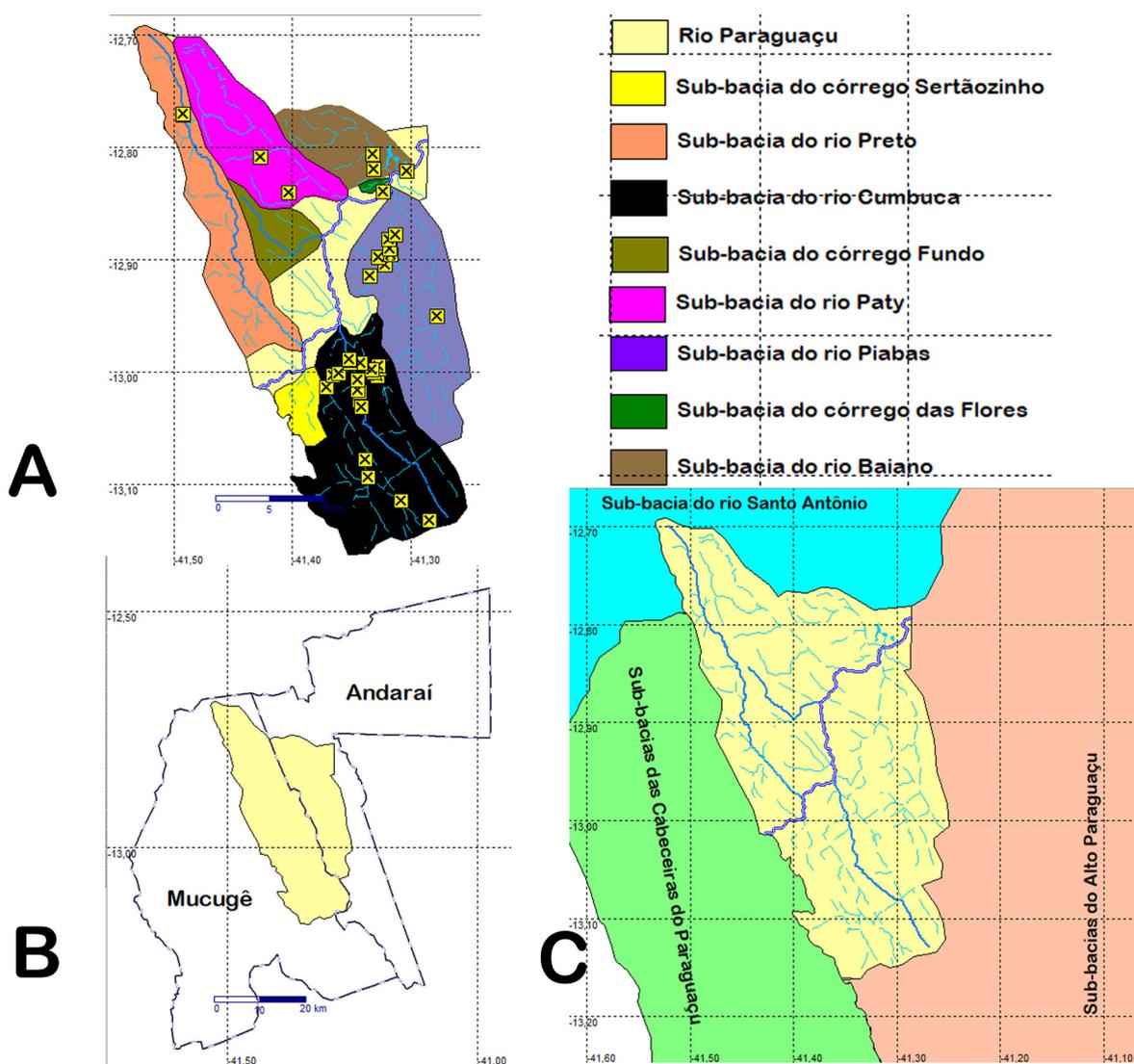
**Figura 2.** Sub-bacias das cabeceiras do alto Paraguaçu, no trecho com foz igual ou superior a 1000 metros, indicando: A. as respectivas sub-bacias (legenda por cor) e pontos de amostragem (quadrados amarelos); B. os municípios na área (Barra da Estiva, Ibicoara e Mucugê); e C. sub-bacias adjacentes no Paraguaçu (Sub-bacias rochosas e Santo Antônio) e o divisor de águas com a bacia do Rio de Contas (em rosa). Os retângulos azuis representam as represas possíveis de ser observadas com o Google Earth.

Neste trecho mais alto do Paraguaçu, o Rio entrecorta em sua margem esquerda a paisagem dos Campos Gerais, uma formação savânica com enclaves de vegetação de Cerrado.

Os Campos Gerais ocupam vasta área entre os municípios de Barra da Estiva, Ibicoara, Mucugê, e ainda o alto vale do Rio de Contas ao sul da Chapada Diamantina. A paisagem dos campos gerais com seu relevo suave a plano naturalmente possuem numerosos alagadiços que funcionam como reservatórios naturais de água. Mesmo com solos rasos, tais alagadiços contribuem significativamente para a recarga de água para o Rio Paraguaçu, mantendo-o perene durante todo o ano (MMA, 2007).

## 2. Rochosas

Compreende parte dos municípios de Mucugê, Lençóis, Palmeiras e Andaraí (Fig. 3B); no trecho do Rio Paraguaçu desde a sub-bacia do córrego Sertãozinho até a sub-bacia do Rio do Baiano. Nas sub-bacias rochosas estão localizadas a porção sul do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e Parque Municipal de Mucugê.



**Figura 3.** Sub-bacias rochosas do Paraguaçu e sub-bacias adjacentes, indicando: A. as respectivas sub-bacias (legenda por cor) e pontos de amostragem (quadrados amarelos); B. os municípios na área (Mucugê e Andaraí); e C. Malha hídrica neste trecho (amarelo) e sub-bacias adjacentes no Paraguaçu (Sub-bacias Cabeceiras do Paraguaçu e Santo Antônio) e trecho a jusante da bacia do alto e médio Paraguaçu (em rosa).

Algumas nascentes nesta região ao sul da Chapada Diamantina ainda estão situadas a mais de 1000 m de altitude. A paisagem é dominada por fitofisionomia de campos de vegetação rupestre que revestem os afloramentos rochosos ao longo da cadeia do Espinhaço. As florestas montanas assumem importante papel na conservação dos seus cursos hídricos.

Nos altiplanos em Mucugê foram encontrados os primeiros diamantes da Chapada Diamantina, no Rio Cumbuca (Fig. 8G) local que hoje abriga o Parque Municipal de Mucugê e o Museu do Garimpo. Neste trecho as sub-bacias entrecortam extensas áreas rochosas sendo em sua maioria encaixadas em fraturas e falhas, com quedas d'água e alta energia. Seus leitos geralmente são preenchidos por matacões e seixos, apresentam número incomum de cachoeiras e cascatas (MMA, 2017).

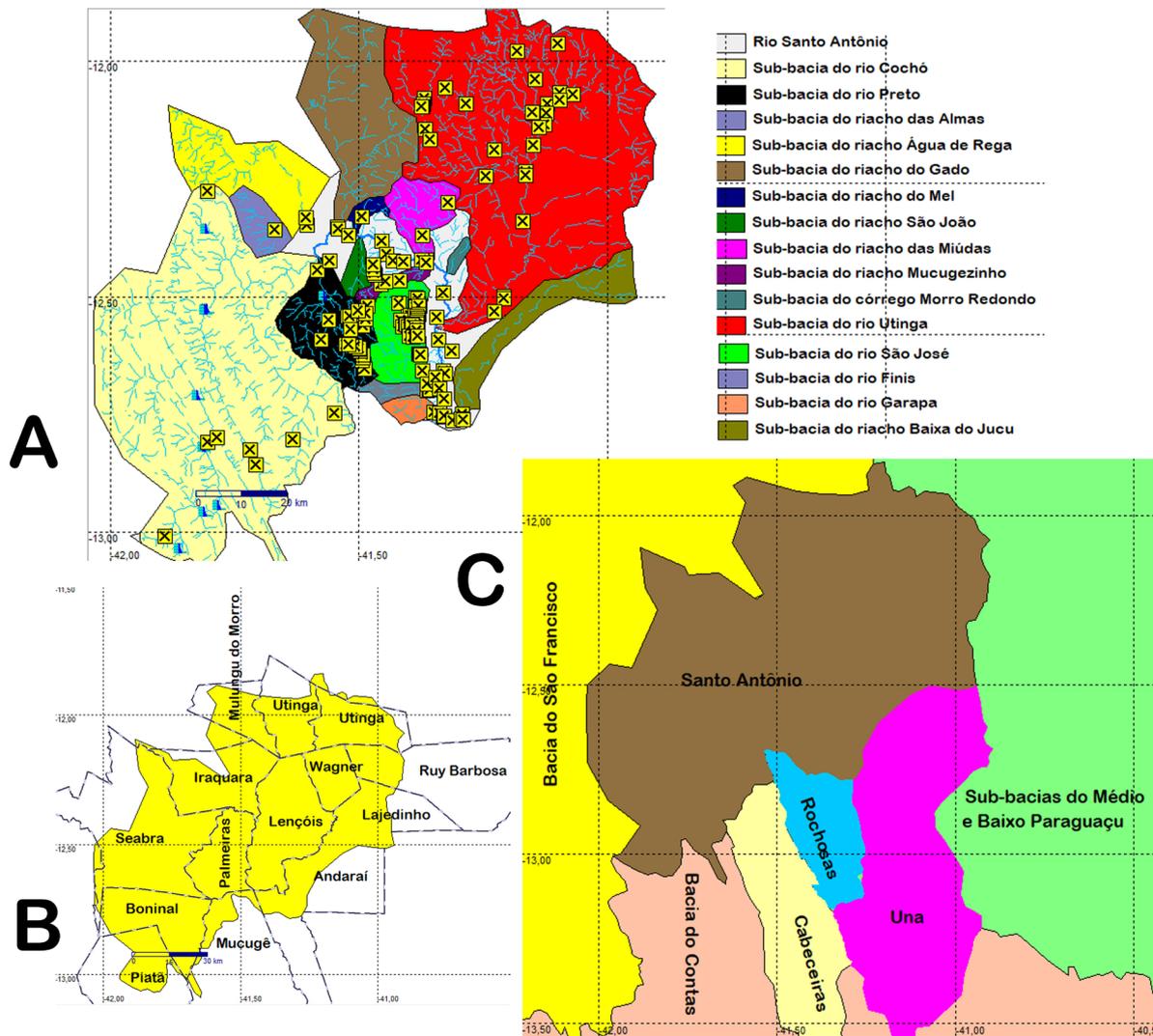
Neste trecho das sub-bacias rochosas os principais rios são os rios Preto (de Mucugê), Cumbuca (Fig. 8G), Mucugê, Piabas e o Baiano. Localizada na vertente leste do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), nas proximidades de Andaraí, a sub-bacia do Rio Baiano é a principal formadora do Marimbus do Baiano, como será visto adiante. A sub-bacia foi fortemente explorada pelo garimpo no passado, comprometendo sua disponibilidade hídrica superficial.

### 3. Santo Antônio

A sub-bacia do Rio Santo Antônio é a maior e mais peculiar sub-bacia do Paraguaçu, com 9.470 Km<sup>2</sup> marcada por diferentes fisionomias. Formado pela confluência de um conjunto de drenagens provenientes das serras areníticas e ainda rios que se infiltram por sumidouros correndo de forma subterrânea. No baixo vale as águas se espriam em extensas áreas alagadas, formando o Marimbus, o Pantanal da Chapada Diamantina.

O Rio Santo Antônio é formado pelas sub-bacias do Rio Cochó, com aproximadamente 3.100 Km<sup>2</sup> e a sub-bacia do Rio Preto com 44 Km<sup>2</sup>. O Rio Cochó nasce a 1.517 metros de altitude na Serra do Gentio, no município de Piatã, junto ao divisor de águas com o Rio de Contas, percorrendo cerca de 240 Km até formar o Rio Santo Antônio (Fig. 4A). Em seu trecho a montante em Iraquara os formadores são os riachos das Almas, Água de Rega e riacho do Gado. Após receber este aporte das águas da Ressurgência da Pratinha, o Santo Antônio modifica sua condição de Rio temporário, para Rio perene. O aporte de água vindo do Rio Cochó também contribui para a maior vazão no Santo Antônio a jusante da Pratinha. Daí o Santo Antônio segue em direção a sua foz no Rio Paraguaçu tendo ainda dez sub-bacias contribuintes, como os rios São José, Mucugezinho, Utinga e sub-bacias menores (Fig. 4A).

Da nascente a foz no Paraguaçu o Santo Antônio banha totalmente os municípios de Palmeiras, Boninal, Lençóis, Wagner e Utinga, parcialmente os municípios de Seabra, Iraquara, Piatã, Lajedinho e Ruy Barbosa e ainda um pequeno trecho dos municípios de Mucugê, Andaraí, Bonito, Mulungu do Morro e Souto Soares. (Fig. 4B).



**Figura 4.** Sub-bacia do Rio Santo Antônio, indicando: A. as respectivas sub-bacias contribuintes ao Santo Antônio (legenda por cor) e pontos de amostragem (quadrados amarelos); B. os municípios na área (13 municípios); e C. Malha hídrica neste trecho (castanho) e sub-bacias adjacentes no Paraguaçu (Sub-bacias Cabeceiras, Rochosas e Una) e trecho a jusante da bacia no médio Paraguaçu (em verde). Sistemas hídricos circundantes São Francisco (amarelo) e Contas (rosa).

Em Iraquara o Rio Santo Antônio entrecorta um sistema aquífero cárstico. O Carste corresponde a um sistema geológico onde os contínuos processos de dissolução da rocha são responsáveis por criar uma paisagem característica com paredões escarpados, canyons, vales fluviais com drenagem subterrânea, e presença de aquíferos (Pereira, 1998). Geradas a partir da dissolução de sedimentos de rocha carbonática muitas cavidades naturais na região de Iraquara na Chapada Diamantina tem ou já tiveram rios, destacando-se os sistemas da Lapa Doce, Torrinha e Pratinha. Na sub-bacia do Santo Antônio as cavernas aparecem associadas a sumidouros como no riacho das Almas e no riacho Água de Rega ao longo do planalto cárstico. As drenagens subterrâneas rebrotam na ressurgência da Pratinha (Fig. 8D), nas proximidades da confluência com o riachodo Gado (Santos, 2011).

À jusante, na porção leste do PNCD e boa parte da APA Marimbus-Iraquara, a confluência de rios, cujos principais são o Santo Antônio e o Utinga, ao norte, e o Rio Baiano ao sul, formam em uma zona de relevo muito plano, em ampla planície aluvial de inundação, localmente chamada Marimbus. O imenso pantanal é influenciado por cheias e inundações sazonais (Santos, Caramaschi, 2011). Ali plantas macrófitas aquáticas e ilhas de vegetação de porte arbóreo, formam uma paisagem de Pantanal (MMA, 2007; Sena, 2015). As águas dos Marimbus se misturam, e recebem nomes regionais, como o Marimbus do Baiano, em Andaraí, alusivo ao Rio do Baiano e o Marimbus do Remanso, em Lençóis.

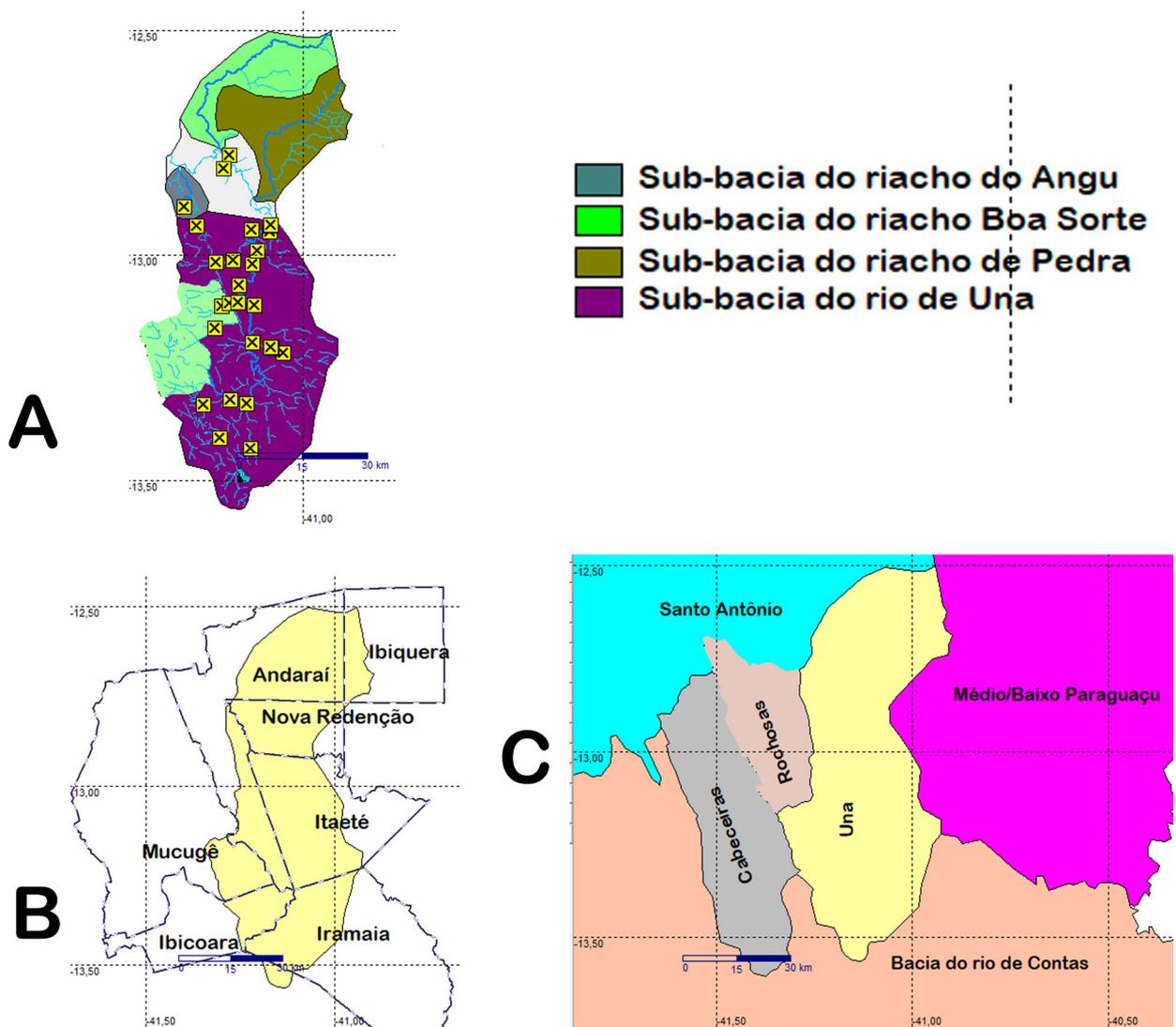
Em seu trajeto possui numerosas cachoeiras, até alcançar as terras baixas inundáveis para onde drena. O Marimbus é o lar de espécies de ambientes lânticos, algumas delas de importância comercial, além de servirem de alimento para as comunidades ribeirinhas como o piau *Leporinus bahiensis* (Fig. 9A), a piaba facão *Triportheus guentheri* (Fig. 9G) e o *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Fig. 9H).

#### 4. Una

Compreende parte dos municípios de Ibiquera, Andaraí, Nova Redenção, Itaetê, Mucugê, Iramaia e Ibicoara (Fig. 5B). Os principais rios são o próprio Paraguaçu e sub-bacias contribuintes, o Rio de Una, riacho de Pedra, riacho Boa Sorte e riacho do Angu.

Localizada na borda leste da Chapada Diamantina entre os domínios de paisagem de campos rupestres e caatinga, o Rio de Una e sub-bacias adjacentes possuem águas escuras que correm sobre rochas quatzíticas. O Rio de Una com aproximadamente 2.092 Km<sup>2</sup> corresponde a maior sub-bacia neste trecho. Suas nascentes se encontram a 312 metros de altitude na vertente sul do PNCD (Fig. 5A).

O Rio de Una recebe recarga do aquífero cárstico, tal como acontece com o Rio Santo Antônio. O extenso planalto de rochas carbonáticas, entre Itaetê e Nova Redenção, por onde flui o vale de fluvial de Una apresenta córregos subterrâneos e cavidades naturais, tais como o Poço Encantado (Fig. 8N) e a Lapa do Bode. Marcadamente as pinturas rupestres são vestígios das primeiras ocupações humanas na região.



**Figura 5.** Sub-bacia do Rio de Una e adjacências, indicando: A. as respectivas sub-bacias contribuintes ao Rio Paraguaçu neste trecho (riacho do Angu, riacho Boa Sorte na margem esquerda e riacho de Pedra e Rio de Una na margem direita- em roxo- trecho em verde claro corresponde ao limite sul do PNCD no Rio de Una) e pontos de amostragem (quadrados amarelos); B. os municípios na área (sete municípios); e C. Malha hídrica neste trecho (amarelo) e sub-bacias adjacentes no Paraguaçu a montante (Sub-bacias Cabeceiras, Rochosas e Santo Antônio) e trecho a jusante da bacia no médio Paraguaçu (em lilás). Sistema hídrico circundante Rio de Contas (rosa).

## ● Amostragem

Amostragens foram realizadas em setembro de 2018 e junho de 2019 com o uso de puçás, picarés, covos, tarrafas, redes de arrastos, redes de espera e pesca elétrica. Em cada ponto foi usada uma combinação dos recursos de pesca de forma a assegurar uma amostragem de leito, fundo e margem do local amostrado. A maior parte dos trabalhos de campo foi realizada buscando amostrar os diferentes microhabitats, e, por esse motivo, foram utilizadas artes de pesca diversificadas. Os trechos de Rio foram delimitados com a utilização de redes de contenção a montante e a jusante em intervalos de pelo menos 50 metros com esforço padronizado de tempo de aproximadamente uma hora em cada local. Os exemplares foram eutanasiados com mentol, fixados em formalina a 10% e transportados para o laboratório, onde foram triados, transferidos para conservação em álcool a 70° GL, identificados e catalogados. Alguns exemplares coletados foram fotografados em aquário de campo.

Além dos registros conseguidos com trabalhos de campo, foram utilizados todos os registros conhecidos e acessíveis em coleções ictiológicas, de forma que os inventários aqui realizados funcionaram como um complemento ao vasto acervo de material já colecionado. Os exemplares tombados na coleção ictiológica do Museu de Zoologia da UEFS (MZFS), MBML e MNRJ foram examinados e avaliados, para confirmação de sua identificação. Materiais depositados nas coleções ictiológicas do MZUSP foram consultados a partir dos registros disponíveis no *SpeciesLink* (CRIA, 2020), e da UFBA com base nos respectivos bancos de dados fornecidos pelas coleções. Consultas complementares foram realizadas no SiBBr e em publicações científicas. A relação do material examinado encontra-se disponível em [nossacasa.net/nossosriachos/doc/Apêndice\\_1\\_AltoParaguacu.pdf](http://nossacasa.net/nossosriachos/doc/Apêndice_1_AltoParaguacu.pdf)

Para cada um dos pontos de amostragem, quando não informada suas coordenadas originalmente, estas foram estimadas a partir das localidades indicadas nos registros.

## ● Taxonomia

A classificação taxonômica dos exemplares seguiu Fricke *et al.* (2020). Espécies ameaçadas, com dados insuficientes e problemas taxonômicos são comentados em “resultados”.

## ● Análise de dados

Mapas georrefenciados da bacia do Paraguaçu foram elaborados usando o programa GPS Trackmaker Professional 4.8 (Ferreira Júnior, 2012), com base nas cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:100.000, e em verificações de campo. Os resultados de comprimento e área cartográficos foram calculados com base nos mapas construídos e utilizando o mesmo programa.

As verificações de campo com inventário da ictiofauna e caracterização das localidades de amostragem foram feitas com base no levantamento registros.

Para verificação da distribuição geográfica das amostragens foram calculados os índices de Pontos de Coleta (IPC) e índice de Lotes tombados (ILT). Estes índices foram calculados como sendo o valor arredondado do número de pontos de coletas por cada 100 Km<sup>2</sup> através da seguinte fórmula [=ARRED(((número de pontos de coleta/área da superfície de drenagem)\*100);0)] e o valor arredondado do número de lotes por cada 100 Km<sup>2</sup> [=ARRED(((número de lotes/área da superfície de drenagem)\*100);0)].

Estes índices foram avaliados tomando-se como base de comparação aqueles índices calculados para todo o conjunto das drenagens do alto Paraguaçu. Se o valor calculado para uma sub-bacia estiver dentro da margem

de +ou- 30% do valor do conjunto do alto Paraguaçu - a distribuição geográfica das amostragem será considerada boa. Se estiver abaixo - será considerada insuficiente se estiver acima - será considerada ótima, como ilustra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação dos índices de coletas e de lotes. Índice de pontos de coleta calculado por amostragens a cada 100 Km<sup>2</sup> de área. Índice de lotes tombados calculado por registros de espécies a cada 100 Km<sup>2</sup> de área.

Sub-bacia	Área(Km <sup>2</sup> )	Pontos de coleta	Lotes
Alto Paraguaçu	15.482	229	2.320
	<b>Insuficiente</b>	<b>Boa</b>	<b>Ótima</b>
	<<	Entre	>>
<b>IPC</b>			
índice de pto de coleta	1	1 e 2	2
<b>ITL</b>			
índice de lotes tombados	10	10 e 19	19

Para avaliação da diversidade da ictiofauna presente no alto Rio Paraguaçu, foram calculados os índices de Riqueza, Número de indivíduos, Dominância, Simpson, Shannon, Evenness, Menhinick, Margalef, Equitabilidade, Fisher alpha, Berger Parker e Chao 1, conforme explicados em Harper (1999). Os valores foram calculados empregando-se o programa PAST 2.17c - Palaeontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (Hammer et al., 2001). O mesmo programa foi utilizado para traçar os perfis de diversidade, usando o índice de Renyi, para plotar uma série de perfis simultâneos considerando os diversos índices calculado. Se os perfis se cruzam, as diversidades não são comparáveis.

## ● Resultados

O alto Rio Paraguaçu, na Chapada Diamantina, é aqui pela primeira vez dividido em quatro sub-áreas- 1. Cabeceiras; 2. Rochosas; 3. Santo Antônio; 4. Una (Fig. 1).

### 1. Sub-área Cabeceiras

No trecho mais alto do Rio Paraguaçu foi encontrado um conjunto de 19 pontos de amostragem, com 123 lotes, entre Barra da Estiva e Mucugê (Fig. 2A e Tabela 2).

Dos onze córregos contribuintes do Rio Paraguaçu neste trecho foi explorado do ponto de vista ictiológico, o próprio Rio Paraguaçu (IPC= 1.1/ILT=7.2) entre Barra da Estiva, Cascavel e Mucugê, e ainda o Rio da Laje (IPC= 1,6/ILT=6.5), o córrego Ibicoara (IPC= 2.3/ILT=2.3), riachos do Brejinho (IPC= 0.2/ILT=1.0) e Tremendal (IPC= 3.3/ILT=21.2) e Rio Capãozinho (IPC= 1.3/ILT=7.9) (Tabela 2).

Apenas o córrego Tremendal apresentou um nível de amostragem tanto em ponto de coletas com em número de lotes considerados bons em relação ao nível médio das sub-bacias do Alto Paraguaçu. As sub-bacias dos rios da Laje e Capãozinho e do córrego Ibicoara mesmo com pontos de coletas suficientes apresentaram um baixo número de lotes e as demais não foram amostradas ou o foram de forma insuficiente (Tabela 2).

Foram identificadas 13 espécies para este trecho mais alto do Rio Paraguaçu (Tabela 6). Destas, quatro das espécies são compartilhadas com o Rio São Francisco, *Hoplias brasiliensis*, *Phenacorhamdia tenebrosa*, *Serrapinnus heterodon* (Fig. 9E), *Serrapinnus piaba*. Uma é compartilhada com o Rio de Contas, *Gymnotus interruptus* (Fig. 9M). Duas pertencem a complexo de espécies: *Astyanax aff. lacustris* C (FIG. 9C) e *Hoplias aff. malabaricus*. Apenas uma é alóctone: *Poecilia reticulata*.

**Tabela 2.** Índices de amostragem no alto Rio Paraguaçu na subárea: Cabeceiras, com indicação da área de cada sub-bacia, pontos de coleta, quantidade de lotes. IPC- índice de pontos de coleta; ILT- índice de lotes.

Sub-bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	Pontos de coleta	Lotes	IPC = coletas/ 100Km <sup>2</sup>	Pontos de amostragem	ILT = lotes/ 100Km <sup>2</sup>	Número de lotes
Cabeceiras (Alto Paraguaçu)	1.717	19	123	1,1	Bom	7,2	Insuficiente
Rio da Laje	62	1	4	1,6	Bom	6,5	Insuficiente
Córrego Cerqueira	40	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Riacho Passagem de Pedra	35	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Córrego Cascavel	24	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Córrego Ibicoara	43	1	1	2,3	Ótimo	2,3	Insuficiente
Riacho do Brejinho	418	1	4	0,2	Insuficiente	1,0	Insuficiente
Riacho Tremendal	33	1	7	3,0	Ótimo	21,2	Ótimo
Córrego Barra	31	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Córrego Sumidouro	34	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Córrego Tapera	20	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Rio Capãozinho	542	7	43	1,3	Bom	7,9	Insuficiente

**Endemismo e fauna ameaçada.** A subárea Cabeceiras, conta com espécies endêmicas para a Chapada Diamantina como *Astyanax hamatilis*, *Astyanax sincora*, *Gymnotus interruptus* e *Parotocinclus nanda*; sendo que *Astyanax sincora* foi identificado apenas para este trecho de cabeceiras da bacia do Paraguaçu. Não há registro de espécies da fauna ameaçada no trecho do alto Paraguaçu com foz igual a 1.000 m ou acima (sensu lista vermelha nacional - MMA, 2018).

**Uso e ocupação do solo.** A quantidade de barragens para captação de água é bastante elevada no trecho das sub-bacias com foz igual a 1.000 m ou acima, indicando a vocação agrícola no alto vale. Os pequenos produtores rurais utilizavam as partes úmidas do Rio Paraguaçu para o plantio de produtos agrícolas, tais como feijão e arroz (Miranda, 2012). Ao final do século XX a formação de vegetação de Campos Gerais foi largamente substituída por agricultura mecanizada. Nos anos 1990, uma considerável área foi inundada pela barragem do Apertado entre Ibicoara e Mucugê, e muitos lavradores

desalojados. Nas terras planas dos Campos gerais estabeleceu-se o Pólo Agrícola Mucugê – Ibicoara que concentra produção de batata-inglesa, café, milho, cana e outros produtos do agronegócio (Miranda, 2012). Os vales fluviais dos rios Capãozinho, Mucugezinho, Rio Preto e outros contribuintes do alto Paraguaçu passaram desde então a ter uma economia totalmente voltada para a agricultura irrigada. A região é marcada pela agricultura de irrigação por pivô, um sistema de irrigação de lavoura em que uma haste giratória se mantém com vários crivos molhando a plantação (Fig. 8A) com bombeamento de água a partir das barragens do Apertado e Capão Comprido, no Rio Paraguaçu e Capãozinho respectivamente. Nesta região a oeste da Chapada Diamantina os conflitos agrários crescem por conta da captação de água. Em uma análise temporal de vinte anos, imagens de satélite registram uma redução da massa d'água de corpos hídricos naturais, incluindo rios, lagos e nascentes, em 21% da área original. À jusante, o Rio Paraguaçu recebe os insumos agrícolas das áreas irrigadas o qual é carreado Rio abaixo.

**Conservação e perspectivas.** Considerando que muitas nascentes do Paraguaçu provêm destes aquíferos em pontos elevados da Serra do Sincorá e nos Campos Gerais, a busca de soluções sustentáveis para uso da água se faz necessária. A demanda por água ultrapassou a capacidade de suporte (CERB, 2020). A Barragem de Apertado atingiu o volume morto no fim de 2019, com menos de 3% do volume, e hoje, ela apresenta uma recuperação gradativa. A recuperação de Apertado é aguardada para dar suporte à atividade agrícola irrigada do Alto Paraguaçu, no agro polo de Mucugê-Ibicoara.

O modelo de agricultura irrigada é considerado como impulsionador do aumento de produtividade. Porém tal cálculo não contabiliza o represamento de nascentes que passam a drenar para grandes áreas barradas o que aumenta consideravelmente a quantidade de água evaporada, comprometendo o recurso hídrico em uma área naturalmente pobre em disponibilidade de água.

Na agricultura, a tendência à homogeneização das práticas produtivas, à simplificação e a artificialização extremada do meio natural acompanhou-se por impactos ambientais negativos, tais como, a degradação dos solos agrícolas e o comprometimento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos (Peneireiro, 1999). A natureza e a amplitude desses impactos derivam da lógica econômica fundada no imediatismo e na maximização dos resultados econômicos em curto prazo.

Não questionamos a produção agrícola na área, mas a forma como vem sendo conduzida. O desperdício de água pela aspersão (como no pivô central) se mostra insustentável para o futuro da agricultura na região (Coelho *et al.*, 2005). Uma agricultura irrigada sustentável necessita ser eficiente e econômica no uso da água, como acontece com as técnicas de micro-aspersão e gotejamento (Pinheiro, Fabre, 2004), que podem ser alternativas mais sustentáveis.

A adoção da prática da agricultura irrigada sustentável, como estabelece a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, na "conservação dos ecossistemas naturais e recomposição dos ecossistemas modificados, por meio de sistemas de produção agrícola e de extrativismo florestal baseados em recursos renováveis, com a adoção de métodos e práticas culturais, biológicas e mecânicas, que reduzam resíduos poluentes e a dependência de insumos externos para a produção" (Pasini, 2017; Peneireiro, 1999).

## 2. Rochosas

**Fauna aquática.** No trecho das sub-bacias rochosas do Rio Paraguaçu, compreendidas entre Mucugê e Andaraí, foram encontrados 35 pontos de amostragem e 154 lotes (Fig. 4 e Tabela 3).

Das nove sub-bacias contribuintes do Rio Paraguaçu neste trecho foram explorados do ponto de vista ictiológico, o do próprio Rio Paraguaçu (IPC=4.1/ILT=17.9) situado entre Mucugê e Andaraí, e ainda os rios Preto (IPC=1.5/ILT=2.3), Cumbuca (IPC=9.1/ILT=31.3), Paty (IPC=1.8/ILT=1.8), Piabas (IPC=5.0/ILT=32.3) e Baiano (IPC=3.3/ILT=11.7) (Tabela 3).

O trecho “Rochosas” do Paraguaçu, assim como os rios Cumbuca, Piabas e Baianos apresentaram um nível de amostragem, tanto em ponto de coletas, como em número de lotes satisfatórios em relação ao nível médio das sub-bacias do Alto Paraguaçu. As sub-bacias dos rios Preto e Paty mesmo com pontos de coletas suficientes apresentaram um baixo número de lotes e as demais não foram amostradas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Índices de amostragem no alto Rio Paraguaçu na subárea: Rochosas, com indicação da área de cada sub-bacia, pontos de coleta, quantidade de lotes. IPC- índice de pontos de coleta; ILT- índice de lotes.

Sub-bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	Pontos de coleta	Lotes	IPC= coletas/ 100Km <sup>2</sup>	Pontos de amostragem	ILT= lotes/ 100Km <sup>2</sup>	Número de lotes
<b>Rochosas (Alto Paraguaçu)</b>	861	35	154	4,1	Ótimo	17,9	Bom
Córrego Sertãozinho	22	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Rio Preto	130	2	3	1,5	Bom	2,3	Insuficiente
Rio Cumbuca	208	19	65	9,1	Ótimo	31,3	Ótimo
Córrego Fundo	38	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Rio Paty	111	2	2	1,8	Bom	1,8	Insuficiente
Rio Piabas	161	8	52	5,0	Ótimo	32,3	Ótimo
Córrego das Flores	2	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Rio Baiano	60	2	7	3,3	Ótimo	11,7	Bom

**Endemismo e fauna ameaçada.** O trecho Rochoso do Paraguaçu apresenta moderado endemismo nesta área. Das 22 espécies reconhecidas para o trecho das bacias rochosas no alto do Paraguaçu apenas uma, *Glaphyropoma spinosum*, é endêmica desta localidade. Mas muitas espécies são compartilhadas também com a sub-bacia do rio Santo Antônio, como piabas, cascudos, bagrinhos, que ocupam a imensa variedade de ambientes de água doce da região. Riachos de águas escuras e ácidas, cor de chá mate, são comuns no trecho rochoso, a exemplo do Rio Coisa Boa (Fig. 8F) em Igatu, distrito de Andaraí com águas de baixo pH (6.0-7.8). As sub-bacias rochosas são habitadas por *Astyanax brucutu*, *Astyanax hamatilis*, *Astyanax rupestris* (Fig. 9D), *Characidium clistenesi* (Fig. 9B), *Geophagus diamantinensis* (Fig. 9N), *Hyphessobrycon negodagua*, *Moenkhausia diamantina* (Fig. 9F), *Pterygoplichthys chrysostiktos* e ainda quatro espécies da subfamília Copionodontinae de Trichomycteridae, *Copionodon lianae*, *Copionodon orthiocarinatus* (Fig. 9I), *Copionodon pecten*, *Glaphyropoma rodriguesi* e *Glaphyropoma spinosum*. A gruna da Torras, em Igatu, Andaraí, é habitada por espécie troglomórfica, *G. spinosum* (Bichuette et al. 2008).

Nas sub-bacias rochosas não foram registradas espécies da fauna ameaçada (sensu lista vermelha nacional - MMA, 2018).

**Uso e ocupação do solo.** Enquanto as cabeceiras do Paraguaçu são ocupadas por grandes lavouras, as sub-bacias rochosas se encaixam entre as rochas sedimentares da serra do Sincorá, em grande parte no PNCD.

O garimpo foi o evento que mais marcou a região da Chapada Diamantina como um todo, deixando um legado ambiental problemático, ao longo de sua história, uma vez que o uso dado ao seu solo reestruturou a dinâmica hídrica regional. As áreas mais impactadas pelo garimpo foram as sub-bacias Rochosas, Santo Antônio e Una. Os rios fortemente explorados pelo garimpo no passado, apresentam ainda hoje cicatrizes, como blocos rolados, antigos barramentos e profundos poços. Minas com galerias

subterrâneas, com infiltração de águas usadas na lavra e das águas pluviais desmoronaram. Rios perenes foram transformados em rios temporários, implicando redução de disponibilidade hídrica e riscos de secamento, como já ocorreu em outras Chapadas no semi-árido nordestino. Não obstante os impactos mecânicos, ainda há os impactos de origem química provocados pelas atividades de mineração.

O legado da atividade garimpeira assoreou rios e descaracterizou paisagens. Há depoimentos que antes da atividade garimpeira, os rios possuíam alta energia e suas águas fluíam sobre a rocha fresca, com aspecto límpido, apresentando sistema de cachoeira nos seus fluxos. Para retornar as condições de qualidade das águas é desejável a recuperação da vegetação ciliar das nascentes e córregos, como forma de minorar o assoreamento. Se no passado a Chapada Diamantina teve sua pioneira ocupação em função da mineração de diamantes, nos dias de hoje, o relevo bastante acidentado, produzindo cenários incríveis atrai visitantes do mundo inteiro, encontrando-se o turismo de aventura em crescente expansão. Os principais impactos sobre a fauna aquática associados ao turismo desordenado incluem a pressão de visitação sobre corpos hídricos, falta de planejamento quanto ao esgotamento sanitário, conduzindo a uma poluição dos córregos por coliformes e proliferação de doenças como a esquistossomose. Os efeitos da poluição orgânica sobre a ictiofauna incluem a eutrofização dos corpos hídricos e mudança na composição das espécies localmente.

**Conservação e perspectivas.** O turismo histórico e ecológico aparece como uma importante fonte de arrecadação para municípios da Chapada Diamantina, como Lençóis, Palmeiras, Mucugê, Ibicoara, Itaetê, Andaraí. Mas para que a atividade funcione de forma sustentável é necessária a cooperação entre os diferentes atores sociais. A beleza dos córregos encachoeirados na encosta das montanhas, mesmo que remotos, como o Rio da Bomba (Fig. 8I), atraíram habitantes advindos de diversas partes da América do Sul, formando povoados, como a Vila do Bomba, a poucos quilômetros do Vale do Capão em Palmeiras.

O incremento da atividade turística precisa necessariamente vir acompanhado da melhora nas condições sanitárias, educação e melhora da qualidade de vida da população local (OMT, 2020). A participação da atividade turística de forma coesa passa ainda pela adoção do turismo de base comunitária, e seja qual for a natureza da atividade de visitação (histórica, aventura, ecológica e outros) a necessidade de interlocução com os atores locais é prioridade, pois a intenção é beneficiar a todos, com o menor impacto possível, possibilitando ao visitante uma experiência única dentro da cultura peculiar de cada localidade.

### 3. Santo Antônio

**Fauna aquática.** Para a sub-bacia do Santo Antônio foram avaliados 146 pontos de amostragem e 2 043 lotes (Fig. 4 e Tabela 4).

Das quinze sub-bacias contribuintes do Rio Santo Antônio (Fig. 5A) neste trecho foram explorados do ponto de vista ictiológico, o do próprio Rio Santo Antônio (IPC=1.5/ILT=21.6), e ainda seus rios formadores: Cochó (IPC=0.3/ILT=1.0) e Preto (IPC=5.6/ILT=19.2). Além destes foram consideradas as bacias contribuintes dos riachos das Almas (IPC=0.8/ILT=9.4), do Gado-Pratinha (IPC=0.1/ILT=13.8); do Mel (IPC=2.7/ILT=18.9), das Miúdas (IPC=1.5/ILT=13.2) e Mucugezinho (IPC=6.5/ILT=40.3) e dos rios Utinga (IPC=1.0/ILT=14.9), São José (IPC=14.8/ILT=206.3), Roncador (IPC=5.7/ILT=60.4) e Garapa (IPC=1.8/ILT=5.5) (Tabela 4).

A sub-bacia do Santo Antônio, assim como os rios Preto, Utinga, São José e Roncador e os riachos do Mel, das Miúdas e Mucugezinho apresentaram um nível de amostragem, tanto em ponto de coletas, como em número de lotes satisfatórios em relação ao nível médio das sub-bacias do Alto Paraguaçu. A sub-bacia do Rio Garapa mesmo

com pontos de coletas suficiente apresentou um baixo número de lotes. A sub-bacia do riacho do Gado possui um elevado número de lotes, todos concentrados no trecho do “Rio Pratinha” e nenhuma amostragem no restante das sub-bacia. As demais ou não foram amostradas, ou foram amostradas de forma ineficiente (Tabela 4).

Das 68 espécies do alto Paraguaçu, apenas quatro não estão presentes na sub-bacia do Santo Antônio: *Astyanax sincora*, *Geophagus obscurus*, *Glaphyropoma rodriguesi* e *Glaphyropoma spinosum*. Enquanto 19 espécies aparecem somente neste trecho do alto Paraguaçu: *Astronotus ocellatus*, *Astyanax brucutu*, *Astyanax lorienti*, *Callichthys callichthys*, *Cetopsorhamdia iheringii*, *Characidium deludens*, *Cichlasoma sanctifranciscense*, *Copionodon elysium*, *Corydoras garbei*, *Cyphocharax gilbert*, *Hyphessobrycon parvulus*, *Hoplosternum littorale*, *Ituglanis paraguassuensis*, *Kolpotocheirodon figueiredoi*, *Lepidocharax diamantina*, *Parotocinclus bahiensis*, *Prochilodus brevis*, *Pygocentrus piraya* e *Triportheus guentheri*.

Interessante destacar no Rio Santo Antônio a presença de *Geophagus obscurus*, uma espécie compartilhada em simpatria com *Geophagus diamantinensis*. Nos contrafortes da Chapada Diamantina as duas espécies podem ocorrer juntas no Santo Antônio mas não em sintopia. No trecho médio e baixo do Paraguaçu somente ocorre *Geophagus obscurus* (Araújo Argolo et al., 2020).

Entre as sub-bacias contribuintes do Rio Santo Antônio a mais bem estudada é a do Rio São José, que inclui o Rio Lençóis (Fig. 8J), seguida pela sub-bacia do Rio Utinga.

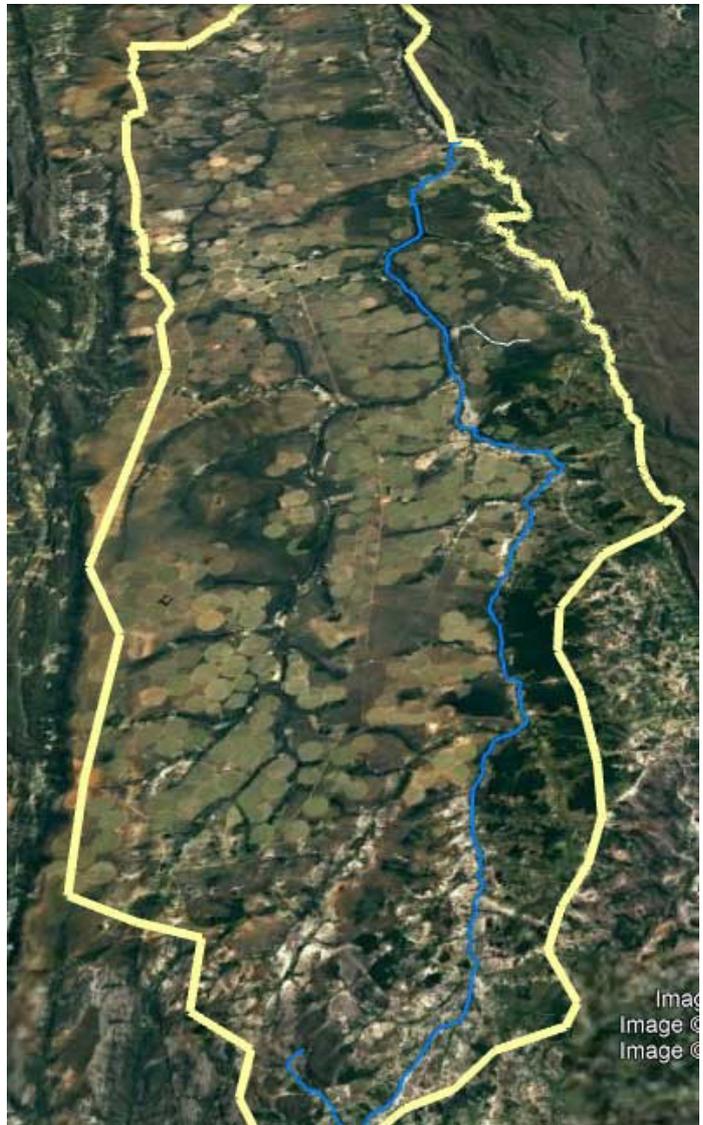
Por suas particularidades da paisagem, a sub-bacia do Rio Santo Antônio abriga uma opulenta diversidade de espécies. São bagres cegos, piabas coloridas, cascudos, corró, pariviva e diversos pequenos peixes que só ali existem, como *Astyanax lorien* (Fig. 9C) e *Parotocinclus adamanteus* (Fig. 9L) recentemente descritas para a região (Zanata et al., 2018; Pereira et al., 2019). São 64 espécies reconhecidas para a sub-bacia do Rio Santo Antônio, de longe a mais diversificada sub-bacia do Paraguaçu na Chapada Diamantina (Tabela 6), com espécies compartilhadas com o Rio São Francisco como *Pamphorichthys hollandii* (Fig. 9P). Cabe ressaltar que algumas sub-bacias do Rio Santo Antônio contam com uma fauna diferenciada das demais, como acontece com o Rio Utinga, habitado por peixes como *Parotocinclus bahiensis* (Fig. 9L) uma espécie compartilhada com o Rio Itapicuru, sistema hídrico mais ao norte.

**Tabela 4.** Índices de amostragem no alto Rio Paraguaçu na subárea: Rio Santo Antônio, com indicação da área de cada sub-bacia, pontos de coleta, quantidade de lotes. IPC- índice de pontos de coleta; ILT- índice de lotes. Asterisco(\*) assinala sumidouros.

Sub-bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	Pontos de coleta	Lotes	IPC = coletas /100Km <sup>2</sup>	Pontos de amostragem	ILT = lotes/ 100Km <sup>2</sup>	Número de lotes
<b>Rio Santo Antônio</b>	9.470	146	2.043	1,5	Bom	21,6	Ótimo
Rio Cochó	3.099	8	31	0,3	Insuficiente	1,0	Insuficiente
Rio Preto	390	22	75	5,6	Ótimo	19,2	Bom
Riacho das Almas*	128	1	12	0,8	Insuficiente	9,4	Insuficiente
Riacho Água de Rega*	474	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Riacho do Gado	792	1	109	0,1	Insuficiente	13,8	Bom
Riacho do Mel	37	1	7	2,7	Ótimo	18,9	Bom
Riacho São João	34	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Riacho das Miúdas	197	3	26	1,5	Bom	13,2	Bom
Riacho Mucugezinho	62	4	25	6,5	Ótimo	40,3	Ótimo
Córrego Morro Redondo	23	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Rio Utinga	2.888	30	431	1,0	Bom	14,9	Bom
Rio São José	270	40	557	14,8	Ótimo	206,3	Ótimo
Rio Finis	53	3	32	5,7	Ótimo	60,4	Ótimo
Rio Garapa	55	1	3	1,8	Bom	5,5	Insuficiente
Riacho Baixa do Jucu	353	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente

**Endemismo e fauna ameaçada.** A sub-bacia do Rio Santo Antônio abriga espécies endêmicas, como a peculiar piaba *Myxiops aphos*, com uma dentição diferenciada das demais piabas, e que habita águas rasas no poço Serrano (Fig. 8C). O Rio Santo Antônio é também o lar de espécies ameaçadas de extinção, como a piaba da Pratinha, *Kolpotocheirodon figueiredoi* (CR- Criticamente em Perigo- MMA, 2018: 128), somente encontrada nas águas transparentes da ressurgência da Pratinha. Outra espécie ameaçada que habita o Rio Santo Antônio é a piabinha *Lepidocharax diamantina* (EN - Em Perigo - MMA, 2018: 132), registrada para o Rio Santo Antônio em Palmeiras e para o Rio Utinga.

O emblemático bagre cego *Rhamdiopsis krugi* (VU- Vulnerável- MMA, 2018: 242- Fig. 7), originalmente reportado pelo guia turístico Luiz Krug, ocorre em cavernas calcárias da Chapada Diamantina (Mendes, 1995; 1998; Bockmann, Castro, 2010). O bagre cego da Chapada é conhecido para doze cavernas quartzíticas na bacia do Santo Antônio, a exemplo do sistema Poço Azul- Pratinha, e Rio Una (Bichuette *et al.*, 2008).



**Figura 6.** Imagem de satélite das cabeceiras do Paraguaçu (Rio Paraguaçu em azul), onde é possível observar a forte vocação agrícola em sua margem esquerda, nos campos gerais.



Figura 7. Bagre cego *Rhamdiopsis krugi* espécie vulnerável habitante de cavernas nos vales dos rios Santo Antônio e Una. Foto de Adriano Gambarini.

**Uso e ocupação do solo.** O Santo Antônio entrecorta a porção nordeste do PNCD, onde boa parte de seus contribuintes foram garimpados no passado.

O processo de garimpo vem destruindo fisicamente os aquíferos por esvaziamento das fraturas que os contem, especialmente nas sub-bacias Rochosas, do Santo Antônio e Una. A mineração removeu a vegetação, solos e coberturas sedimentares, e ao longo dos mais de 150 anos de execução da atividade, e a rocha impermeável foi exposta em toda a região (Santos et al., 2010). A exemplo do Rio Lapão (Fig. 8K) cujo solo carbonático era rico em diamantes, e contém em seu percurso túneis e escavações dos antigos garimpeiros que por ali passaram no século XIX.

Nos dias atuais, apesar da atividade mineradora ter cessado, a extração de areia impacta e assoreia os rios da bacia do alto Paraguaçu. Um dos rios mais vitimados pela mineração é o Rio São José (Fig. 8M), no trecho que entrecorta Lençóis. As mudanças sofridas amplificam períodos de seca e dificultam manutenção de ecossistemas que tendem ao secamento e a aridização.

Ao longo das margens do Marimbus as comunidades quilombolas do Remanso e Fazenda Velha vivem da agricultura e pesca. Tais águas guardam importância social e cultural para estas populações tradicionais. Uma das espécies bastante comuns nos alagados dos Marimbus do Remanso é o molé, *Trachelyopterus galeatus*, peixe de couro considerado afrodisíaco e apreciado na culinária ribeirinha.

Os efeitos deletérios do uso inadequado das águas para irrigação já comprometem a vida do Rio Utinga, que deságua na margem esquerda do Santo Antônio. O Rio nasce na comunidade de Cabeceira do Rio, na cidade de Utinga, e corta os municípios de Wagner, Lajedinho, Lençóis e Andaraí, até desaguar no Rio Santo Antônio, já no Pantanal do Marimbus. A excessiva captação de água no Rio Utinga ocorre na cabeceira do Rio, onde existem barragens e desvios para alimentar as lavouras do agronegócio, principalmente banana. A jusante, pequenos agricultores que tiram seu sustento de suas plantações necessitam que o Rio não diminua sua vazão. Segundo moradores, a falta de água no Rio já afeta o abastecimento humano dos municípios de Wagner, Lajedinho e algumas comunidades de Andaraí e Lençóis (Dourado, 2017). Este excessivo consumo está ligado a forma de produção agrícola usada, que já trouxe, e se repetida seguirá trazendo, grandes transtornos ao meio ambiente e a própria produção agrícola futura (Sarmiento-Soares *et al.*, 2018).

**Conservação e perspectivas.** Iraquara representa um dos mais significativos sítios espeleológicos do país, com mais de uma centena de cavernas (Auler, Farrant, 1996). No alto vale, cavernas abrigam espécies troglomórficas endêmicas, incluindo peixes e invertebrados. É preciso conservar a qualidade e quantidade das águas no Santo Antônio não só pela integridade das cavernas e rios subterrâneos, mas pelo pantanal do Marimbus.

Soluções passam pela agricultura sustentável no Rio Utinga, pelo turismo de baixo impacto nas cavernas e ainda pelo saneamento básico em toda a região.

A falta de saneamento e a crescente ocupação trazem as doenças parasitárias como uma preocupação recorrente. A esquistossomose é uma das mais negligenciadas e devastadoras doenças sócio econômicas e sua transmissão está ligada à precariedade de saneamento básico (Zanardi, 2018). Em comunidades e pontos turísticos ao longo do Rio Santo Antônio foi detectada a presença de caramujos contaminados. Dejetos são lançados na malha fluvial sem tratamento infestando as comunidades Rio abaixo, como a Cachoeira do Mosquito e o Marimbus do Remanso. Não por acaso, ambas as localidades situam-se no município de Lençóis, o mais povoado dos altiplanos. A solução para a esquistossomose passa por ações conjuntas de saneamento, educação e informação (Zanardi, 2018).

#### 4. Una

**Fauna aquática.** No trecho do Una, foram considerados 27 pontos de amostragem e 194 lotes. As quatro sub-bacias contribuintes do Rio Paraguaçu neste trecho (Fig. 6A) foram explorados do ponto de vista ictiológico. O próprio Rio Paraguaçu no trecho (IPC= 0.8/ILT=5.7), o riacho do Angu (IPC= 1.2/ILT=24.7) e o Rio de Una (IPC = 1.1/ ILT = 8.0).

Apenas o riacho do Angu apresentou um nível de amostragem, tanto em ponto de coletas, como em número de lotes satisfatórios em relação ao nível médio das sub-bacias do Alto Paraguaçu. A sub-bacia do Rio de Una mesmo com pontos de coletas suficiente apresentou um baixo número de lotes. As demais ou não foram amostradas (Tabela 5).

**Tabela 5.** Índices de amostragem no alto Rio Paraguaçu na subárea: Una, com indicação da área de cada sub-bacia, pontos de coleta, quantidade de lotes. IPC- índice de pontos de coleta; ILT- índice de lotes.

Sub-bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	Pontos de coleta	Lotes	IPC = coletas /100Km <sup>2</sup>	Pontos de amostragem	ILT = lotes/ 100Km <sup>2</sup>	Número de lotes
<b>Una</b>	3.404	27	194	0,8	Insuficiente	5,7	Insuficiente
Riacho do Angu	85	1	21	1,2	Bom	24,7	Ótimo
Riacho Boa Sorte	444	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Riacho de Pedra	513	0	0	0,0	Insuficiente	0,0	Insuficiente
Rio de Una	2.092	24	168	1,1	Bom	8,0	Insuficiente

Santos, Caramaschi (2011) apontam a sub-bacia do Rio Una como uma das mais diversificadas do ponto de vista ictiológico.

São 37 espécies reconhecidas para a sub-bacia do Rio de Una e Rio Paraguaçu neste trecho (Tabela 6), que inclui espécies de ambientes lóticos como *Apareiodon itapicuruensis*, *Aspidoras psammaticides*, *Hypostomus jaguar* (Fig. 8J), *Pareiorhaphis lophia* (Fig. 8J), *Pterygoplichthys chrysostiktos*, *Trichomycterus tete*, bem como lênticos tais como *Geophagus diamantinensis*, *Hyphessobrycon negodagua*, (Fig. 8O) e outros peixes. Há lacunas ao conhecimento ictiológico com espécies potencialmente novas, como *Aspidoras* sp. n. (Camelier, Zanata, 2014).

**Tabela 6.** Espécies do alto Rio Paraguaçu na Chapada Diamantina por trecho.

Ordem (5)	Família (16)	Espécie (68)	Autor	Cabeceira	Rochosa	Santo			Figura	
						Antônio	Una			
Characiformes	Parodontidae	<i>Apareiodon itapicuruis</i>	Eigenmann & Henn, 1916	0	0	42	11			
		<i>Cyphocharax gilbert</i>	(Quoy & Gaimard, 1824)	0	0	194	0			
	Curimatidae	<i>Steindachnerina elegans</i>	(Steindachner, 1874)	0	0	849	23			
		<i>Prochilodus brevis</i>	Steindachner, 1874	0	0	145	0			
	Anostomidae	<i>Leporinus bahiensis</i>	Steindachner, 1875	0	1	253	14	3A		
	Chenuchidae	<i>Characidium bahiense</i>	Almeida, 1975	0	0	84	12			
		<i>Characidium deludens</i>	Zanata & Camelier, 2015	0	0	596	0			
	Characidae	<i>Characidium clistenesi</i>	Melo & Espíndola, 2016	0	11	1041	61			
			<i>Astyanax brucutu</i>	Zanata, Lima, Dario & Gerhard, 2017	0	0	494	0		
		<i>Astyanax hamatilis</i>	Camelier & Zanata, 2014	247	423	5719	1334			
		<i>Astyanax lorien</i>	Zanata, Burger & Camelier 2018	0	0	20815	0	3C		
		<i>Astyanax rupestris</i>	Zanata, Burger & Camelier 2018	0	856	170	0	3D		
		<i>Astyanax sincora</i>	Burger, Carvalho & Zanata, 2019	495	0	0	0			
		<i>Astyanax</i> sp. aff. <i>A. fasciatus</i>		0	0	1726	626			
		<i>Astyanax</i> sp. aff. <i>A. lacustris</i> C		523	5	683	188	3E		
		<i>Hemigrammus marginatus</i>	Ellis, 1911	0	0	1272	277			
		<i>Hyphessobrycon negodagua</i>	Lima & Gerhard, 2001	0	22	1276	48			
	<i>Hyphessobrycon parvillus</i>	Ellis, 1911	0	0	50	0				
	<i>Kolpotocheiroidon figueiredoi</i>	Malabarba, Lima & Weitzman, 2004	0	0	280	0				
	<i>Lepidocharax diamantina</i>	Ferreira, Menezes & Quagio-Grassioto, 2011	0	0	96	0				
	<i>Moenkhausia diamantina</i>	Benine, Castro & Santos, 2007	0	5	1011	73	3F			
	<i>Myxiops aphos</i>	Zanata & Akama, 2004	0	93	222	0				
	<i>Phenacogaster franciscoensis</i>	Eigenmann, 1911	0	0	329	19				
	<i>Piabina argentea</i>	Reinhardt, 1867	0	0	1064	22				
	<i>Pygocentrus piraya</i>	(Cuvier, 1819)	0	0	1	0				
	<i>Serrapinnus heterodon</i>	(Eigenmann, 1915)	1	0	1833	110	3G			
	<i>Serrapinnus piaba</i>	(Lütken, 1875)	1	0	659	9				
	<i>Serrasalmus brandti</i>	(Lütken, 1875)	0	3	159	24				
	<i>Tetragonopterus chalceus</i>	Spix & Agassiz, 1829	0	5	345	69	3H			
	<i>Triportheus guentheri</i>	(Garman, 1890)	0	0	4	0	3I			
	Acestrorhynchidae	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	(Bloch, 1974)	0	0	69	2			
	Erythrinidae	<i>Hoplerethrinus unitaeniatus</i>	(Agassiz, 1829)	46	17	134	4	3J		
		<i>Hoplias brasiliensis</i>	(Spix, in Spix & Agassiz, 1829)	59	1	100	37			
		<i>Hoplias malabaricus</i>	(Bloch, 1794)	0	3	301	0	3K		
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Copionodon elysium</i>	de Pinna, Burger & Zanata 2018	0	0	122	0			
		<i>Copionodon lianae</i>	Campanario & de Pinna, 2000	0	24	539	0	3L		
	<i>Copionodon orthiocarinatus</i>	de Pinna, 1992	0	994	6	0				
	<i>Copionodon pecten</i>	de Pinna, 1992	0	678	782	0				
	<i>Glaphyropoma rodriguesi</i>	de Pinna, 1992	0	18	0	1				
	<i>Glaphyropoma spinosum</i>	Bichuette, de Pinna & Trajano, 2008	0	18	0	0				
	<i>Ituglanis paraguassuensis</i>	Campos-Paiva & Costa, 2007	0	0	102	0				
	<i>Trichomycterus tete</i>	Barbosa & Costa, 2011	0	0	104	35				
	Callichthyidae	<i>Aspidoras</i> sp. 4 sensu Camelier & Zanata 2014		0	0	27	77			
		<i>Corydoras garbei</i>	Ihering, 1911	0	0	209	0			
<i>Hoplosternum littorale</i>		(Hancock, 1828)	0	0	4	0				
<i>Aspidoras psammatides</i>		Britto, Lima & Santos, 2005	0	0	599	9				
<i>Callichthys callichthys</i>		(Linnaeus, 1758)	0	0	11	0				
Loricaridae	<i>Parotocinclus adamanteus</i>	Pereira, Santos, de Pinna & Reis, 2019	0	0	99	55				
	<i>Parotocinclus bahiensis</i>	(Miranda Ribeiro, 1918)	0	0	654	0				
	<i>Hypostomus jaguar</i>	Zanata & Pitanga, 2016	0	1	116	67				
	<i>Pareiorhaphis lophia</i>	Pereira & Zanata, 2014	0	0	245	63				
	<i>Parotocinclus nandae</i>	Lehmann, Camelier & Zanata 2020	110	0	49	0				
Heptapteridae	<i>Pterygoplichthys chrysostiktos</i>	(Birindelli, Zanata & Lima, 2007)	0	0	13	9				
	<i>Cetopsorhamdia iheringii</i>	Schubart & Gomes, 1959	0	0	8	0				
	<i>Phenacorhamdia tenebrosa</i>	(Schubart, 1964)	1	0	19	0				
	<i>Pimelodella itapicuruis</i>	Eigenmann, 1917	1	0	188	0				
	<i>Rhamdia quelen</i>	(Quoy & Gaimard in Freycinet, 1824)	63	4	75	6				
	<i>Rhamdiopsis krugi</i>	Bockmann & Castro, 2010	0	0	15	80				
Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus galeatus</i>	(Linnaeus, 1758)	0	0	100	2				
Gymnotiformes	Gymnotidae	<i>Gymnotus interruptus</i>	Rangel-Pereira, 2012	3	3	73	10			
		Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Pamphorichthys holandii</i>	(Henn, 1916)	0	0	723	2	
				<i>Poecilia reticulata</i>	Peters, 1859	198	0	713	0	
Cichliformes	Cichlidae	<i>Poecilia vivipara</i>	Bloch & Schneider, 1801	0	0	642	5			
		<i>Astronotus ocellatus</i>	(Agassiz, 1831)	0	0	5	0			
		<i>Cichla pinima</i>	(Kullander & Ferreira, 2006)	0	0	14	1			
		<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	Kullander, 1983	0	0	83	0			
		<i>Geophagus diamantinensis</i>	Mattos, Costa & Santos, 2015	0	76	1246	31			
<i>Geophagus obscurus</i>	(Castelnau, 1855)	0	0	0	42					
				<b>1.748</b>	<b>3.261</b>	<b>49.601</b>	<b>3.458</b>			

**Endemismo e Fauna ameaçada.** O Rio de Una abriga as populações mais bem estudadas do bagre cego da Chapada *Rhamdiopsis krugi*, na localidade do Poço Encantado, além de registros para a Lapa do Bode e gruta Natal (Bockmann, Castro 2010; Trajano 1997; Mendes 1998). O bagre cego adaptado ao meio cavernícola é uma espécie emblemática da Chapada Diamantina (Trajano, Bockmann, 1999; Karmann *et al.*, 2002; Santos, Sarmento-Soares, 2020).

O corró *Geophagus obscurus* é endêmico do Una, com ocorrência simpátrica, mas não sintópica, a *Geophagus diamantinensis*.



**Figura 8.** Localidades do alto Paraguaçu na Chapada Diamantina. **A.** riacho do Brejinho; **B.** Marimbus do Remanso; **C.** Poço Serrano; **D.** ressurgência da Pratinha; **E.** Rio do Meio; **F.** Rio Coisa Boa; **G.** Rio Cumbuca; **H.** Rio Paraguaçu na Toca do Morcego; **I.** Rio da Bomba; **J.** Rio Lençóis; **K.** Rio do Lapão; **L.** Rio Piabas; **M.** Rio São José; **N.** Poço Encantado.

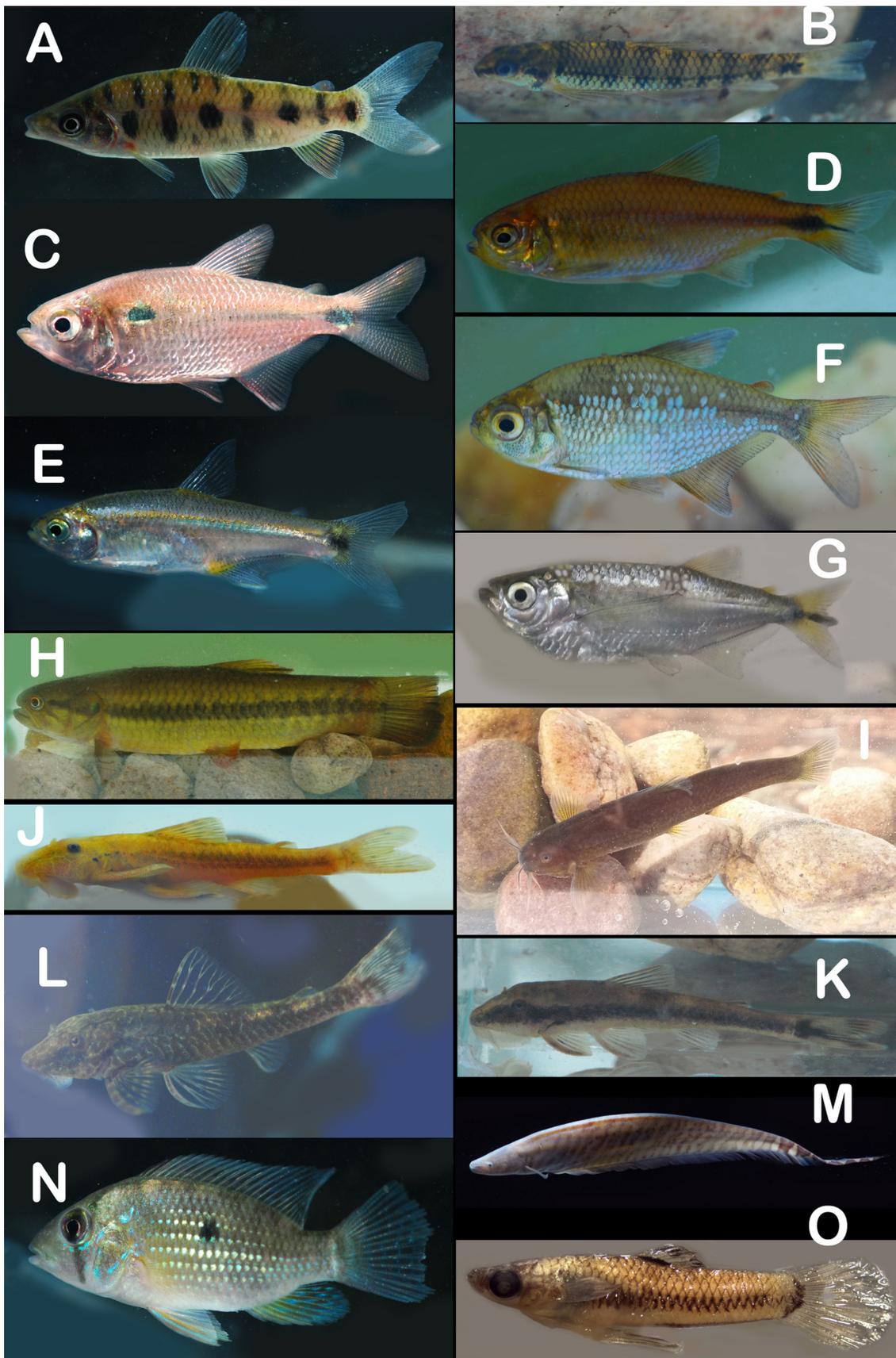


Figura 9. Espécies representativas no Rio Paraguaçu, Chapada Diamantina. **A.** *Leporinus bahiense*; **B.** *Characidium clistenesi*; **C.** *Astyanax lacustris*; **D.** *Astyanax lorién*; **E.** *Serrapinnus heterodon*; **F.** *Moenkhausia diamantina*; **G.** *Triportheus guentheri*; **H.** *Hoplerythrinus unitaeniatus*; **I.** *Copionodon orthiocarinatus*; **J.** *Pareiorhaphis lophia*; **K.** *Parotocinclus nandae*; **L.** *Parotocinclus bahiensis*; **M.** *Gymnotus interruptus*; **N.** *Geophagus diamantinensis*; **O.** *Pamphorichthys hollandii*.

**Uso e ocupação do solo.** O uso do solo se faz por pastagens de gado e roças de subsistência, como milho, mamona, mandioca e frutas (Pereira, 1998). Sucessivos desmatamentos da cobertura vegetal original resultaram em acelerada erosão do solo e assoreamento dos rios em uma região peculiar, com regime de chuvas intensas sazonais. Na estação chuvosa parte do solo exposto pode infiltrar para as cavidades subterrâneas, podendo ocasionar entupimentos ao longo das fissuras abertas na rocha pela carstificação (Pereira, 1998).

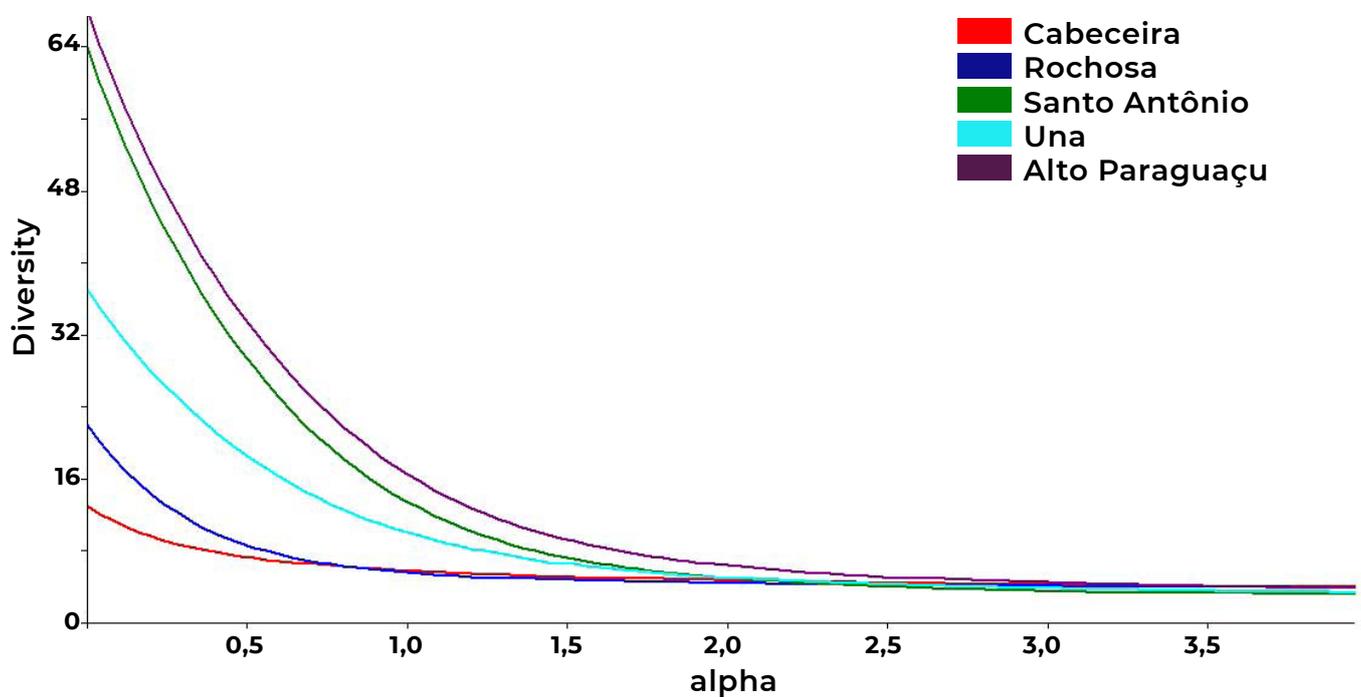
Os aquíferos se conectam no subsolo e a recarga hídrica é dependente do Rio principal (Karmann *et al.*, 2002). A exploração desordenada das águas subterrâneas, com excessiva perfuração de poços artesianos cavados pode levar a uma progressiva redução do nível da água nos aquíferos (MMA, 2018). O uso sustentável do recurso hídrico é fundamental para manutenção dos aquíferos. Ao secar a água de um Rio subterrâneo há risco de desmoronamento da caverna. Por isso se faz necessária especial atenção a captação de água a montante do Rio de Una.

O pisoteio de gado em terreno cárstico pode também causar problemas as cavidades naturais sob a superfície. Na Lapa do Bode, parte da caverna tem sofrido processo de desmoronamento pelo abalo mecânico do deslocamento dos animais (MMA, 2018).

**Diversidade da ictiofauna no alto Rio Paraguaçu.** A Tabela 7 apresenta os valores de diversidade calculados para cada um dos quatro trechos do alto Paraguaçu. Apesar dos dados provenientes de coleções não terem sido obtidos de amostragens padronizadas estes valores fornecem uma estimativa da ictiofauna em cada trecho. No total foram avaliados 2 320 lotes com 58 068 exemplares. Foram identificadas 68 espécies de 16 famílias e cinco ordens. O Santo Antônio apresentou a maior riqueza com 64 espécies seguido por Una com 37. O índice  $Chao1$  indica uma possibilidade de aumento do número de espécies do trecho Cabeceiras (13 versus 19) e Rochosas (22 versus 25). Os índices de dominância relativamente baixo em todos os trechos indica uma boa distribuição das espécies.

**Tabela 7.** Valores de diversidade de espécies. Cálculos efetuados pelo programa PAST

Índices/Trechos	Cabeceiras	Rochosas	Santo Antônio	Una	Alto Paraguaçu
Taxa_S	13	22	64	37	68
Individuals	1748	3261	49601	3458	58068
Dominance_D	0,2096	0,2234	0,1978	0,196	0,1554
Simpson_I-D	0,7904	0,7766	0,8022	0,804	0,8446
Shannon_H	1,773	1,732	2,602	2,313	2,807
Evenness_e <sup>H/S</sup>	0,4532	0,257	0,2108	0,2732	0,2436
Brillouin	1,757	1,718	2,598	2,288	2,803
Menhinick	0,3109	0,3853	0,2874	0,6292	0,2822
Margalef	1,607	2,596	5,827	4,418	6,108
Equitability_J	0,6914	0,5605	0,6256	0,6407	0,6654
Fisher_alpha	1,905	3,172	7,247	5,786	7,606
Berger-Parker	0,2992	0,3048	0,4196	0,3858	0,3585
Chao-1	19	25	64	37,25	68



*Figura 10.* Perfil de diversidade. O cruzamento das curvas indica que a diversidade apresenta resultados diversos quando considerados diferentes índices de diversidade.

**Conservação e perspectivas.** A principal estratégia é a proteção do habitat do bagre ceigo *Rhamdiopsis krugi*, espécie peculiar unicamente encontrada no lençol freático aflorando em cavernas da Chapada Diamantina. Esse peixe possui um alto grau de especialização à vida cavernícola, distribuição geográfica restrita e populações pequenas, necessitando assim um equilíbrio do habitat para sua sobrevivência (MMA, 2018). A manutenção de suas populações se faz através da integridade e qualidade do local de ocorrência. Assim para manter o nível de recarga do aquífero, evitando o rebaixamento do lençol, o uso e ocupação do solo na região devem ser repensados. Para cessar o desmatamento na região e evitar o aporte de defensivos agrícolas e poluentes se faz necessária a adoção de técnicas agrícolas ambientalmente amigáveis, como a agricultura sintrópica. Processos de vida trabalham a favor na sintropia, com produção de alimento dentro da natureza em consonância com a floresta circundante (Pasini, 2017). Estimular a adoção de atividades de silvicultura nos territórios sobre as áreas cársticas como opção de trabalho e renda ao agricultor, e cuidar da remoção de rebanhos de bovinos no entorno das cavidades naturais, evitando assim desmoronamentos. São estas algumas alternativas necessárias à manutenção da qualidade das águas no vale de Una.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais ameaças aos rios na Chapada Diamantina no século XXI correspondem à herança da mineração de diamantes, que modificou rios e vales, a expansão urbana desordenada, as atividades agrícolas com intensa irrigação de cultivo e o turismo de aventura em crescente expansão. A Chapada Diamantina figura no Mapa dos sítios da Aliança Brasileira para Extinção Zero- sítio 33 (Mapa BAZE, 2018), apresentado na 14ª Conferência das Partes da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) para cumprimento da meta 12 de Aichi - *Em 2020, a extinção de espécies em extinção conhecidas deve estar prevenida e sua situação de conservação, particularmente para aquelas de maior declínio, melhorada e sustentada* (MMA, 2019). A região requer especial atenção no que tange a conservação das espécies e seus ambientes, dada a sua fragilidade.

Os inventários já realizados mostram um importante conjunto de espécies, 38% endêmicas e 7% ameaçadas de extinção, e sobre as quais há ainda lacunas de conhecimento. Duas questões de extrema importância surgem para a preservação destas espécies: Melhor conhecimento de seu modo de vida e torná-las mais bem conhecidas pela população de uma forma geral. Conservamos o que amamos, o que nos é precioso. Se o conhecimento local sobre a biota aquática está apenas nos trabalhos acadêmicos, esta permanece desconhecida da população local. Caracterizar os ambientes e popularizar as espécies de peixes que habitam o Paraguaçu contribuirá para a conservação da rica biodiversidade aquática da Chapada Diamantina, em uma região onde o apelo turístico é muito forte, e o risco de degradação dos corpos hídricos é eminente. Para esta finalidade estamos trabalhando em um livro sobre os peixes da Chapada Diamantina em linguagem leve, mas sem deixar de lado o rigor científico, para que possa ser uma referência, não apenas para estudantes e pesquisadores, mas também para a população em geral, incluindo os visitantes do Parque e seus condutores.

## AGRADECIMENTOS

A equipe do laboratório de ictiologia da UEFS pelo apoio e logística. Ao Museu de Zoologia da UEFS - MZFS pela parceria. À Adriana Takako, Jonas Andrade, Marconi P. Sena e aos alunos da pós-graduação pela ajuda com as atividades de campo e laboratório. Ao pescador Churi pelos depoimentos sobre peixes no Marimbus do Remanso. A Adriano Gambarini pela imagem do bagre *Rhamdiopsis krugi* e do Poço Encantado. Nossos agradecimentos aos revisores anônimos pelas sugestões. Ao ICMBio pela licença para atividades de campo. A população das cidades e vilas da Chapada Diamantina pela hospitalidade.

REFERÊNCIAS

- Abell R, Thieme ML, Revenga C, Bryer M, Kottelat M, Bogutskaya N, Coad B, Mandrak N, Balderas SC, Bussing W, Stiassny MLJ, Skelton P, Allen GR, Unmack P, Naseka A, Ng R, Sindorf N, Robertson J, Armijo E, Higgins JV, Heibel JJ, Wikramanayake E, Olson D, López HL, Reis RE, Lundberg JG, Sabaj-Pérez MH, Petry P. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience* 2008; 58: 403–14.
- Argolo LA, López-Fernández H, Batalha-Filho H, Mello Affonso, PRA. Unraveling the systematics and evolution of the ‘*Geophagus*’ *brasiliensis* (Cichliformes: Cichlidae) species complex, *Mol Phylogenetics Evol.* 2020; doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106855>
- Auler A, Farrant AR. A brief introduction to karst and caves in Brazil. *Proc. Univ. Bristol Spelaecol. Soc.* 1996; 20: 187–200.
- Benine RC, Castro RMC, Santos ACA. A new *Moenkhausia* Eigenmann, 1903 (Ostariophysi: Characiformes) from Chapada Diamantina, Rio Paraguaçu Basin, Bahia, Northeastern Brazil. *Neotrop Ichthyol.* 2007; 5(3): 259–262. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252007000300004>
- Bichuette ME, Trajano E. A new cave species of *Rhamdia* (Siluriformes: Heptapteridae) from Serra do Ramalho, northeastern Brazil, with notes on ecology and behavior. *Neotrop Ichthyol.* 2005; 3(4): 587–595. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252005000400016>
- Bichuette ME, de Pinna MCC, Trajano E. A new species of *Glaphyropoma*: the first subterranean copionodontine catfish and the first occurrence of opercular odontodes in the subfamily (Siluriformes: Trichomycteridae). *Neotrop Ichthyol.* 2008; 6: 301–06.
- Bockmann FA, Castro RMC. The blind catfish from the caves of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil (Siluriformes: Heptapteridae): description, anatomy, phylogenetic relationships, natural history, and biogeography. *Neotrop. Ichthyol.* 2011; 8: 673–706.
- Birindelli JLO, Zanata AM, Lima FCT. *Hypostomus chrysostiktos*, a new species of armored catfish (Siluriformes: Loricariidae) from Rio Paraguaçu, Bahia State, Brazil. *Neotrop Ichthyol.* 2007; 5(3), 271–278. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252007000300006>
- Britto MR, Lima FCT, Santos ACA. A new *Aspidoras* (Siluriformes: Callichthyidae) from Rio Paraguaçu basin, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Neotrop Ichthyol.* 2005; 3(4), 473–479. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252005000400004>
- Burger R, Carvalho FR, Zanata AM. A new species of *Astyanax* Baird Girard (Characiformes: Characidae) from western Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Zootaxa*, 2019; 4604, 2, 369–380, doi: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4604.2.9>.
- Campanario CM, de Pinna MCC. A new species of the primitive trichomycterid subfamily Copionodontinae from northeastern Brazil (Teleostei: Trichomycteridae). *Ichthyol Explor Freshwat.* 2000; 11(4): 369–375.
- CEPTA- Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Peixes e Eglas Ameaçados de Extinção. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2019. Portaria MMA No-370, de 1 de agosto de 2019.
- Coelho EF, Coelho Filho MA, de Oliveira SL. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. *Bahia Agrícola.* 2005; 7: 1–10.
- CERB- Companhia de engenharia hídrica e de saneamento da Bahia 2020. Monitoramento dos reservatórios. Disponível em: [http://www.cerb.ba.gov.br/sites/www.cerb.ba.gov.br/files/atividades/Boletim%20de%20Barragens%20Cerb\\_8.pdf](http://www.cerb.ba.gov.br/sites/www.cerb.ba.gov.br/files/atividades/Boletim%20de%20Barragens%20Cerb_8.pdf) acesso 23 nov 2020.
- CPRM- Centro de Pesquisa em Recursos Minerais. 2003. Projeto Chapada Diamantina. Parque Nacional da Chapada Diamantina – BA. Informações Básicas para a Gestão Territorial. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Serviço Geológico do Brasil. Salvador.

- CRIA- Centro de referência em Informação Ambiental. Species link. 2020.
- de Pinna MCC. A new subfamily of Trichomycteridae (Teleostei, Siluriformes), lower loricarioid relationships and a discussion on the impact of additional taxa for phylogenetic analysis. *Zool J Linn Soc* 1992; 106 (3): 175-229.
- de Pinna M, Burger R, Zanata AM. A new species of Copionodon lacking a free orbital rim (Siluriformes: Trichomycteridae). *Neotrop Ichthyol.* 2018; 16(2): e170146. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170146>
- Dourado C. Os territórios camponeses na bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu, na Bahia-Brasil e as ameaças pela política agronegócio. *Diálogos.* 2017; 212: 1– 22. Disponível em: [http://ipdrs.org/images/dialogos/archivos/Dialogos\\_212.pdf](http://ipdrs.org/images/dialogos/archivos/Dialogos_212.pdf)
- Ferreira KM, Menezes NA, Quaggio-Grassiotto I. A new genus and two new species of Stevardiinae (Characiformes: Characidae) with a hypothesis on their relationships based on morphological and histological data. *Neotrop Ichthyol.* 2011; 9(2), 281-298. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252011000200005>
- Ferreira JO. GPS TrackMakerPRO Version 4.9.603 GeoStudio Technology. 2012.
- Fricke R, Eschmeyer WN, Van der Laan R. (eds). Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- Vita G, Camelier P, Zanata AM. Ichthyofauna of the remarkably crystalline Rio Pratinha, upper Rio Paraguaçu basin, Chapada Diamantina, Brazil: inventory and conservation status. *Stud Neotrop Fauna E.* 2020; DOI: 10.1080/01650521.2020.1758601
- Harley R, Giulietti AM, Grllt AS, Silva TRS, Funch LS, Func, RR, Queiroz LP, França F, Melo E, Gonçalves CN, Nascimento FHF. Cerrado. In: Junca FA, Funch LS, Rocha W. (Orgs.). 2005. Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Série Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, p:121-152.
- Juncá FA, Funch LS, Rocha W. (Orgs). Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- Karmann I, Fraga R, Mendes LF. Poço Encantado, Chapada Diamantina (Itaeté), BA. Caverna com lago subterrâneo de rara beleza e importância científica. In: Schobbenhaus C, Campos DA, Winge M, Berbert-Born M (Eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral; 2002. pp. 491-501.
- Lehmann AP, Camelier P, Zanata A. *Parotocinclus nandae*, a new distinctive colored catfish (Loricariidae: Hypoptopomatinae) from the upper Rio Paraguaçu, Bahia State, northeastern Brazil. *PLoS ONE* 2020; 15(7): e0236690. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236690>
- Lima FCT, Gerhard P. A new *Hyphessobrycon* (Characiformes: Characidae) from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil, with notes on its natural history. *Ichthyol Explor Freshwaters* 2001; 12(2): 105-114.
- Mapa BAZE- Brazilian Alliance for Zero Extinction. 2018. Disponível em: [https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/mapa\\_base\\_pro\\_especies\\_2018\\_port\\_versao\\_digital.pdf](https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/mapa_base_pro_especies_2018_port_versao_digital.pdf) acesso 24 nov 2020.
- Melo MRS, Espíndola VC. Description of a new species of *Characidium Reinhardt*, 1867 (Characiformes: Crenuchidae) from the Chapada Diamantina, Bahia, and redescription of *Characidium bimaculatum* Fowler, 1941. *Zootaxa*, 2016; 4196 (4): 552–568, doi: 10.11646/zootaxa.4196.4.5.
- Malabarba LR, Lima FCT, Weitzman SH. A new species of *Kolpotocheirodon* (Teleostei: Characidae: Cheirodontinae: Compsurini) from Bahia, northeastern Brazil, with a new diagnosis of the genus. *Proc Biol Soc Wash* 2004; 117(3):317-329
- Mendes LF. Observations on the ecology and behaviour of a new species of a troglobitic catfish from Northeastern Brazil. *Mémoire. Biospéol.*, 1995; 22: 99-101.
- Mendes LF. A caverna Poço Encantado e seus habitantes bagres cegos. P. 26. In: Rubbioli, E. L. Mergulho no sertão baiano. Projeto Hidro-Carste. *O Carste*, 1998; 10(1): 20-27.
- Miranda RM. Para onde vai a microbacia do Rio Capãozinho? Questão agrária na expansão do Pólo Agrícola Mucugê – Ibicoara. Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia. Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2012.

- MMA- Ministério do Meio Ambiente. Plano de Manejo para o Parque Nacional da Chapada Diamantina. ICMBio. Brasília. 2007, 506 p.
- MMA- Ministério do Meio Ambiente. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, v. VI Peixes. Brasília. 2018; 1217 p.
- MMA- Ministério do Meio Ambiente. COP-14: Últimos refúgios de espécies ameaçadas no Brasil. ICMBio. Brasília. 2019. Disponível em: <http://mma.gov.br/component/k2/item/15261-cop-14-minist%C3%A9rio-mapeia-%C3%BAltimos-ref%C3%BAgios-de-esp%C3%A9cies-amea%C3%A7adas.html> [acesso em 27 nov 2018].
- MMA- Ministério do Meio Ambiente, ICMBio- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portaria No- 370, de 1 de agosto de 2019 de aprovação do Plano de Ação Nacional para a Conservação de Espécies de Peixes e Eglas Ameaçados de Extinção da Mata Atlântica - PAN Peixes e Eglas da Mata Atlântica. Ministério do Meio Ambiente, Brasília; 2019. [citado 2019 ago 1]. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-370-de-1-de-agosto-de-2019-209274364> acesso 13 jul 2020
- Oyakawa OT, Mattox GMT. Revision of the Neotropical trahiras of the *Hoplias lacerdae* species-group (Ostariophysi: Characiformes: Erythrinidae) with descriptions of two new species. *Neotrop Ichthyol.* 2009; 7(2), 117-140. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000200001>
- Pasini FS. A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável. [Dissertação de Mestrado]. Macaé: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós graduação em Ciências Ambientais e Conservação; 2017. Disponível em: [http://ppgciac.macaue.ufrj.br/images/Disserta%C3%A7%C3%B5es/FELIPE\\_DOS\\_SANTOS\\_PASINI\\_ok.pdf](http://ppgciac.macaue.ufrj.br/images/Disserta%C3%A7%C3%B5es/FELIPE_DOS_SANTOS_PASINI_ok.pdf)
- Peneireiro FM. Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso. [Dissertação Mestrado]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 1999. Disponível em: [http://lerf.eco.br/img/publicacoes/1999\\_11%20Sistemas%20agroflorestais%20dirigidos%20pela%20sucess%C3%A3o%20natural%20um%20estudo%20de%20caso.pdf](http://lerf.eco.br/img/publicacoes/1999_11%20Sistemas%20agroflorestais%20dirigidos%20pela%20sucess%C3%A3o%20natural%20um%20estudo%20de%20caso.pdf)
- Pereira RGFA. 1998. Caracterização Geomorfológica e Geoespeleológica do Carste da Bacia do Rio Una, Borda Leste da Chapada Diamantina (Município de Itaetê, Estado da Bahia). [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1998.
- Pereira EHL, Zanata AM. A new species of the armored catfish genus *Pareiorhaphis* Miranda Ribeiro (Siluriformes: Loricariidae) from the Rio Paraguaçu, Bahia State, northeastern Brazil. *Neotrop Ichthyol.* 2014; 12(1): 35-42. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252014000100003>
- Pereira EHL, Santos ACA, de Pinna MCC, Reis RE. An Enigmatic New Loricariid (Actinopterygii: Siluriformes) from Relictual Upper Reaches of Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Copeia.* 2019; 107(4): 597. doi:10.1643/ci-19-244
- Pinheiro JCV, Fabre NA. Projeto Pingo D'água em Quixeramobim-CE: um exemplo de desenvolvimento local. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER, 2004; 42.
- Pitanga BR. *Parotocinclus* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Siluriformes, Loricariidae) da bacia do Rio Paraguaçu, Bahia, Brasil. Monografia apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia como exigência para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas, modalidade Zoologia: Organismos Aquáticos. 2012. Disponível em <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/12605/1/MONOGRRAFIA%20DEFINITIVA.pdf>. Acesso em 28/09/2020
- Rigueira DMG, Piovesan JC, Mariano-Neto E. Desafios para a restauração de ecossistemas no alto Paraguaçu in Semeando Águas no Paraguaçu. 2016; Edição 1. Capítulo 6. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/305888030\\_Desafios\\_para\\_a\\_restauracao\\_de\\_ecossistemas\\_no\\_alto\\_Paraguacu](https://www.researchgate.net/publication/305888030_Desafios_para_a_restauracao_de_ecossistemas_no_alto_Paraguacu). Acesso em 11/11/2020
- Santos ACA, Souza FB, Santos EP. Diet of an endangered Neotropical catfish (*Kalyptodoras bahiensis*) from the Paraguaçu River, Bahia, Brazil. *Stud Neotrop Fauna E.* 2020: 1-10.

- Santos ACA, Caramaschi EP. Composition and seasonal variation of the ichthyofauna from upper Rio Paraguaçu (Chapada Diamantina, Bahia, Brazil). *Neotrop Ichthyol.* 2011; 9: 153-160.
- Santos ACA, Sarmiento-Soares LM. 2020. Peixes da Chapada Diamantina: Diversidade e endemismo sob as águas. Disponível em: <http://www.guiachapadadiamantina.com.br/peixes-da-chapada-diamantina-diversidade-e-endemismo-sob-as-aguas/>
- Santos ACA. 2003. Caracterização da ictiofauna do alto Rio Paraguaçu, com ênfase nos rios Santo Antônio e São José (Chapada Diamantina, Bahia). - Rio de Janeiro: UFRJ/ Museu Nacional, 215p.
- Santos ACA, Caiola N. Environmental typology of rivers from the Brazilian semiarid as a first step for the application of the index of biotic integrity: The case of the Chapada Diamantina. *River Res Applic.* 2020;1-9.
- Santos LTSO, Vasconcelos MP, Rodrigues DP, Nolasco MC, Jesus TB. Conseqüências da atividade garimpeira de diamante na Bacia do Rio Coisa Boa, vila de Igatu - Andaraí – BA. *Rev. Biol. Ciênc. Terra* 2010; 10: 1-11.
- Santos RA. Hidrogeoquímica das águas subterrâneas do município de Iraquara, Bahia. Dissertação de Mestrado não publicada, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 2011; 118p.
- Sarmiento-Soares LM, Santos ACA, Martins-Pinheiro RF, Martins SF, Takako AK. The paradox of irrigation efficiency: Brazilian Caatinga's fish fauna threatened by crop irrigation. 2018. *E-letters Science* 2018; 361: 6404, 748-750.
- Sena MP. Caracterização da ictiofauna de dois Marimbus da Chapada Diamantina, Bahia. Dissertação de Mestrado em Zoologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, 65p. 2014.
- Trajano E, Bockmann FA. 1999. Evolution of ecology and behaviour in Brazilian heptapterine cave catfishes, based on cladistic analysis (Teleostei: Siluriformes). *Mem Biospeol.* 26: 123-129.
- Zanardi VS. Prevalência de infecção de *Biomphalaria glabrata* infectados por *Schistosoma mansoni* em coleções hídricas de Salvador, Bahia – Brasil. 2018; Dissertação de Mestrado, curso de pós graduação em patologia humana, Instituto Gonçalo Muniz, Fundação Oswaldo Cruz, Salvador, 78p. 2018.
- Zanata AM, Akama A. *Myxiops aphos*, new characid genus and species (Characiformes: Characidae) from the Rio Lençóis, Bahia, Brazil. *Neotrop Ichthyol.* 2004; 2(2): 45-54. <https://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252004000200001>
- Zanata AM, Burger R, Vita G, Camelier P. A new species of *Astyanax* (Characiformes: Characidae) from the Rio de Contas basin, Bahia, Brazil. *Neotrop Ichthyol.* 2019; 17(3), e190061. <https://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20190061>
- Zanata AM, Lima FC, Dario FD, Gerhard P. A new remarkable and Critically Endangered species of *Astyanax* Baird & Girard (Characiformes: Characidae) from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil, with a discussion on durophagy in the Characiformes. *Zootaxa.* 2017; 4232. doi: 10.11646/zootaxa.4232.4.2.
- Zanata AM, Burger, R., Camelier, P. Two new species of *Astyanax* Baird & Girard (Characiformes: Characidae) from the upper rio Paraguaçu basin, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Zootaxa* 2018; 4438 (3): 471-490. doi: 10.11646/zootaxa.4438.3.3
- Zanata AM, Primitivo C. Natural history of *Copionodon pecten*, an endemic trichomycterid catfish from Chapada Diamantina in northeastern Brazil, 2003; *J Nat Hist.*, 2013; 1-27. DOI: 10.1080/00222933.2013.809168
- Zanata AM, Sardeiro B, Zawadzki CH. A new dark-dotted species of *Hypostomus* Lacépède (Siluriformes: Loricariidae) from Rio Paraguaçu, Bahia State, Brazil. *Neotrop Ichthyol.* 2013; 11(2): 247-256. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252013000200002>

## ESTUDOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DE EMPREENDIMENTOS DE APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO SOBRE A ICTIOFAUNA E A ATIVIDADE PESQUEIRA

(Studies to assess impacts of hydroelectric projects on ichthyofauna and fishery)

**Daniel Vieira Crepaldi\*<sup>1</sup>**  
**Michel Lopes Machado\***  
**Sara Quízia Mota\***  
**Leo Caetano F. da Silva\***  
**Mônica Maria Vaz\*\***

<sup>1</sup>[daniel.crepaldi@ibama.gov.br](mailto:daniel.crepaldi@ibama.gov.br)

\*Analistas Ambientais do IBAMA

\*\*Analista Ambiental do ICMBio

### RESUMO

A necessidade de uma padronização na metodologia adotada no Licenciamento Ambiental, relacionada às pesquisas a serem efetuadas para a compilação do relatório do Estudo de Impacto Ambiental – EIA, exigido para emissão das Licenças Ambientais, é discutida, tratando principalmente dos recursos pesqueiros. Assim, é proposto um protocolo contendo várias metodologias para o estudo da ictiofauna e atividade pesqueira, abordando aspectos sobre as amostragens e estudos a serem efetuados sobre a biologia, população e comunidade, das espécies ícticas encontradas nas áreas de influência do empreendimento. A escolha das metodologias a serem utilizadas no Termo de Referência devem variar de acordo com a complexidade, duração e provável impacto de cada empreendimento.

Palavras-Chaves: Aproveitamentos Hidrelétricos, Monitoramento da Ictiofauna. Licenciamento Ambiental. Estudo de Impacto Ambiental - EIA.

**ABSTRACT**

The need for a standardized methodology for the Environmental Licensing, related to searches to be made for the compilation of the report of the Environmental Impact Assessment - EIA, required for issuance of Environmental Licenses, is discussed, dealing mainly with Fisheries Resources. Thus, we propose a protocol that defines various methodologies for the study of Ichthyofauna and Fisheries Resources, addressing aspects of samplings and studies to be conducted on the biology, population, and community of the fish species found in the areas of influence of the project. The choice of methodologies to be used in the Reference Term should be performed according to the complexity, duration and impact of each project.

Key Words: Hydroelectric Projects. Ichthyofauna Monitoring. Environmental Licensing. Environmental Impact Assessment - EIA.

**1. INTRODUÇÃO**

Reservatórios estão presentes em muitas bacias hidrográficas brasileiras, resultado da escolha feita pelos dirigentes do país para a geração de energia elétrica através da construção de grandes Usinas Hidrelétricas - UHE. As UHEs constam como um item importante na matriz energética no Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020 (disponível em: [http://www.epe.gov.br/PDEE/20120302\\_2.pdf](http://www.epe.gov.br/PDEE/20120302_2.pdf)). Além dos benefícios sociais e econômicos oriundos da construção e operação dessas obras para fins energéticos, inegáveis também são os impactos causados ao meio ambiente, sobretudo aos organismos aquáticos, à pesca e ainda, à cultura das populações que tradicionalmente habitam áreas próximas aos cursos d'água no Brasil.

Merece destaque o fato de que muito do conhecimento gerado e sistematizado no Brasil a respeito da ecologia de rios e áreas alagáveis, e também dos reservatórios artificiais, deve-se em grande parte à instituição de um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente, que é o Licenciamento Ambiental.

Entretanto, a falta de padronização de determinadas metodologias no âmbito dos estudos de avaliação de impactos de empreendimentos de aproveitamento hidroelétrico sobre os organismos aquáticos e sobre a pesca prejudicam o melhor entendimento dos processos derivados das grandes mudanças ambientais decorrentes dos barramentos, assim como a realização de prognósticos sobre obras futuras.

Nesse contexto, entende-se essencial que alguns procedimentos sejam minimamente padronizados na avaliação de impactos dos Aproveitamentos Hidroelétricos - AHE's, sobre os organismos aquáticos e a pesca, a fim de se permitir comparações espaciais e temporais, contribuindo com a geração de novos conhecimentos para subsidiar as decisões capazes de minimizar ou mitigar os impactos da melhor maneira possível.

O presente documento é composto pelos apontamentos científicos e metodologias referentes à avaliação dos impactos ambientais sobre a ictiofauna e a pesca. Embora sua aplicação seja focada em AHE's, as informações também poderão ser utilizadas em outras tipologias de empreendimentos que levam a impactos sobre a ictiofauna e a pesca. Tal base de dados deverá nortear os técnicos em busca de uma padronização das informações solicitadas aos empreendedores.

Os peixes representam uma parte importante de proteína animal para a alimentação da população humana, devido a quantidade de ômega 3 presente na sua constituição e o seu consumo vem crescendo, em detrimento das outras formas de consumo animal.

## 2. DESCRIÇÃO DAS METODOLOGIAS A SEREM ADOTADAS

### 2.1. AMOSTRAGEM

#### 2.1.1. Área

Os estudos relativos ao levantamento da ictiofauna e caracterização da pesca devem ser realizados na área de influência direta, indireta e regional, quando for o caso, do empreendimento. A área de estudo pode ser ampliada de acordo com o espaço vital (home range) das espécies presentes na região de influência do empreendimento.

#### 2.1.2. Ambientes

As coletas devem ser realizadas de modo a contemplar todos os habitats presentes no ambiente aquático, tais como: canais principal e secundários do rio, incluindo suas margens, áreas de inundação marginais (várzea, igapó, varjões, lagoas marginais, lagoas intermitentes), cachoeiras, corredeiras, remansos, praias, pedrais e ilhas; além dos tributários incluindo suas cabeceiras.

#### 2.1.3. Variações espacial e temporal

Os parâmetros biológicos e ecológicos das espécies da ictiofauna devem ser avaliados quanto à variabilidade espacial com um mínimo de três replicações, e temporal, por um período mínimo de treze meses consecutivos. O número de réplicas pode ser alterado em função do ambiente, conforme entendimento do órgão responsável pelo licenciamento.

No inventário, efetuar coletas mensais ou bimestrais, precedentes ao impacto do empreendimento, em dois anos (desejável) ou um ano (mínimo necessário). O inventário é o primeiro passo para uma correta

avaliação dos impactos de um futuro empreendimento, envolve coletas exploratórias, visando otimizar o registro de biodiversidade. A partir da varredura feita pelo inventário, estabelecem-se os requisitos mínimos para o monitoramento.

#### ■ 2.1.4. Petrechos de coleta

A coleta de ictiofauna deve ser realizada da forma mais abrangente possível, com a utilização dos mais diversos petrechos de pesca, de acordo com os ambientes, descritos a seguir:

##### 2.1.4.1. Riachos de pequeno porte (menos que 10m largura)

**Redes de cerco;**

**Puçás;**

**Peneiras;**

**Pesca elétrica:** No caso do uso da pesca elétrica, é dispensada a rede de cerco, puçá e peneiras.

O trecho mínimo a ser amostrado é de 150 metros, sendo recomendável a divisão em sessões de 50 metros. Os peixes coletados deverão ser armazenados separadamente de acordo com cada sessão, sendo os dados de riqueza e abundância também, apresentados separadamente. Os segmentos desses ambientes a serem amostrados devem ser bloqueados com redes de malha fina (5 mm entre nós opostos), e o esforço deve ser padronizado por meio da limitação de coletores e tempo de coleta em cada segmento. Todos os indivíduos devem ser identificados ao nível de espécies, e eventuais espécies de difícil identificação devem ser encaminhadas a especialistas.

## ■ 2.1.4.2. Rios de médio e grande porte (mais que 10m largura)

### ■ 2.1.4.2.1. Canal principal

Bateria de redes de espera com 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150 e 200 mm entre nós opostos e 20 a 30 m de comprimento. Espinhel de superfície e de fundo com 100 anzóis.

### ■ 2.1.4.2.2. Canais secundários

Bateria de redes de espera com 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 150 e 200 mm entre nós opostos, de 20 a 30 m de comprimento. Espinhel de superfície e de fundo com 100 anzóis.

### ■ 2.1.4.2.3. Canais secundários

Bateria de redes de espera com 7, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 150 e 200 mm entre nós opostos, de 15 ou 20 m de comprimento. Espinhel de superfície e de fundo com 100 anzóis.

## ■ 2.1.4.3. Reservatórios

### ■ 2.1.4.3.1. Zona litorânea

Bateria de redes de espera (malhadeiras) com 7, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 80, 100, 150 e 200 mm entre nós opostos, de 15 ou 20m de comprimento.

### ■ 2.1.4.3.2. Zona pelágica

Bateria de redes de espera (malhadeiras) com 7, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 80, 100, 150 e 200 mm entre nós opostos, de 15 ou 20m de comprimento. Deve ser utilizada uma bateria de redes de superfície e outra bateria de redes de fundo.

As redes devem ser expostas por 24 horas, com verificação a cada 8 horas.

■ **2.1.4.3.3. Zonas litorâneas dos remansos, praias, pedrais e ilhas**

Bateria de redes de espera (malhadeiras) com 7, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 80, 100, 150 e 200 mm entre nós opostos, de 20 a 30 m de comprimento.

Os resultados deverão ser expressos em peixes/m<sup>2</sup>/hora.

■ **2.1.4.4. Por grupos taxonômicos**

Nos ambientes aquáticos em que espécies de Loricarídeos apresentam importância para a pesca comercial ornamental, deve-se realizar amostragens por meio de pesca subaquática.

Nos ambientes aquáticos em que espécies do gênero *Cichla* apresentam importância para a pesca comercial ou amadora, deve-se realizar amostragens com uso de vara, anzol e iscas naturais ou artificiais, nas modalidades de arremesso ou corrico.

■ **2.1.4.5. Coletas não padronizadas**

Nas zonas litorâneas dos ambientes aquáticos, deve-se utilizar o método de arrasto com rede de malha de 2 mm.

Nas coletas para o inventário também se deve utilizar baterias de redes de emalhar de metragem conhecida (em geral 10 metros de comprimento e 1,5 de altura) e malhagem de 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 6,0, 7,0, 8,0 e 11,0 cm de distância entre nós adjacentes. Essas baterias de redes deverão ser instaladas por um tempo pré-estabelecido (24 ou 16 horas) e vistoriadas a cada 6 ou 8 horas para despesca. Em locais mais fundos deve-se instalar uma bateria de redes acrescida de boias

de isopor, para mantê-las junto à superfície visando à captura de espécies pelágicas.

Tanto o inventário quanto o monitoramento devem contemplar a captura de ovos e larvas (ler item 2.3.5). Esse procedimento deve ser feito para estabelecer os locais de desova das espécies e possíveis rotas migratórias.

## ■ 2.2. VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Apresentar os dados históricos de vazão. Caso dados secundários não existam efetuar as medidas necessárias.

A largura média do canal (m) deverá ser calculada a partir da média de 4 medidas equidistantes ao longo do trecho determinado. A profundidade média do canal (m) e profundidade máxima média (m) deverão ser calculadas a partir de 9 sondagens equidistantes em 4 transectos transversais ao longo do trecho. A velocidade da corrente (m/s) deverá ser determinada pela média entre três pontos dispostos no centro do canal, medida no meio da coluna d'água, utilizando um fluxímetro ou medindo-se o tempo de deslocamento de um objeto flutuante por uma distância conhecida. A vazão média (m<sup>3</sup>/s) deverá ser obtida relacionando-se velocidade média, largura e profundidade, pela fórmula: **Q = A . Vm** onde, Q = vazão; Vm = velocidade média da corrente; A = área transeccional média na secção transversal do curso de água. A área transeccional deverá ser calculada a partir da média da área de 4 transectos em cada trecho estudado, pela fórmula: onde, At = área do transecto dada pela somatória de  $[(Z_1+Z_2)/2].l + [(Z_2+Z_3)/2].l + \dots [(Z_n+Z_{n+1})/2].l$  onde, Zn = profundidade medida em cada segmento; l = largura de cada segmento (PPBio, 2005).

A qualidade da água deve ser estudada seguindo as diretrizes do Relatório Síntese do Grupo de Trabalho de Qualidade de Água – GT Água Data: 29/06/2012.

Devem ser coletadas as seguintes variáveis limnológicas nos mesmos pontos de amostragem definidos para a ictiofauna, incluindo sua variação temporal e com a mesma periodicidade:

- a. Temperatura da água;
- b. Transparência usando “Transparency Tube” (em ambientes lóticos ou disco de Secchi em ambientes lênticos)
- c. Oxigênio dissolvido;
- d. Condutividade elétrica;
- e. pH;
- f. Turbidez;
- g. Radiação fotossinteticamente ativa (PAR);
- h. Sólidos em suspensão (totais, orgânicos e inorgânicos);
- i. Clorofila-a;
- j. Fósforo total;
- k. Fósforo solúvel;
- l. Íon amônio;
- m. Íon nitrito; e
- n. Íon nitrato.

No caso de riachos, também avaliar o tipo e proporção de substratos disponíveis e a cobertura de vegetação ripária.

### ■ 2.3. ECOLOGIA DE POPULAÇÕES

Deve ser caracterizada a estrutura das populações das espécies mais importantes para a pesca comercial, amadora e ornamental, e das espécies dominantes (aquelas que perfazem 80 a 90% da abundância total em número). No

caso daquelas constantes nas listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção, deve ser feito um levantamento bibliográfico sobre a biologia da espécie, caso não seja possível a coleta dos dados sobre a dinâmica da população da espécie em questão.

Devem ser realizadas as seguintes análises:

- Relação peso-comprimento, incluindo teste de adequação a hipótese de crescimento isométrico ou alométrico (quando for possível analisar para sexos separados);
- Fator de condição relativo e alométrico (quando for possível analisar para sexos separados).

### ■ 2.3.1. Estimação dos parâmetros de crescimento - Método Indireto

- Determinação de classes etárias por meio de dados de Comprimento;
- Comportamento da estrutura das populações das diferentes espécies, durante coletas mensais em um período mínimo, definindo-se as classes etárias pelo comprimento, utilizando-se do programa FISAT II,- FAO - ICLARM Fish Stock Assessment Tools, disponível no site da FAO. Esta análise deverá considerar sexos separados, quando possível;
- Estimação dos parâmetros da equação de Von Bertalanffy;
- Estimação do modelo analítico de rendimento por recruta (Beverton, Holt, 1957) e biomassa por recruta;
- Estimação das taxas instantâneas de mortalidade natural, por pesca e total;
- Cálculos das taxas de desempenho do crescimento, longevidade e sobrevivência;
- Taxa de exploração.

### ■ 2.3.2. Estimação dos parâmetros de crescimento - Método Direto

- Determinação de classes etárias através da leitura de anéis de crescimento em partes duras, tais como otólitos, escamas ou esporões, dependendo da espécie em questão;
- Validação dos anéis de crescimento;
- Estimativa dos parâmetros da equação de crescimento pelos métodos de Ford-Walford (1946 ) e Beverton (1957);
- Utilizar o Retro-cálculo para estimar o comprimento das classes etárias dos exemplares quando mais jovens, mais difíceis de serem amostrados. Se obtiver dados de jovens no campo, compará-los com os indivíduos retrocalculados.
- Quando disponível, usar série histórica de dados e esforço de pesca e captura por unidade de esforço, para estimar a captura máxima sustentável, por meio de modelos de produção geral de Shaefer;
- Quando disponível, usar série histórica de dados de tamanho e peso, para a espécie no local estudado, para melhorar a entrada dos modelos estudados.
- Os modelos para estudo da dinâmica das populações de peixes devem ser selecionados de acordo com os dados disponíveis.

### ■ 2.3.3. Indicadores de pesca de Froese et al. (2004)

- Indicador 1: Porcentagem de peixes adultos presentes na captura. A meta para o manejo de pesca é garantir que 100% dos indivíduos abatidos sejam adultos.
- Indicador 2: Porcentagem de indivíduos com o comprimento entre  $\pm 10\%$  do comprimento ótimo (Lopt) na captura. A meta para o manejo de pesca é garantir que 100% dos indivíduos abatidos estejam compreendidos nesse intervalo.

- Indicador 3: Porcentagem de indivíduos com comprimento superior ao Lopt acrescido de 10% (mega reprodutores). A meta depende do regime de manejo, o objetivo é implementar uma estratégia que garanta 0% de mega reprodutores abatidos. Valores entre 30 a 40% de captura refletem um estoque saudável, e menos que 20% é motivo de atenção.

#### ■ 2.3.4. Alimentação

##### ■ 2.3.4.1. Método Direto

Os conteúdos estomacais devem ser analisados utilizando-se os métodos de ocorrência Hynes (1950), Hyslop (1980) e volumétrico. Os percentuais obtidos nesses métodos devem ser combinados no Índice Alimentar (IAI) de Kawakami, Vazzoler (1980).

Além das variações espaciais e temporais, devem-se avaliar as relações ontogenéticas interespecíficas.

##### ■ 2.3.4.2. Método Indireto

A fim de melhorar acurácia dos resultados, deve ser utilizada em paralelo ao método direto de avaliação do conteúdo estomacal, a técnica de isótopos estáveis.

Isótopos são átomos de um mesmo elemento químico (que por isso possuem o número de prótons), mas que têm diferentes números de nêutrons e, portanto, distintos números de massa. Processos geológicos, biológicos, químicos e físicos alteram a abundância relativa de isótopos de vários elementos nos compartimentos ambientais (litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera) ou em componentes de um ecossistema (solos, água, plantas e animais de diferentes níveis tróficos). A técnica isotópica baseia-se

na mensuração laboratorial da razão (proporção) entre os isótopos de um mesmo elemento em determinada amostra, e os resultados são expressos como razões dos isótopos mais pesados (e mais raros na natureza) pelos mais leves (e mais abundantes) (Martinelli *et al.*, 2020).

Dentre os isótopos de maior interesse científico para estudos ecológicos de ictiofauna, destacam-se os do carbono ( $^{12}\text{C}$  e  $^{13}\text{C}$ ), nitrogênio ( $^{14}\text{N}$  e  $^{15}\text{N}$ ) e estrôncio ( $^{86}\text{Sr}$  e  $^{87}\text{Sr}$ ) (Aguiar-Santos *et al.*, 2017). As variações das razões isotópicas de carbono derivam-se do processo de fotossíntese, uma vez que plantas com diferentes rotas fotossintéticas ( $\text{C}_3$  ou  $\text{C}_4$ ) acumulam em seus tecidos proporções diferentes de  $^{13}\text{C}$  em relação a  $^{12}\text{C}$ . Tais razões isotópicas refletem-se nos tecidos dos consumidores primários e, subseqüentemente, nos demais níveis da cadeia trófica. No caso do nitrogênio, as distintas fontes do elemento disponíveis no solo determinam a composição isotópica das plantas; e, ao longo da cadeia alimentar, ocorre um incremento da proporção de  $^{15}\text{N}$  em relação a  $^{14}\text{N}$  a cada nível trófico (Martinelli *et al.*, 2020). O estrôncio, por sua vez, tem sua razão isotópica ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) ligada à idade e mineralogia das rochas que dão origem aos solos. Outro aspecto importante é que esse elemento não sofre fracionamento isotópico (alteração nas proporções entre os isótopos) por processos químicos, físicos ou biológicos. Por isso, a razão isotópica de estrôncio está fortemente ligada à geologia regional ou mesmo local (Santos *et al.*, 2020).

Análises isotópicas de carbono, nitrogênio e estrôncio vêm sendo usadas em estudos de ecologia trófica, rotas de migração e padrões de movimentação de peixes (Aguiar-Santos *et al.*, 2017). Para estudos de dieta, os isótopos são ferramenta complementar às análises de conteúdo estomacal, sendo que o uso integrado das duas técnicas produz sinergia e potencialização de resultados (Davis *et al.*, 2012).

Regimes hidrológicos alterados causam impactos múltiplos à cadeia alimentar aquática, alterando fontes alimentares e nichos tróficos das espécies. Tais alterações refletem-se na composição isotópica de carbono e nitrogênio da dieta e, conseqüentemente dos tecidos animais. Considerando que o represamento tem potencial de causar impactos dramáticos nas cadeias alimentares dos rios devido à fragmentação do habitat e às mudanças nos regimes hidrológicos, os isótopos são ferramentas úteis para o estudo da variação espaço-temporal na estrutura da teia alimentar, auxiliando assim na compreensão dos efeitos da alteração do regime hidrológico sobre a ictiofauna de rios impactados por barragens (Vašek *et al.*, 2021; Bueno *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2016; Kaymak *et al.* 2016). Alterações no uso do solo às margens de corpos hídricos também podem alterar a assinatura isotópica de carbono e nitrogênio de tecidos de peixes, promovendo mudanças na posição trófica e partição de recursos alimentares entre espécies da ictiofauna (Carvalho, 2015). Estruturas corporais calcificadas de crescimento contínuo, como otólitos e escamas, registram as variações isotópicas de estrôncio incorporadas pelos peixes a partir da água. Assim, sendo, a razão isotópica de estrôncio medida ao longo de tais estruturas reflete o padrão de movimentação dos animais ao longo de uma bacia hidrográfica, o que pode ser útil para a avaliação de impacto de reservatórios sobre espécies migratórias (Pouilly *et al.*, 2014). Por fim, isótopos podem ser usados ainda como indicadores impactos da aquicultura na matéria orgânica aquática e na integridade do ecossistema de reservatórios (Chaves *et al.*, 2021).

Para os estudos isotópicos, devem ser amostrados tecidos de peixes (p. ex.: pele, músculo, escamas, otólitos), conforme os isótopos de interesse e os objetivos da pesquisa. Também podem ser amostrados os prováveis itens alimentares dos animais, em diferentes estações do ano e em distintos ambientes.

O dimensionamento da amostragem, assim como a conservação e processamento laboratorial das amostras e as análises estatísticas e geoestatísticas a serem executadas a partir dos resultados analíticos, devem seguir protocolos específicos para cada isótopo, tecido e/ou contexto ecológico em questão.

Na natureza, os elementos químicos carbono (C), nitrogênio (N), hidrogênio (H), oxigênio (O) e enxofre (S) possuem mais de um isótopo. Os isótopos são definidos como átomos nos quais o núcleo contém o mesmo número de prótons, mas diferente número de nêutrons e podem ser divididos em estáveis e não estáveis (radioativos) (Hoefs, 1987). Os isótopos estáveis são muito úteis para a compreensão dos ciclos dos elementos nos ecossistemas, pois ocorrem naturalmente e fornecem informações sobre as origens e transformações da matéria orgânica, podendo ser detectados em diversos caminhos através da biosfera (Fry, Sherr, 1984).

Os isótopos estáveis mais utilizados em estudos biológicos são carbono-13 ( $^{13}\text{C}$ ), e nitrogênio-15 ( $^{15}\text{N}$ ). A utilização destes isótopos baseia-se na determinação da relação,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  e/ou  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  presente no material em estudo, ou seja, nas suas possíveis fontes e no seu produto (Martinelli *et al.*, 1988). Estes isótopos são usados como traçadores efetivos do fluxo do carbono e do nitrogênio através das cadeias alimentares, oferecendo uma alternativa para os estudos sobre regime alimentar (Araujo-Lima *et al.*, 1986). Essa técnica pode ser aplicada para revelar diferenças na dieta entre populações, indivíduos, classes de idade ou estações do ano (Haines, Montague, 1979).

Para os estudos isotópicos, devem ser amostrados os peixes e os prováveis itens alimentares desses, em diferentes estações do ano, e em diferentes ambientes. Os peixes devem ser coletados com diferentes petrechos de pesca para se amostrar toda a comunidade local. Devem ser coletadas as fontes potenciais do alimento dos peixes, consideradas as mais importantes em cada local de amostragem para a análise isotópica. As fontes variam de acordo com o tipo de vegetação em cada local de amostragem estudado.

Os resultados devem ser tratados usando estatísticas descritivas para os resultados dos valores de  $^{13}\text{C}$  e  $^{15}\text{N}$  encontrados para as diferentes espécies analisadas de peixes e os recursos alimentares.

#### ■ 2.3.5. Reprodução

O desenvolvimento gonadal das espécies deverá ser descrito por meio da classificação dos vários estádios de maturação gonadal determinados de acordo com Vazzoler (1996) e Brito, Bazzoli (2003) (tabelas 01 e 02). Poderá ser utilizada a classificação macroscópica das gônadas, contudo, parte dos indivíduos deverá ser também avaliada microscopicamente a fim de validar, estatisticamente, a classificação macroscópica de cada estágio proposta.

Deverão ser determinados o tamanho médio em que metade da população tenha gônadas desenvolvidas (L50) e o comprimento com o qual todos os indivíduos estejam aptos a reproduzir (L100), por sexos separados.

**Tabela 1:** Características macro e microscópicas para avaliação e classificação dos estádios de maturação gonadal em peixes de água doce (Adaptado de Vazzoler, 1996; e Brito, Bazzoli, 2003).

Estádio reprodutivo	Ovários	Testículos
<p><b>I - Imaturo ou repouso</b></p>	<p>Translúcidos, filamentosos e pouco volumosos, ocupando menos de 1/3 da cavidade celomática. Não possuem sinal de vascularização e não é possível a observação de ovócitos olho nu.</p> <p>Histologicamente apresentam somente ovócitos jovens (O1) e pré-vitelogênicos (O2). As lamelas ovígeras são bem organizadas, geralmente em disposição paralela.</p>	<p>Finos, translúcidos e sem franjas evidentes.</p> <p>Histologicamente apresentam espermatogônias e o lúmen dos túbulos seminíferos fechado.</p>
<p><b>II - Maturação</b></p>	<p>Volume aumentado e vascularização intensa. Ovócitos opacos, pequenos e médios visíveis a olho nu,</p> <p>Histologicamente apresentam O1, O2 e ovócitos com alvéolo cortical (O3).</p>	<p>Esbranquiçados e com volume aumentado. Sua membrana rompe sob certa pressão, eliminando esperma leitoso, viscoso.</p> <p>Histologicamente apresentam todas as células espermatogênicas e pequena quantidade de espermatozoides no lúmen dos túbulos seminíferos.</p>
<p><b>III - Maduro</b></p>	<p>Ovários túrgidos, ocupando até 2/3 da cavidade celomática. Ovócitos visíveis a olho nu. Vascularização evidente.</p> <p>Histologicamente apresentam O1, O2, O3 e ovócitos vitelogênicos (O4)</p>	<p>Volume máximo, coloração leitosa e franjas túrgidas. Sua membrana rompe com facilidade sob pressão, eliminando esperma menos viscoso que no estágio anterior.</p> <p>Histologicamente apresentam grande quantidade de espermatozoides no lúmen dos túbulos seminíferos.</p>
<p><b>IV - Pós-desova</b></p>	<p>Hemorrágicos e flácidos de grande tamanho, mas não volumosos. Apresentam raros ovócitos opacos visíveis a olho nu.</p> <p>Histologicamente apresentam raros ovócitos opacos e visíveis a olho nu. Presença de folículos pós-ovulatórios e atrésicos ao lado de O1 e O2. Lamelas ovígeras com grandes espaços entre si.</p>	<p>Flácidos com grandes áreas hemorrágicas. A membrana não se rompe sobre pressão.</p> <p>Histologicamente apresentam túbulos seminíferos com lúmen aberto contendo espermatozoides residuais e paredes formadas somente por espermatogônias.</p>

**Tabela 2:** Classificação de ovócitos (Adaptado de Vazzoler, 1996; e Brito, Bazzoli, 2003).

Classificação	Caraterísticas
Ovócito jovem (O1)	Citoplasma fortemente basófilo, núcleo grande, localizado no centro do ovócito, com nucléolos periféricos e zona pelúcida não evidente. Estão presentes em todos os estádios do ciclo reprodutivo;
Ovócito pré-vitelogênico (O2)	Citoplasma basófilo finamente granular, núcleo grande e vesiculoso, células foliculares pavimentosas e zona pelúcida delgada. Presença de núcleo vitelínico (estrutura fortemente basófila no ooplasma);
Ovócito com alvéolo cortical (O3)	Aparecimento no ooplasma de vesículas claras ou alvéolos corticais. Núcleo levemente basófilo com contorno irregular e nucléolos periféricos. As células foliculares tornam-se cúbicas e a zona pelúcida permanece delgada;
Ovócito vitelogênico (O4)	Ooplasma com grande quantidade de glóbulos de vitelo fortemente acidófilos, núcleo menor que nos estádios anteriores e nucléolos distribuídos aleatoriamente. Células foliculares prismáticas e zona pelúcida delgada, constituída de camada única;
Folículo pós-ovulatório	Forma irregular, lume amplo, parede constituída de teca conjuntiva e células foliculares hipertrofiadas. A presença dessa estrutura indica que o peixe desovou pelo menos uma vez;
Folículos atrésicos	Caracterizados pela liquefação do vitelo, fragmentação da zona pelúcida e reabsorção do conteúdo ovular pelas células foliculares que se tornam hipertrofiadas.

Deverá ser determinada a variação temporal da frequência de estádios de maturação gonadal. O período avaliado não deverá ser inferior a 13 meses (ciclo hidrológico completo). A partir dos dados (data de coleta, sexo e maturidade sexual), deverão ser calculadas a distribuição mensal de frequência (N) de indivíduos com gônadas em cada estágio de maturidade, e a frequência relativa (%) mensal desses indivíduos, para sexos separados. Os resultados obtidos deverão ser apresentados em gráfico (meses na abcissa e frequências na ordenada).

Deverá ser determinado a relação gonadossomática (RGS) de cada indivíduo de acordo com Vazzoler *et al.* (1989) seguindo a seguinte fórmula:  $RGS = W_o / W_t \times 100$ , onde  $W_o$  = peso dos ovários;  $W_t$  = peso total. O Índice Gonadal (IG) deverá ser determinado segundo a equação  $IG = W_o / Lt^b$ , onde  $W_o$  = peso dos ovários,  $Lt$  = comprimento total e  $b$  = coeficiente angular da regressão  $W_t / Lt$ . A variação temporal da RGS deverá ser demonstrada. De acordo com a metodologia proposta por Vazzoler (1996) sendo: calcular o peso corporal ( $W_c$ ) para cada indivíduo ( $W_c = W_t - W_g$ ); Calcular RGS1 e RGS 2 ( $RGS1 = W_o / W_t \times 100$  e  $RGS2 = W_o / W_c \times 100$ ); calcular as médias de RGS1 e RGS2 por estágio de maturidade; calcular as médias mensais de RGS1 e RGS2 considerando-se todos os indivíduos, nos diferentes estádios de maturidade; calcular a diferença entre os valores médios mensais de RGS1 e RGS2 ( $\Delta RGS = RGS2 - RGS1$ ). Os resultados obtidos deverão ser apresentados em gráfico (meses na abcissa e  $\Delta RGS$  na ordenada).

A fecundidade deverá ser estimada pelo método gravimétrico ou volumétrico (Vazzoler, 1996). Deverão ser determinadas as fecundidades total e relativa, considerando fecundidade total como o número total de ovócitos que serão liberados durante o evento reprodutivo e a relativa como o número de ovócitos eliminados por unidade de comprimento ( $Lt$ ) ou peso ( $W_t$ ). Deverá ser determinado o tamanho a partir do qual esses ovócitos foram contados, a fim de definir-se o tamanho dos ovócitos de reserva.

As classes de diâmetro dos ovócitos das fêmeas maduras devem ser classificadas de acordo com Vazzoler (1981), devendo ser determinada a variação do número e tamanho dos ovócitos das fêmeas maduras por comprimento e por peso dos indivíduos, associado à análise da época reprodutiva validado por métodos histológicos, se possível. Para cada par de ovários dissociados deverão

ser realizadas 100 medições de diâmetro de ovócitos, a fim de construir-se uma distribuição de frequência de diâmetro para constatação do tipo de desova mediante a observação do número de modas existentes (Vazzoler, 1981; 1996). O tipo de desova deverá ser classificado de acordo com Vazzoler (1996) sendo: desova única, total, parcelada e intermitente.

A época e local de reprodução deverá ser determinada por meio da distribuição de frequência de indivíduos maduros e desovados ao longo do tempo e do espaço, respectivamente.

#### ■ 2.3.5.1. Estudos de ovos, larvas e juvenis

Estudos de ictioplâncton e juvenis são fundamentais para o diagnóstico da área que será afetada pelo empreendimento. A definição de sítios de desova, berçários e possíveis rotas alternativas de migração poderão nortear a escolha de locais para recuperação e/ou preservação. Tais estudos devem buscar as seguintes respostas:

- Distribuição (espacial e temporal) e a abundância de ovos e larvas de peixes, identificando os ambientes com maior relevância para a desova.
- Identificação de áreas que estejam sendo utilizadas pelas espécies de peixes em seu desenvolvimento inicial (criadouros naturais).
- Identificação de rotas alternativas para migração e reprodução.
- Avaliação dos gradientes espaciais e temporais das diferentes fases de desenvolvimento dos peixes (ovos, larvas em pré-flexão, larvas em pós-flexão) e, se possível, inferir sobre os deslocamentos.

### ■ 2.3.5.1.1. Periodicidade

As coletas deverão ser realizadas durante o inventário e monitoramento, considerando-se as especificidades descritas a seguir.

#### **Petrechos**

As coletas deverão ser realizadas com a utilização de redes de plâncton com formato cônico-cilíndrico dotadas de um copo coletor. Um fluxômetro deverá ser instalado no centro da boca da rede para medir a velocidade da água possibilitando assim o cálculo do volume filtrado.

Para coleta de juvenis, utilizar peneirões e rede de emalhar (1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, cm de distância entre nós adjacentes) nas margens e outros locais propícios a coleta de formas jovens.

#### **Inventário**

Coletas realizadas mensalmente, durante um ano (tempo mínimo) ou dois anos (período desejável). No período chuvoso efetuar coletas com intervalo quinzenal.

#### **Primeiro ano de monitoramento**

Durante o primeiro ano do monitoramento as amostragens serão realizadas no período seco e chuvoso distribuídos da seguinte forma:

Duas coletas na seca e coletas quinzenais no período chuvoso. Serão realizadas 2 coletas diárias (às 21:00 horas e 05:00 horas), durante 4 dias, com duração de 10 minutos em cada horário. Em ambientes lênticos como reservatórios e remansos, a coleta deverá ser realizada com arrastos superficiais e de meia água. Em ambientes com características lóticicas, em cada ponto amostral deverão ser coletadas amostras de superfície e fundo, além de coletas nas margens.

Os materiais coletados deverão ser acondicionados em frascos de 500 ml devidamente identificados (ponto amostral, hora, dia, mês) e o material deverá ser fixado em formol 4% tamponado com  $\text{CaCO}_3$  (1g de  $\text{CaCO}_3$  para 1.000mL de solução de formalina), sendo assim mantidos até a análise. Em cada amostragem, deverão ser registradas a temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e velocidade da água, além das características físicas do local de amostragem e do fundo, além de uma caracterização do ambiente e encostas. A amostra assim fixada e preservada deve ser etiquetada, observando-se local, data, horário e tipo de aparelho utilizado.

### Demais anos de monitoramento

Durante os anos seguintes do monitoramento as amostragens serão realizadas 1 vez no período seco e bimestralmente no período chuvoso. As coletas deverão ser realizadas conforme descrito anteriormente. De acordo com a especificidade de cada local e da necessidade de novas avaliações, essa periodicidade poderá ser alterada.

#### ■ 2.3.5.1.2. Obtenção dos dados

A triagem das amostras fixadas deverá ser feita sob microscópio estereoscópio, sendo as amostras colocadas em placas de acrílico do tipo Bogorov (ou de petri), buscando separar ovos e larvas de demais detritos.

A identificação deverá ser realizada com o auxílio de chaves taxonômicas, como exemplo os trabalhos de Ahlstrom, Ball (1954), Kendall Jr. *et al.* (1984) e Nakatani *et al.* (2001). Todos os indivíduos deverão ser identificados até o menor nível taxonômico possível para auxiliar na contagem dos táxons nas fases de desenvolvimento de ovo, larva e juvenis.

Como forma de potencializar o conhecimento da comunidade de peixes será necessário o depósito de testemunho de todos os levantamentos realizados em coleção capacitada, assim como apresentar carta de aceite e recebimento de material proveniente das coletas de ictioplâncton.

#### ■ 2.3.5.1.3. Análise dos dados

Os padrões de distribuição e sua correspondência com as variáveis ambientais coletadas serão analisados fazendo a comparação descritiva através de gráficos de barras e linhas. Também deverão ser utilizadas técnicas de análise uni e multivariada.

A partir das análises, deverá ser definida a presença ou não de habitats críticos (locais de desova e áreas de desenvolvimento inicial) à montante e à jusante da barragem.

#### ■ 2.3.5.1.4. Tributários de menor porte

Em rios de menor porte, que não seja possível a navegação, seja utilizada amostragem ativa com peneiras e redes de ictioplânctons com cabo telescópico.

Em córregos é aconselhado filtrar em rede de ictioplâncton 200 litros de água (10 baldes de 20L).

Em locais que apresentem formações rochosas, algumas pedras podem ser lavadas para amostrar desovas adesivas de Loricarídeos e bagres de pequeno porte.

Sugere-se para consultas de amostragem e identificação de ictioplâncton: "Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação" (Nakatani *et al.*, 2004).

## ■ 2.4. ESTRUTURA DE COMUNIDADES:

A comunidade de peixes deve ser caracterizada quanto à:

### ■ 2.4.1. Riqueza total

Além do número de espécies amostradas, deve-se apresentar a curva do coletor, utilizar modelos de ajuste da curva para estimar riqueza total e utilizar métodos não paramétricos para estimativa de riqueza, como as equações: Jackknife 1 e 2, Chao 1 e 2, ACE e ICE, e Bootstrap (Santos, 2003).

### ■ 2.4.2. Abundância relativa em número e peso

Deverá ser apresentada também a curva de abundância relativa Magurran, (1988).

### ■ 2.4.3. Diversidade (índice de Shannon)

No intuito de estabelecer intervalos de confiança para os índices de diversidade obtidos deve-se aplicar um procedimento *bootstrap* (Manly, 1997);

### ■ 2.4.4. Equitabilidade (índice de Evar) (Smith, Wilson, 1996);

### ■ 2.4.5. A constância de ocorrência (C)

A constância de ocorrência (C): das diferentes espécies deve ser determinada com base no percentual e períodos em que cada espécie ocorre, sendo calculada de acordo com o modelo a seguir:  $C = (p_i \times 100)/P$ , onde:  $p_i$  = número de coletas contendo a espécie  $i$  e  $P$  = total de coletas realizadas.

#### ■ 2.4.6. Coeficientes de similaridade/dissimilaridade

Deverão ser utilizados índices de Bray-Curtis, Sorensen, Morisita-Horn e Jaccard (Magurran, 1988);

#### ■ 2.4.7. Dominância

A fim de estabelecer o grau de dominância em cada comunidade, deve ser utilizado o Índice de Dominância McNaughton, (1968), calculado através da fórmula:  $y_1 + y_2 / Y$ , onde  $y_1$  = abundância da 1ª espécie mais abundante,  $y_2$  = abundância da 2ª espécie mais abundante e  $Y$  abundância total de todas as espécies.

#### ■ 2.4.8. Análises Multivariadas

Deverão ainda serem realizadas análises multivariadas, visando verificar o ordenamento dos pontos quanto a distribuição das espécies (DCA ou NMDS) (Manly, 1994; Gauch Jr, 1986) e visando verificar a influência das características ambientais/fisiográficas/geográficas dos pontos sobre a distribuição das espécies (Teste de Mantel) (Manly, 1994) e CCA Ter Braak (Smilauer, 2002).

### ■ 2.5. MODELAGEM ECOSISTÊMICA

Deverão ser realizadas análises ecossistêmicas por meio da elaboração de modelos de biomassa e de fluxo de energia (Ecopath) e suas alterações no tempo (Ecosim) (Pauly *et al.*, 2000; Christensen, Walters, 2004; Angelini, Gomes, 2008).

Deve ser estimada a biomassa dos seguintes grupos de organismos:

#### ■ 2.5.1. Fitoplâncton

Para o estudo quantitativo do fitoplâncton, amostras de 100 mL deverão ser acondicionadas em frascos escuros, fixadas com solução de lugol-acético. A densidade do fitoplâncton deve ser estimada pelo método de Utermöhl

(1958), em microscópio invertido de 25 a 450 aumentos, usando-se tempo de sedimentação de, pelo menos, 3h para cada centímetro de altura da câmara Margalef (1983). O volume sedimentado por amostra deve ser de 10 ml.

### ■ 2.5.2. Zooplâncton

As amostras de zooplâncton deverão ser coletadas com auxílio de uma moto-bomba, filtrando 1000 litros de água, por amostra, em uma rede de plâncton de 63 $\mu$ m de abertura de malha. A abundância deverá ser determinada a partir da contagem das amostras em câmaras de Sedwigck-Rafter, sob microscópio ótico. As amostras devem ser concentradas em um volume de 100 ml, e as contagens realizadas a partir de 5 sub amostras (10 ml) tomadas com pipeta do tipo Stempel, sendo a densidade final expressa em indivíduos.m<sup>-3</sup>. Após as contagens das 5 sub amostras, deverá ser procedida uma análise qualitativa da amostra. Em cada amostra, sub-amostras deverão ser analisadas até que nenhuma nova espécie seja encontrada.

### ■ 2.5.3. Macroinvertebrados bentônicos

Os macroinvertebrados bentônicos deverão ser amostrados utilizando-se draga de Petersen (área de pegada mínima de 420 cm<sup>2</sup>) e um mínimo de 3 sub amostras na zona litorânea e mais 3 sub amostras na zona profunda por ponto.

### ■ 2.5.4. Perifíton

A biomassa do perifíton deverá ser estimada.

Adicionalmente, para análise da biomassa fotossintética deverão ser avaliados os teores de clorofila a, e o material raspado nos diversos substratos deverão ser filtrados conforme técnica proposta por Golterman *et al.* (1978).

### ■ 2.5.5. Macrófitas aquáticas

A biomassa de macrófitas pode ser estimada através de técnicas de sensores remotos (Long *et al.*, 1994; Byrd *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2016)

### ■ 2.5.6. Peixes

As amostras de peixe deverão ser realizadas com rede de arrasto ou pesca elétrica (aparelho de acordo com corpo aquático).

A amostragem a ser utilizada para determinação da biomassa por espécie dos grupos de organismos deve incluir o mínimo de seis replicações bimensais, em pelo menos 6 pontos amostrais.

### ■ 2.5.7. Outros Grupos

Podem ser utilizados métodos diretos ou indiretos para cálculo da biomassa de aves, répteis, mamíferos ou outros grupos que utilizam o ecossistema para um modelo mais preciso.

## ■ 2.6. CARACTERIZAÇÃO DA PESCA

### ■ 2.6.1. Comercial

Inicialmente, para se realizar uma caracterização da pesca deverão ser realizadas visitas a todos os portos de desembarque existentes na área de abrangência direta (AAD), inclusive os frigoríficos, tanto à jusante como à montante.

Deve ser realizado um censo estrutural da pesca comercial caracterizando:

- Locais de desembarque: quantidade, localização, infraestrutura da comunidade, infraestrutura de apoio a pesca, formas de associativismo, hábitos de pesca etc;

- Embarcações de pesca: tipos, quantidade por tipo, características principais, pescarias que desenvolvem;
- Pescadores: número, idade média, tempo de pesca, registro na entidade de classe, registro no órgão governamental;
- Artes ou aparelhos de pesca: tipos, quantidade por tipo, características principais, espécies capturadas;
- Espécies: nome comum, nome científico, arte de pesca utilizada na captura, área de captura, período de safra, destino da produção, (consumo local, venda, descarte);
- Tipos de Pescarias: embarcação utilizada, arte de pesca, característica da operação, espécies capturadas, sistema de conservação do pescado;
- Preço de primeira comercialização: Preços por espécies pagas ao pescador, variações estacionais, tendências temporais;
- Ainda devem ser obtidos os dados complementares como processamento de pescado, estaleiros ou oficinas para reparos de embarcação (Aragão & Castro e Silva, 2006).

Devem ser descritas a estatística descritiva e a variação temporal (incluindo a cota/ciclo hidrológico) e espacial das informações coletadas, tais como:

- Produção pesqueira total e por espécie
- Produção pesqueira por frota (estratificar, quando for o caso)
- Produção pesqueira por tipo de apetrecho
- Esforço de pesca (número de pescadores, operações de pesca por frota, operações por petrecho, etc.)
- CPUE por espécie e para a captura total, considerando as unidades de esforço de pesca pertinentes.

### ■ 2.6.2. Amadora

Deve ser realizado um censo estrutural da pesca amadora caracterizando as estruturas e facilidades turísticas (hotéis/pousadas) para o recebimento dos pescadores amadores (anexo II), bem como as casas de veraneio e ranchos/loteamentos no entorno dos rios/reservatórios (anexo III). O total de casas de veraneio ou ranchos deve ser determinado por meio de ferramentas de sensoriamento remoto, com uso de imagens de satélite atuais. O total de hotéis/pousadas de pesca amadora deve ser determinado por meio de recenseamento. O delineamento amostral para caracterização das pescarias e dos pescadores em ambas as estruturas será definido após caracterização da atividade (Aragão, 2006). Para a caracterização das pescarias e dos pescadores, deve ser utilizada a metodologia proposta por Aragão (2006).

### ■ 2.6.3. Subsistência

Deve ser estimada a quantidade de pescado consumida pelos moradores residentes na área de influência direta do empreendimento, dados esses que podem ser obtidos de forma secundária junto ao IBGE. Caso os dados secundários não estejam disponíveis, devem ser obtidos por meio de recenseamento, para subsequente delineamento amostral. Deve-se empregar a metodologia descrita por Cerdeira *et al.* (2007) com informações de tipo de alimento consumido pelas famílias, quantidade em (g), período do dia que foi consumido e número de pessoas por família, no caso dos peixes os mesmos deverão ser separados por espécie e pesados inteiros, sem tratamento prévio.

## ■ 2.7. GENÉTICA

A escolha das espécies que serão monitoradas geneticamente deve considerar a abundância, o valor ecológico e/ou comercial, a pressão pesqueira no caso de espécies sem risco de extinção, e o grau de ameaça daquelas que constam na lista de espécies ameaçadas de extinção.

Os locais de coleta deverão ser escolhidos a partir de situações diferenciadas, como por exemplo, calha principal e lagoas marginais; calha principal/região de cabeceira, diferentes períodos do ano (seca/cheia), entre outros.

Para as análises genéticas deverão ser amostrados entre 30 a 50 exemplares (nadadeiras) de peixes de cada localidade de coleta. Os tecidos deverão ser fixados e estocados em etanol p. a. 100%.

### ■ 2.7.1. Parâmetros de monitoramento genético

#### Índice de Shannon e Diversidade Genética de Nei

Esses índices de diversidade demonstram o grau de variabilidade genética intra e interpopulacional, gerando dados para ações de repovoamento dirigido, análise da capacidade de suporte da espécie e inferência do grau de assimetria reprodutiva na população local;

#### Estimativa da distância genética e do fluxo gênico

Por meio dos pacotes de programas estatísticos (Arlequin 2000; Structure 2.3.3, AMOVA, entre outros) visando delimitar diferentes estoques naturais favorecendo o manejo das espécies estudadas;

#### Amplificação de genes nucleares e mitocondriais

Obtenção de marcadores genéticos espécie específicos úteis na identificação de híbridos e na construção de árvores de relacionamento filogenético;

**Implantação de um banco de dados** com os resultados alcançados disponibilizados para consulta pública, georreferenciado.

## ■ 2.8. DNA AMBIENTAL

O biomonitoramento utilizando a abordagem de eDna (DNA ambiental ou Environmental DNA) possibilita utilizar técnicas de biologia molecular para identificar grupos de espécies em um determinado ambiente, a partir da detecção de fragmentos do DNA das espécies no ambiente. Tem sido muito utilizado em ambientes aquáticos (Stat *et al.*, 2017), pois permite realizar um levantamento em larga escala das espécies ou grupos taxonômicos presentes naquele ambiente (localidade). Todavia, o método ainda não está sendo realizado em maior escala no Brasil, pois depende de uma base de dados (de *barcode*) o mais completa e representativa das espécies existentes naquele ambiente. Além disso, também pode ser utilizada para detectar espécies raras ou ameaçadas, exóticas ou biodindicadoras nos ambientes (Fukumoto *et al.*, 2015; Hunter *et al.*, 2018; Chalde *et al.*, 2019), sem muito esforço amostral. O método de coleta, extração de DNA e amplificação do DNA da amostra deve ser avaliado de acordo com o grupo taxonômico que será alvo do estudo (Deiner *et al.*, 2015).

## ■ 2.9. SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES

Avaliar qual o melhor mecanismo de transposição de peixes para a localidade a ser alterada e/ou a real necessidade de implementá-lo de acordo com os cenários descritos por Pompeu *et al.* (2013).

## ■ 2.10. BIOACUMULAÇÃO

Em ambientes onde se detectou o uso atual ou remoto de garimpo de ouro, devem ser realizadas análises de bioacumulação de mercúrio com uso de métodos de absorção atômica, em cinco espécies por nível trófico, em dez exemplares de cada espécie, anualmente.

Kuniyoshi (2011) descreve os principais elementos que se bioacumulam nos corpos de água.

A toxicidade depende da dose, tempo de exposição, da forma física e química do elemento e da via de administração/adsorção. Existem cerca de vinte elementos considerados tóxicos para a saúde dos humanos incluindo Hg, Cd, Pb, As, Mn, Tl, Cr, Ni, Se, Te, Sb, Be, Co, Mo, Sn, W e V. Destes, os dez primeiros são os de maior utilização industrial e, por isso mesmo, são os mais estudados do ponto de vista toxicológico. Tais elementos reagem com ligantes difusores, com macromoléculas e com ligantes presentes em membranas o que, muitas vezes, lhes conferem as propriedades de bioacumulação, biomagnificação na cadeia alimentar, persistência no ambiente e distúrbios nos processos metabólicos dos seres vivos. As bioacumulações e biomagnificações se encarregam de transformar concentrações consideradas normais em concentrações tóxicas para as diferentes espécies da biota e para o homem. A persistência garante os efeitos ao longo do tempo ou de longo prazo, mesmo depois de interrompidas as emissões (Tavares, Carvalho, 1992 *in* Queiroz, 2006).

### 3. CONCLUSÕES

O protocolo apresentado contém metodologias aplicáveis a pequenos e grandes empreendimentos, cabendo aos analistas ambientais do órgão licenciador, que irão redigir o Termo de Referência, avaliar quais estudos serão efetivamente solicitados em cada caso.

Como forma de continuidade dessa discussão, sugere-se um debate completo, finalizando com a elaboração de uma normativa para a padronização das exigências e criação de uma agenda específica de capacitação.

## BIBLIOGRAFIA

- Ahlstrom EA, Ball OP. Description of eggs and larvae of jack mackarel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. *Fish Bull.* 1954; 56:209–245.
- Angelini R, Gomes LC. O artesão de ecossistemas: construindo modelos com dados. Maringá: Editora Eduem; 2008.
- Aguiar-Santos J, Barroco LSA, Siqueira-Souza F, Freitas C. Stable isotopes in ecological studies with fish in the Brazilian Amazon. *Scientia Amazonia* 2017; 3:119–127.
- Aragão JAN, Castro e Silva SMM. Censo estrutural da pesca, coleta de dados e estimação de desembarques de pescado. Brasília: IBAMA; 2006.
- Araujo-Lima CARM, Forsberg BR, Victoria R, Martinelli L. Energy Sources for Detritivorous Fishes in the Amazon. *Science* 1986; 234:1256–1258.
- Brito MFG, Bazzoli N. Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2003; 55(5):624–633.
- Bueno CD, Frascareli D, Gontijo ESJ, Van Geldern R, Rosa AH, Friese K, Barth JAC. Dominance of in situ produced particulate organic carbon in a subtropical reservoir inferred from carbon stable isotopes. *Sci Rep* 2020; 10:13187. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69912-0>
- Byrd KB, O'Connell JB, Tommaso SD, Kelly M. Evaluation of sensor types and environmental controls on mapping biomass of coastal marsh emergent vegetation. *Remote Sens Environ* 2014; 149:166–180. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.04.003>.
- Carvalho DR, Castro D, Callisto M, Moreira MZ, Pompeu PS. Isotopic variation in five species of stream fishes under the influence of different land uses. *J Fish Biol* 2015; 87:559–578. <https://doi.org/10.1111/jfb.12734>
- Cerdeira RGP, Ruffino ML, Isaac VJ. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do lago Grande de Monte Alegre, PA - Brasil. *Acta Amaz* 1997; 27:213–228. <https://doi.org/10.1590/1809-43921997273228>
- Chalde T, Nardi CF, Fernandez DA. Early warning: detection of exotic Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) by environmental DNA and evidence of establishment at the extreme south Patagonia. *Can J Fish Aquat Sci* 2019; 76:2343–2349. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0271>
- Chaves RC, Figueredo CC, Boëchat IG, Gücker B. Impacts of fish farming on elemental stoichiometry, fluorescence components, and stable isotopes of dissolved organic matter in a tropical reservoir. *Environ Pollut* 2021; 268:115704. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115704>.
- Christensen V, Guénette S, Heymans JJ, Walters CJ, Watson R, Zeller D, Pauly D. Hundred year decline of North Atlantic predatory fishes. *Fish Fish* 2013; 4:1–24. <https://doi.org/10.1046/j.1467-2979.2003.00103.x>
- Davis AM, Blanchette ML, Pusey BJ, Jardine TD, Pearson R. Gut content and stable isotope analyses provide complementary understanding of ontogenetic dietary shifts and trophic relationships among fishes in a tropical river. *Freshw. Biol* 2012; 57:2156–2172. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02858.x>.
- Deiner K, Walserb JC, Mächlera E, Altermatt F. Choice of capture and extraction methods affect detection of freshwater biodiversity from environmental DNA. *Biol Conserv* 2014; 183:53–63. <https://doi.org/10.1111/10.1016/j.biocon.2014.11.018>
- Froese R. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish Fish* 2014; 5:86–91. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2004.00144.x>
- Fry B, Sherr EB.  $\delta^{13}\text{C}$  Measurements as indicators of carbon flow in marine and freshwater ecosystems. *Contrib Mar Sci.* 1984; 27:13–47.
- Fukumoto S, Ushimaro A, Minamoto T. A basin-scale application of environmental DNA assessment for rare endemic species and closely related exotic species in rivers: A case study of giant salamanders in Japan. *J Appl Ecol* 2015; 52(2):358–365. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12392>

- Gauch Jr HG. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge: Cambridge University Press; 1982.
- Golterman HL, Clymo RS, Ohnstad MAM. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1978.
- Haines EB, Montague CL. Food sources of estuarine invertebrates analyzed using  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios. *Ecology* 1979; 60(1):48–56.
- Hoefs J. Stable isotope geochemistry. Berlin, Heidenberg, New York, London, Paris, Tokyo: Springer – Verlag; 1987.
- Hunter ME, Meigs-Friend G, Ferrante JA, Takoukam Kamla A, Dorazio RM, Diagne LK, Luna F, Lanyon JM, Reid JP. Surveys of environmental DNA (eDNA): a new approach to estimate occurrence in vulnerable manatee populations. *Endanger Species Res*. 2018; 35:101–111. <https://doi.org/10.3354/esr00880>
- Hynes HBN. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J Anim Ecol* 1950; 19:36–57. <https://doi.org/10.2307/1570>
- Hyslop EJ. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J Fish Biol* 1950; 17:411–429. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>
- Kaymak N, Winemiller KO, Akin S, Altuner Z, Polat F, Dal T. Spatial and temporal variation in food web structure of an impounded river in Anatolia. *Mar Freshwater Res* 2018; 69(9):1453–1471. <https://doi.org/10.1071/MF17270>
- Kawakami E, Vazzoler G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol Inst Oceanogr* 1980; 29:205–207. <https://doi.org/10.1590/S0373-55241980000200043>
- Kendall AW, Ahlstrom EH, Moser HG. Early life history stages of fishes and their characters. *Spec Publ Amer Soc Ichthyl Herpetol* 1984; 1:11–22.
- Kim JY, Im RY, Do Y, Kim GY, Joo GJ. Above-ground biomass estimation of tuberous bulrush (*Bolboschoenus planiculmis*) in mudflats using remotely sensed multispectral image. *Ocean Sci J* 2016; 51(1): 151–158. <https://doi.org/10.1007/s12601-016-0013-0>
- Kuniyoshi LS. Bioacumulação de elementos-traço e expressão de micronúcleos em *Cathorops spixii* (biomonitor) como ferramentas de avaliação da influência antrópica em dois setores do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. [Masters Thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-20042012-143658/publico/Leonardo.pdf>
- Long BG, Skewes TD, Poiner IR. An efficient method for estimating seagrass biomass. *Aquat Bot* 1994; 47(3-4):277–291. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(94\)90058-2](https://doi.org/10.1016/0304-3770(94)90058-2)
- Magurran AE. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton: Princeton University Press; 1988.
- Mnaly BFJ. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology (2nd Edition). London: Chapman & Hall; 1997.
- Margalef R. Limnología. Barcelona: Ediciones Omega S.A.; 1983.
- Martinelli LA, Victória RL, Matsui E, Forsberg BR, Mozetto AA. Utilização das variações naturais de  $^{13}\text{C}$  no estudo de cadeias alimentares em ambientes aquáticos: princípios e perspectivas. *Acta Limnol Brasil* 1988; 2: 859–882.
- Martinelli LA, Nardoto GB, Costa FJV, Mascarenhas RO, Mayrink RR. Princípios básicos sobre as variações naturais dos isótopos estáveis. *Revista Perícia Federal - Encarte Científico Fronteiras em Ciências Forenses* 2020; 45:49–58.
- Mcnaughton SJ. Structure and Function in California Grasslands. *Ecology* 1968; 49:962–972. <https://doi.org/10.2307/1936547>
- Nakatani K, Agostinho AA, Baumgartner G, Bialecki A, Sanches PV, Makrakis MC, Pavanelli CS. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: Eduem; 2001.
- Pauly D, Christesen V, Guénette S, Pitcher TJ, Sumalia UR, Walters CJ, Watson R, Zeller D. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 2002; 418:689–695. <https://doi.org/10.1038/nature01017>
- Pompeu PS, Agostinho AA, Pelicice FM. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. *River Res Appl* 2012; 28:504–512. <https://doi.org/10.1002/rra.1557>

- Pouilly M, Point D, Sondag F, Henry M, Santos RV. Geographical origin of Amazonian freshwater fishes fingerprinted by  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios on fish otoliths and scales. *Environ Sci Technol* 2014; 48:8980–8987. <https://doi.org/10.1021/es500071w>
- Queiroz MTA. Bioacumulação de Metais Pesados no Rio Piracicaba, Minas Gerais, Aplicando a Análise por Ativação Neutrônica Instrumental. Mestrado em Engenharia Industrial. [Masters Thesis]. Ipatinga: Centro Universitário do Leste de Minas Gerais; 2006.
- Berverton RJH, Holt SJ. On the Dynamics of Exploited Fish Populations, vol.19, Fishery investigation. Great Britain, Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food. 1957. H.M. Stationery Office, London.
- Santos AJ. Estimativas de riqueza em espécies. In: Cullen Jr L, Rudran R, Valladares-Pádua C, editors. Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Ed. UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza; 2003. p.19–41.
- Santos RV, Kafino CV, Martins VTS, Sousa, IMC. Nova fronteira no uso de traçadores isotópicos para materiais e seres vivos: o uso de isótopos radiogênicos e não tradicionais. *Revista Perícia Federal - Encarte Científico Fronteiras em Ciências Forenses* 2020; 45:59–68
- Smith B, Wilson JA. Consumer's Guide to Evenness Indices. *Oikos* 1996; 76:70–82.
- Stat M, Huggett MJ, Bernasconi R, Dibattista JD, Berry TE, Newman SJ, Harvey ES, Bunce M. Ecosystem biomonitoring with eDNA: metabarcoding across the tree of life in a tropical marine environment. *Sci Rep.* 2017; 7: 12240. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12501-5>
- Ter Braak CJF, Šmilauer P. Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca: Microcomputer Power; 2002. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/405659>
- Utermohl H. Zur vervollkommung der quantitativen phytoplankton - methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnologie* 1958; 9:1–38.
- Vašek M, Souza A, Říha M, Kubecka J, Znachor P, Hejzlar J. Stable isotope evidence from archived fish scales indicates carbon cycle changes over the four-decade history of the Římov Reservoir (Czechia). *Sci Total Environ* 2021; 755:142550. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142550>.
- Vazzoler AEAM. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes; reprodução e crescimento. Brasília: CNPq; 1981.
- Vazzoler AEAM. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: Eduem/SBI; 1996.
- Walford LA. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol Bull Mar Biol Lab Woods Hole* 1946; 90:141–147.
- Wang J, Li L, Xu J, Gu B. Initial response of fish trophic niche to hydrological alteration in the upstream of Three Gorges Dam. *Ecol Process* 2016; 5:11. <https://doi.org/10.1186/s13717-016-0055-3>.

ANEXO I

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS							
ESTATÍSTICA PESQUEIRA - CONTROLE DE DESEMBARQUE							
NOME DA EMBARCAÇÃO _____ PORTO DE ORIGEM _____ UF _____							
CANOA ( ) CANOA/MOTOR ( ) BARCO PESCADOR ( ) BARCO COMPRADOR ( )							
BARCO MISTO ( ) BARCO/CARGA ( ) BARCO/LINHA ( ) BARCO/RECREIO ( )							
DESPESAS DA VIAGEM		CAPACIDADE		EMBARCADO		CONSUMO	
GELO (Kg)							
COMBUSTIVEL: DIESEL ( ) GASOLINA ( )							
LOCAIS DE PESCA: _____ MUNICÍPIO: _____ PERÍODO: DIA ( ) NOITE ( )							
TIPO DE PESQUEIRO: RIO ( ) LAGO ( ) IGARAPÉ ( ) IGAPÓ ( ) PRAIA ( )							
ENSEADA ( ) BOCA ( ) CAPIM ( ) FURO ( )							
Nº PESCADORES: DA EMBARCAÇÃO _____ CONTRATADOS _____							
Nº CANOAS DA EMBARCAÇÃO _____ CONTRATADOS _____							
Nº DE CADA APARELHO DE PESCA:							
ESPINHEL		TARRAFA		REDE A DERIVA		ZAGAIA	
REDE DE EMALHE NYLON				ARRASTÃO		FLEXA	
REDE DE EMALHE DE ALGODÃO				CANIÇO		MATAPI	
OUTROS:							
DURAÇÃO DA VIAGEM: DATA DE SAÍDA __/__/__				DATA DA CHEGADA __/__/__			
CD	ESPÉCIE	PESO PESCADO	PREÇO	CD	ESPÉCIE	PESO PESCADO	PREÇO
1				37			
2				38			
3				39			
4				40			
5				41			
6				42			
7				43			
8				44			
9				45			
10				46			
11				47			
12				48			
13				49			
14				50			
15				51			
16				52			
17				53			
18				54			
19				55			
20				56			
21				57			
22				58			
23				59			
24				60			
25				61			
26				62			
27				63			
28				64			
29				65			
30				66			
31				67			
32				68			
33				69			
LOCAL DE DESEMBARQUE: _____				CIDADE: _____		UF: _____	
OBSERVAÇÕES: _____				COLETOR: _____			

ANEXO II

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS TURÍSTICAS PARA PESCA AMADORA								
<b>1- IDENTIFICAÇÃO DO ESTABELECIMENTO</b>								
NOME (FANTASIA): _____				ENDEREÇO: _____				
MUNICÍPIO: _____		UF: _____		CEP: _____		FONE:( ) _____		
E-MAIL: _____				SITE: _____				
COORDENADAS: _____ S _____ W				PÚBLICO ALVO (%): PESCADORES ( ) DEMAIS TURISTAS ( )				
<b>2- CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO</b>								
LOCALIZAÇÃO: URBANA ( ) RURAL ( )								
VIA ACESSO: ASFALTO ( ) KM _____ TERRA ( ) KM _____ BARCO ( ) KM _____								
<b>3- ESTRUTURA DE RECEPÇÃO</b>								
CHALÉ ( ) APARTAMENTO ( ) CAMPING ( ) OUTROS _____								
Nº TOTAL DE LEITOS _____ RESTAURANTE: SIM ( ) NÃO ( )								
TIPO DE REFEIÇÃO: CAFÉ DA MANHÃ ( ) ALMOÇO ( ) JANTAR ( )								
<b>4- ESTRUTURA PARA PESCA AMADORA (DESCREVER QUANTIDADES)</b>								
PIER/TRAPICHE		BARCO ALUMÍNIO			MOTOR ELÉTRICO			
TABLADO/FLUTUANTE		BARCO FIBRA			OUTROS:			
MOTOR DE POPA:	15 a 24HP		25HP		40HP		>40HP	
<b>5- COMERCIALIZAÇÃO (Valor cobrado R\$)</b>								
		APT INDIV.	APT DUPLA	APT TRIPLO	APT QUÁD.	ALOJAMENTO/ CAMPING		
DIÁRIA SEM CAFÉ DA MANHÃ								
DIÁRIA - CAFÉ DA MANHÃ								
DIÁRIA - MEIA PENSÃO								
DIÁRIA - PENSÃO COMPLETA								
DIÁRIA DA EMBARCAÇÃO								
DIÁRIA DO GUIA DE PESCA								
<b>6- ÉPOCAS DE PESCA</b> Melhores meses da pesca								
	TX MÉDIA OCUP. (%)			TX MÉDIA OCUP. (%)			TX MÉDIA OCUP. (%)	
	Semana	Semana		Semana	Semana		Semana	Semana
JAN			FEV			MAR		
ABR			MAI			JUN		
JUL			AGO			SET		
OUT			NOV			DEZ		
<b>7- FINANCEIRO</b>								
NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS: FIXOS ( ) TEMPORÁRIOS: ( ) MÍNIMO ( ) MÁXIMO								
INVESTIMENTO (R\$): _____ CAPITAL DE GIRO (R\$) _____								
FATURAMENTO ANUAL (R\$) _____								
<b>8. CAPTURA DIÁRIA POR ESPÉCIE</b>								
ESPÉCIE	IMPORTÂNCIA (%) TOTAL				CAPTURA ÚLTIMA	PETRECHO UTILIZADO		
COLETOR: _____ DATA: ___/___/___ MUNICÍPIO: _____ UF: _____								
OBSERVAÇÕES: _____								

ANEXO III

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
 CARACTERIZAÇÃO DOS RANCHOS E CASAS DE VERANEIO NO ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS

- 1- ÁREA DO LOTE: \_\_\_\_\_ M<sup>2</sup>                      ÁREA CONSTRUÍDA DO DOMICÍLIO: \_\_\_\_\_ M<sup>2</sup>  
 2- IDADE DO RANCHO EM ANOS ( ) PROPRIEDADE:  1 DONO ( ) OU QTD DE SÓCIOS ( )  
 3- FINALIDADE: ( ) LAZER ( ) ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS E LAZER ( ) OUTRO \_\_\_\_\_  
 4- NÚMERO DE CÔMODOS ( ) NÚMERO DE LEITOS ( )

5- MATERIAL DO QUAL É FEITO

PAREDES		TELHADO		PISO	
ALVENARIA		BARRO		MADEIRA	
MADEIRA		MADEIRA		CERAMICA	
PAU-A-PIQUE		FIBROCIMENTO		TERRA BATIDA	
OUTRO:		ZINCO		CIMENTO	
		PALHA/SAPÉ		OUTRO:	
		OUTRO:			

6- FONTES DE ENERGIA

REDE PÚBLICA	( )	PRÓPRIA	( )	TIPO:	
LAMPIÃO	( )	OUTRAS (quais):			

7- SANEAMENTO BÁSICO

7.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

- REDE PÚBLICA      ( )  CISTERNA      ( )  POÇO ARTESIANO       RIO  
 RESERVATÓRIO      ( )  NASCENTE

7.2 QUAL O TRATAMENTO DADO À ÁGUA UTILIZADA?

- FILTRADA      ( )  FERVIDA       NÃO FAZ NADA       OUTRO. QUAL? \_\_\_\_\_

7.3 SEU DOMICÍLIO POSSUI INSTALAÇÕES SANITÁRIAS?

- ( ) SIM       ( ) DENTRO DE CASA       ( ) FORA DE CASA       ( ) NÃO

7.4 O SISTEMA DE ESGOTO É POR MEIO DE:

- REDE PÚBLICA       ( ) FOSSA COMUM       ( ) VALA NEGRA  
 ( ) DIRETO NO CURSO D'ÁGUA       OUTRO. QUAL? \_\_\_\_\_

7.5 QUAL O DESTINO DO LIXO DA SUA CASA?

- ( ) COLETADO POR CAMINHÕES       ( ) QUEIMADO      ( )  ENTERRADO  
 ( ) JOGADO EM TERRENOS BALDIOS       ( ) JOGADO NO RIO/RESERVATÓRIO       ( ) JOGADO NO RIO/RESERVATÓRIO  
 OUTRO. QUAL? \_\_\_\_\_

8- PESCA AMADORA

8.1 ESTRUTURA

- BARCO – MATERIAL : \_\_\_\_\_ COMPRIMENTO \_\_\_\_\_  
 MOTOR POPA – POTÊNCIA \_\_\_\_\_  TRAPICHE \_\_\_\_\_  TABLADO \_\_\_\_\_

8.2 VISITAÇÃO

	MÉDIA	ÚLTIMO MÊS/ÚLTIMA VISITA
Nº VISITAS MENSAIS AO RANCHO		
DIAS DE PERMANÊNCIA/VISITA		
DIAS DE PESCA/VISITA		
HORAS DE PESCA/DIA		
NÚMERO DE PESSOAS/VISITA		
NÚMERO DE PESCADORES/VISITA		
CAPTURA EM KG/DIA		

8.3- ESPÉCIES MAIS CAPTURADAS

ESPÉCIE	IMPORTÂNCIA (% DO TOTAL)	CAPTURA ÚLTIMA PESCARIA	PETRECHO UTILIZADO

COLETOR: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ MUNICÍPIO: \_\_\_\_\_ UF: \_\_\_\_  
 OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_



*Pogonopoma obscurum* Quevedo, Reis, 2002

**Juliano Ferrer<sup>1</sup>**  
**Fábio Vilella<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Av. Bento Gonçalves, 9500, Agronomia, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. [julianoferrer@gmail.com](mailto:julianoferrer@gmail.com)

<sup>2</sup>**Simbiota Consultoria Ambiental**, rua Emiliano de Macedo, 1425, Cidade Alta, 95800-000, Venâncio Aires, RS, Brasil. [fabio@simbiota.com.br](mailto:fabio@simbiota.com.br)



**Nome popular:** Cascudo-preto.

**Etimologia:** o epíteto específico *obscurum* (= escuro) tem origem no latim e faz referência a coloração preta uniforme da espécie.

**Informações gerais:** *Pogonopoma* Regan, 1904 (Siluriformes: Loricariidae) foi revisado por Quevedo, Reis (2002) e inclui somente três espécies: *Pogonopoma obscurum* Quevedo, Reis, 2002, *P. parahybae* (Steindachner, 1877) e *P. wertheimeri* (Steindachner, 1867). A espécie em questão, *P. obscurum*, foi descrita neste mesmo trabalho com base em amostras provindas exclusivamente do alto rio Uruguai, sul do Brasil, sendo sua localidade-tipo no rio Canoas em Santa Catarina.

**Identificação:** *Pogonopoma obscurum* é facilmente reconhecida e distinguida de seus congêneres pelo maior número de raios ramificados na nadadeira dorsal, variando de 8 a 11, e o processo posterior do osso coracoide coberto por pequenas placas ventralmente. A ausência de nadadeira adiposa também permite diagnosticar *P. obscurum* de *P. wertheimeri*.

**Biologia e habitat:** até o momento há pouca informação sobre aspectos da história natural da espécie. Sabe-se que a espécie é migradora (Hirschmann *et al.*, 2018) e, segundo Zaniboni-Filho *et al.* (2004), alcança 36 cm de comprimento total máximo e quase 600 g de peso total. Com base na descrição original e nos registros conhecidos da espécie, *P. obscurum* tem preferência por trechos de rios de médio à grande porte com correnteza relativamente rápida e fundo geralmente rochoso.

**Distribuição:** até recentemente, acreditava-se que a espécie era restrita para o curso superior do rio Uruguai (limitado à jusante pelo Salto do Yucumã) onde é coletada com relativa frequência. Contudo, um espécime registrado em fevereiro de 2019 no rio Ijuzinho (UFRGS 26915), afluente do rio Ijuí (Rio Grande do Sul), estende a distribuição da espécie para a bacia do médio rio Uruguai.

**Conservação:** *Pogonopoma obscurum* está ameaçada de extinção em nível regional (Rio Grande do Sul; Decreto nº 51797/2014) e nacional (Portaria nº 445/2014), enquadrada nas categorias Vulnerável (VU) e Em Perigo (EN), respectivamente. Esse fato deve-se a espécie ter área de distribuição restrita, possuir habitat severamente fragmentado devido às inúmeras hidrelétricas instaladas no rio Uruguai e seus tributários, e apresentar declínio continuado na qualidade de habitat e área de ocupação (Hirschmann *et al.*, 2018). Apesar do registro aumentar a área de distribuição conhecida para a espécie, esse panorama provavelmente não será alterado. O espécime, inclusive, foi registrado em um trecho lótico do rio Ijuizinho durante monitoramentos vinculados à licença de instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH Rincão), onde atualmente está situado o seu reservatório.

## REFERÊNCIAS

- Hirschmann A, Calegari BB, Melo BF, Pereira EHL, Behr ER, Vilella FS, *et al.* *Pogonopoma obscurum* Quevedo & Reis, 2002. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção Volume VI - Peixes. Brasília: MMA; 2018. p.389–391.
- Quevedo R, Reis RE. *Pogonopoma obscurum*: a new species of loricariid catfish (Siluriformes: Loricariidae) from southern Brazil, with comments on the genus *Pogonopoma*. *Copeia*. 2002; 2:402–410.
- Zaniboni-Filho E, Meurer S, Shibatta OA, Nuñez, APO. Catálogo ilustrado de peixes do alto rio Uruguai. Florianópolis: UFSC; 2004.

*Carcharhinus leucas* (Müller, Henle, 1839)

**Mariana Pinheiro Haueisen<sup>1</sup>**  
**Luiz Fernando Salvador Júnior<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>**Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**, Programa de Pós-graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, Rua Dom José Gaspar, 500, Coração Eucarístico, 30535901, Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>2</sup>**Neotropical Research** – Biodiversidade e Conservação. Rua Henrique Passini 290/302, Serra, 30220380, Belo Horizonte, MG, Brasil.

(MHP) [mhaueisenp@gmail.com](mailto:mhaueisenp@gmail.com), ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8790-594X>, (LFSJ) [luizsalvadorsub@hotmail.com](mailto:luizsalvadorsub@hotmail.com), ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5942-7071> (corresponding author).



**Nome popular:** cabeça-chata, baía, tubarão-touro.

**Sinônimos:** *Carcharias leucas* Müller, Henle, 1839, *Carcharias zambezensis* Peters, 1852, *Carcharhinus zambezensis* (Peters, 1852), *Squalus obtusus* Poey, 1861, *Squalus platyodon* Poey, 1861, *Eulamia nicaraguensis* Gill em Gill, Bransford 1877, *Carcharhinus nicaraguensis* (Gill em Gill, Bransford, 1877), *Carcharias azureus* Gilbert, Starks, 1904, *Carcharhinus azureus* (Gilbert, Starks, 1904), *Carcharias spenceri* Ogilby, 1910, *Galeolamna bogimba* Whitley, 1943, *Galeolamna greyi mckaili* Whitley, 1945 e *Carcharhinus vanrooyeni* Smith, 1958.

**Localidade tipo:** Antilhas, Atlântico central ocidental.

**Informações gerais:** *Carcharhinus leucas* (Müller & Henle, 1839) é um Carcharhinidae pelágico demersal predominantemente costeiro, normalmente associado as águas rasas das plataformas tropicais e subtropicais (Musick *et al.*, 2004; Compagno *et al.*, 2005; Estupiñán-Montaña *et al.*, 2017). Indivíduos adultos podem alcançar 400 cm e pesar 600 Kg (McCord, Lamberth, 2009). Expectativa de vida pode ultrapassar os 25 anos e a maturação sexual ocorre entre os 15 e 20 anos, quando machos e fêmeas medem entre 157 e 226, e 180 e 230 cm, respectivamente (Compagno *et al.*, 2005; Ebert *et al.*, 2013). Vivíparo com 10 a 11 meses de gestação, produz até 14 embriões (Compagno *et al.*, 2005; Ahmad, Lim, 2012; Ebert, Stehmann, 2013; White *et al.*, 2017). Filhotes nascem nas regiões de estuário, onde permanecem abrigados durante os primeiros anos de vida (Compagno *et al.*, 2005; Ebert, Stehmann, 2013; Jabado *et al.*, 2017; White *et al.*, 2017). Tolerante a água doce (Pillans, Franklin, 2004; Pillans *et al.*, 2005; Reilly *et al.*, 2011), penetra na calha dos rios muito além da zona de influência das marés (Myers, 1952; Daculsi, Kerebel, 1980; Barthem, Goulding, 1997).

**Identificação:** anatomia robusta e porte avantajado (McCord, Lamberth, 2009). Olhos pequenos, focinho curto, largo e arredondado (Müller, Henle, 1841; Springer, 1950; Figueiredo, 1977; Ebert, Stehmann, 2013; Bigelow *et al.*, 2018). Dorso escuro, variando do cinza ao marrom; ventre branco (Bigelow, Schroeder, 1948; Compagno *et al.*, 2005; Ebert *et al.*, 2013). Ausência de crista dérmica mediana entre as nadadeiras dorsais (Figueiredo, 1977; Gadig, 2001). Pontas das nadadeiras mais escuras, mas não conspícuas, exceto

em indivíduos jovens (Grace, 2001; Compagno *et al.*, 2005; White *et al.*, 2017). Primeira nadadeira dorsal alta e larga, nadadeiras peitorais grandes (Cotto, 2001; Compagno *et al.*, 2005; Ebert, Stehmann, 2013; Ebert *et al.*, 2013). Origem da segunda nadadeira dorsal levemente anterior à origem da base da nadadeira anal (Gadig, 2001). Dentes superiores largos e serrilhados, dentes inferiores mais estreitos e pontiagudos (Gadig, 2001; Compagno *et al.*, 2005; Ebert, Stehmann, 2013; Ebert *et al.*, 2013; White *et al.*, 2017).

**Biologia:** ao contrário da grande maioria dos tubarões, é adaptado a vida na água doce (Barthem, Goulding, 1997; Musick *et al.*, 2004; Compagno *et al.*, 2005), sendo dotado de mecanismos osmorreguladores que lhe permitem manter a homeostase osmótica e iônica sob diversos níveis de salinidade (Pillans, Franklin, 2004; Pillans *et al.*, 2005; Reilly *et al.*, 2011). É especialista na detecção de estímulos por meio da eletorrecepção, o que o torna altamente adaptado à captura de presas em águas turvas (Collin, Whitehead, 2004). Ocupa alta posição na teia alimentar, possuindo dieta generalista composta por invertebrados, peixes, tartarugas, aves, pequenos cetáceos e tubarões, incluindo indivíduos da própria espécie (Snelson *et al.*, 1984; Tillett *et al.*, 2014; Estupiñán-Montaño *et al.*, 2017). Considerado naturalmente curioso (Ritter, Amin, 2012) e agressivo (Hazin *et al.*, 2008; Barreiros, Gadig, 2011; White *et al.*, 2017), é responsável por mais de uma centena de ataques não provocados a seres humanos (ISAF, 2020).

**Distribuição:** oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, e mares associados (Compagno *et al.*, 2005); principalmente entre as coordenadas 42°N, 39°S e 117°W, 155°E (Barreiros, Gadig, 2011). Comum em estuários e lagoas costeiras, penetrando ainda na calha dos grandes rios (Ebert, Stehmann, 2013; Jabado, Ebert, 2015; Jabado *et al.*, 2017) milhares de quilômetros a partir da foz (Myers, 1952; Daculsi, Kerebel, 1980; Barthem, Goulding, 1997). No Brasil ocorre ao longo de toda a costa (Bigelow, Schroeder, 1948; Gadig, 2001; Ebert, Stehmann, 2013) e também na bacia do Rio Amazonas (Barthem, Goulding, 1997; Feitosa, Nunes, 2020).

**Conservação:** maturação sexual tardia (Snelson *et al.*, 1984; Cruz-Martínez *et al.*, 2005; Compagno *et al.*, 2005), isolamento genético (Karl *et al.*, 2011; Pirog *et al.*, 2019), susceptibilidade a captura e sobrepesca (Fields *et al.*, 2017; Jaiteh *et al.*, 2017; Queiroz *et al.*, 2019), degradação ambiental (Ebert, Stehmann, 2013), perda de habitat (Compagno *et al.*, 2005; Werry *et al.*, 2012; Ebert, Stehmann, 2013) e perseguição direta (Dudley, 1997; Dudley, Simpfendorfer, 2006; McCagh *et al.*, 2015) constituem as principais ameaças à espécie. Embora não citado em nenhum dos apêndices do CITES (2020), o tubarão cabeça-chata é classificado como “quase ameaçado de extinção” ao nível global, segundo a IUCN (2020). Apesar da má reputação junto aos seres humanos, é atração principal em operações de mergulho em várias partes do mundo (Carwardine, Watterson, 2002; Compagno *et al.*, 2005; Topelko, Dearden, 2005; Gallagher, Hammerschlag, 2011), gerando empregos e impulsionando a indústria do turismo (Topelko, Dearden, 2005; Gallagher, Hammerschlag, 2011).

## REFERÊNCIAS

- Ahmad A, Lim APK. Field guide to sharks of the Southeast Asian Region. Kuala Lumpur: SEAFDEC/MFRDMD; 2012.
- Barreiros JP, Gadig OBF. Sharks and Rays from the Azores: an illustrated catalogue. Angra do Heroísmo: Instituto Açoriano de Cultura; 2011.
- Barthem R, Goulding M. Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá; 1997.
- Bigelow HB, Schroeder WC. Sharks. In: Parr AE, Olsen YH. Fishes of the Western North Atlantic: part one. New Haven: Yale Sears Foundation For Marine Research; 1948. p. 59-546.
- Bigelow HB, Farfante IP, Schroeder WC. Lancelets, Cyclostomes, Sharks: part 1. New Haven: Sears Foundation For Marine Research; 2018.
- Carwardine M, Watterson K. The shark watcher's handbook: a guide to sharks and where to see them. London: Princeton University Press; 2002.
- CITES. History of CITES listing of sharks (Elasmobranchii) [Internet]. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; 2020. Available from: <https://cites.org/eng/prog/shark/history.php>
- Collin S, Whitehead D. The functional roles of passive electroreception in non-electric fishes. *Animal Biology*. 2004; 1(54):1-25. <https://doi.org/10.1163/157075604323010024>
- Compagno L, Dando M, Fowler S. Sharks of the world. New Jersey: Princeton University Press; 2005.
- Cotto A. Guía de identificación de peces marinos del Mar Caribe de Nicaragua. Bluefields: Proyecto para el Desarrollo Integral de la Pesca Artesanal en la Región Autónoma Atlántico Sur; 2001.
- Cruz-Martínez A, Chiappa-Carrara X, Arenas-Fuentes V. Age and growth of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, from southern Gulf of Mexico. *J Northwest Atl Fish Sci*. 2005; 13(35):367-74. <https://doi.org/10.2960/J.v35.m481>

- Daculsi G, Kerebel LM. Ultrastructural study and comparative analysis of fluoride content of enameloid in sea-water and fresh-water sharks. *Arch Oral Biol.* 1980; 3(25):145-51. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(80\)90013-8](https://doi.org/10.1016/0003-9969(80)90013-8)
- Dudley SFJ. A comparison of the shark control programs of New South Wales and Queensland (Australia) and KwaZulu-Natal (South Africa). *Ocean Coast Manag.* 1997; 1(34):1-27. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(96\)00061-0](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(96)00061-0)
- Dudley SF, Simpfendorfer CA. Population status of 14 shark species caught in the protective gillnets off KwaZulu-Natal beaches, South Africa, 1978–2003. *Mar Freshw Res.* 2006; 2(57):225-40. <https://doi.org/10.1071/MF05156>
- Ebert DA, Stehmann MF. Sharks, batoids and chimaeras of the North Atlantic. Roma: FAO; 2013.
- Ebert DA, Fowler S, Compagno L. Sharks of the world: a fully illustrated guide. Plymouth: Wild Nature Press; 2013.
- Estupiñán-Montaña C, Estupiñán-ortiz JF, Cedeño-figueroa LG, Magaña FG, Polo-silva CJ. Diet of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, and the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in the eastern Pacific Ocean. *Turk Zool Derg.* 2017; 6(41):1111-17. <https://doi.org/10.3906/zoo-1610-31>
- Feitosa LM, Nunes JLS. A new record of *Carcharhinus leucas* in an Amazonian River system. *Bol Lab Hidrobiol.* 2020; 1(30):62-67.
- Fields AT, Fischer GA, Shea SKH, Zhang H, Abercrombie DL, Feldheim KA, et al. Species composition of the international shark fin trade assessed through a retail-market survey in Hong Kong. *Conserv Biol.* 2017; 2(32):376-89. <https://doi.org/10.1111/cobi.13043>
- Figueiredo JL. Manual dos peixes marinhos do sudeste do Brasil – I. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo; 1977.
- Gadig OBF. Tubarões da costa brasileira. [PhD Thesis]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2001.
- Gallagher AJ, Hammerschlag N. Global shark currency: the distribution, frequency, and economic value of shark ecotourism. *Curr Issues Tour.* 2011; 8(14):797-812. <https://doi.org/10.1080/13683500.2011.585227>
- Grace M. Field guide to requiem sharks (Elasmobranchiomorphi: Carcharhinidae) of the Western North Atlantic. Washington: US Department of Commerce; 2001.
- Hazin FHV, Burgess GH, Carvalho FCA. Shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992–2006. *Bull Mar Sci.* 2008; 2(82):199-212.
- ISAF. International Shark Attack File [Internet]. Florida Museum of Natural History; 2020. Available from: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/shark-attacks/>
- IUCN. *Carcharhinus leucas* [Internet]. The IUCN Red List of Threatened Species; 2020. Available from: <https://www.iucnredlist.org>
- Jabado RW, Ebert DA. Sharks of the Arabian Seas: an identification guide. Dubai: IFAW; 2015.
- Jabado RW, Kyne PM, Pollom RA, Ebert DA, Simpfendorfer CA, Ralph GM, et al. The Conservation Status of Sharks, Rays, and Chimaeras in the Arabian Sea and Adjacent Waters. Vancouver: Environment Agency – Abu Dhabi, UAE and IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group; 2017.
- Jaiteh VF, Hordyk AR, Braccini M, Warren C, Loneragan NR. Shark finning in eastern Indonesia: assessing the sustainability of a data-poor fishery. *ICES J Mar Sci.* 2017; 1(74):242-253. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw170>
- Karl SA, Castro ALF, Lopez JA, Charvet P, Burgess GH. Phylogeography and conservation of the bull shark (*Carcharhinus leucas*) inferred from mitochondrial and microsatellite DNA. *Conserv Genet.* 2011; 2(12):371-82. <https://doi.org/10.1007/s10592-010-0145-1>
- McCagh C, Sneddon J, Blache D. Killing sharks: the media's role in public and political response to fatal human-shark interactions. *Mar Policy.* 2015; (62):271-78. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.09.016>
- McCord ME, Lamberth SJ. Catching and tracking the world's largest zambezi (bull) shark *Carcharhinus leucas* in the Breede Estuary, South Africa: the first 43 hours. *Afr J Mar Sci.* 2009; 1(31):107-11. <https://doi.org/10.2989/AJMS.2009.31.1.11.782>
- Müller J, Henle FGJ. Systematische beschreibung der Plagiostomen. Berlin: Veit; 1841.

- Musick JA, Harbin MM, Compagno LJV. Historical Zoogeography of the Selachii. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR. Biology of sharks and their relatives. Boca Raton: CRC Press; 2004.
- Myers GS. Sharks and sawfishes in the Amazon. *Copeia*. 1952; 4(1952):268-69.
- Pillans RD, Franklin CE. Plasma osmolyte concentrations and rectal gland mass of bull sharks *Carcharhinus leucas*, captured along a salinity gradient. *Comp Biochem Physiol Part A Mol Integr Physiol*. 2004; 3(138):363-71. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2004.05.006>
- Pillans RD, Good JP, Anderson WG, Hazon N, Franklin CE. Freshwater to seawater acclimation of juvenile bull sharks (*Carcharhinus leucas*): plasma osmolytes and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activity in gill, rectal gland, kidney and intestine. *J Comp Physiol B*. 2005; 1(175):37-44. <https://doi.org/10.1007/s00360-004-0460-2>
- Pirog A, Ravigné V, Fontaine MC, Rieux A, Gilabert A, Cliff G, et al. Population structure, connectivity, and demographic history of an apex marine predator, the bull shark *Carcharhinus leucas*. *Ecol Evol*. 2019; 23(9):12980-13000. <https://doi.org/10.1002/ece3.5597>
- Queiroz N, Humphries NE, Couto A, Vedor M, Costa I, Sequeira AMM, et al. Global spatial risk assessment of sharks under the footprint of fisheries. *Nature*. 2019; 7770(572):461-466. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1444-4>
- Reilly BD, Cramp RL, Wilson JM, Campbell HA, Franklin CE. Branchial osmoregulation in the euryhaline bull shark, *Carcharhinus leucas*: a molecular analysis of ion transporters. *J Exp Biol*. 2011; 17(214):2883-95. <https://doi.org/10.1242/jeb.058156>
- Ritter E, Amin R. Effect of human body position on the swimming behavior of bull sharks, *Carcharhinus leucas*. *Soc Anim*. 2012; 3(20):225-35. <https://doi.org/10.1163/15685306-12341235>
- Snelson FF, Mulligan TJ, Williams SE. Food habits, occurrence, and population structure of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, in Florida coastal lagoons. *Bull Mar Sci*. 1984; 1(34):71-80.
- Springer S. A revision of North American sharks allied to the genus *Carcharhinus*. *Am Mus Novit*. 1950; 1451:1-13.
- Tillett BJ, Meekan MG, Field IC. Dietary overlap and partitioning among three sympatric carcharhinid sharks. *Endangered Species Res*. 2014; 3(25):283-293. <https://doi.org/10.3354/esr00615>
- Topelko KN, Dearden, P. The shark watching industry and its potential contribution to shark conservation. *J Ecotourism*. 2005; 4(2): 108-127.
- Werry JM, Lee SY, Lemckert CJ, Otway NM. Natural or artificial? Habitat-use by the bull shark, *Carcharhinus leucas*. *PLoS One*. 2012; 11(7):e49796. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049796>
- White WT, Baje L, Sabub B, Appleyard SA, Pogonoski JJ, Mana RR. Sharks and rays of Papua New Guinea. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research; 2017.

*Poecilia vivipara* Bloch, Schneider, 1801

**Igor C. A. Souto-Santos<sup>1</sup>**  
**Manuela Dopazo<sup>1</sup>**  
**Paulo A. Buckup<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Vertebrados, Museu Nacional, Quinta da Boa Vista, 20940-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil; e-mails: [icass.ufrj@gmail.com](mailto:icass.ufrj@gmail.com), [manueladopazoleao@gmail.com](mailto:manueladopazoleao@gmail.com), [buckup@acd.ufrj.br](mailto:buckup@acd.ufrj.br)



*Figura 1.* Macho (acima) e fêmea (abaixo) de *Poecilia vivipara*, capturados no lago do chafariz do Horto Botânico do Museu Nacional, Parque Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro (22°54'31.21"S 43°13'26.17"O).

**Nome popular:** Barrigudinho, Guaru.

**Sinônimos:** *Molinesia fasciata* Müller, Troschel 1844 (localidade tipo: Suriname); *Molinesia surinamensis* Müller, Troschel 1844 (localidade tipo: Suriname); *Neopoecilia holacanthus* Hubbs 1924 (localidade tipo: Porto Rico); *Poecilia schneideri* Valenciennes 1821 (localidade tipo: Suriname); *Poecilia surinamensis* Valenciennes 1821 (localidade tipo: Suriname); *Poecilia unimaculata* Valenciennes 1821 (localidade tipo: Rio de Janeiro, Brasil).

**Localidade-tipo:** Suriname.

**Etimologia:** *Poecilia* é a versão latinizada do substantivo feminino grego ποικιλία derivado do adjetivo ποικίλος que significa “variegado”, provavelmente em alusão ao colorido das espécies deste gênero; vivipara (*vivipārus*, latim), adjetivo feminino em sua forma nominativa singular derivada do latim *viviparus*, que significa “que traz seus jovens vivos”, em alusão ao desenvolvimento de embriões no ventre das fêmeas, sem a intervenção de um ovo.

**Informações gerais:** *Poecilia vivipara* é a espécie tipo do gênero *Poecilia*, que por sua vez é o gênero tipo de Poeciliidae, família com 28 gêneros e 276 espécies válidas, restritas ao Novo Mundo (Reznick *et al.*, 2017; Bragança *et al.*, 2018; Fricke *et al.*, 2020). As espécies desta família apresentam pronunciado dimorfismo sexual, sendo a nadadeira dos machos modificada em um órgão copulador, denominado gonopódio. O gênero *Poecilia* possui atualmente 76 espécies válidas (Figueiredo 2018; Fricke *et al.*, 2020; Meredith *et al.*, 2010; Meredith *et al.*, 2011). Sua delimitação atual é baseada em análises filogenéticas de dados moleculares (Meredith *et al.*, 2010; Meredith *et al.*, 2011; Pollux *et al.*, 2014; Reznick *et al.*, 2017).

**Identificação:** Morfologicamente as espécies de *Poecilia* podem ser reconhecidas por características não exclusivas, como a presença de um palpo carnoso anterior no raio 3 do gonopódio, caráter compartilhado independentemente com *Alfaro huberi* (Fowler 1923) (Rosen, Bailey, 1963; Reznick *et al.*, 2017). *Poecilia vivipara* pode ser facilmente diferenciada de todas as congêneres (exceto *Poecilia minima* Costa, Sarraf 1997; *P. waiapi* Bragança, Costa, Gama 2012; *P. sarrafae* Bragança,

Costa 2011; *P. parae* Eigenmann 1894; *P. bifurca* Eigenmann 1909; *P. picta* Regan 1913) pela presença da proeminente mancha pós-umeral preta, anterior ao primeiro raio da nadadeira dorsal, na lateral do corpo. *Poecilia vivipara* pode ser distinguida de *P. minima*, *P. waiapi* e *P. sarrafae* pela ausência de mácula arredondada e centralizada na margem posterior do pedúnculo caudal (vs. presença). *Poecilia vivipara* pode ser distinguida de *P. parae*, *P. bifurca* e *P. picta* pela mancha pós-umeral arredondada (vs. verticalmente alongada) (Bragança, Costa, 2010; Bragança *et al.*, 2011).

Indivíduos machos de *Poecilia reticulata* Peters 1859, espécie cujo padrão de coloração é bastante variável, podem apresentar máculas pretas e arredondadas pelo corpo, eventualmente localizadas anteriormente ao primeiro raio da nadadeira dorsal. Machos de *Poecilia vivipara* podem ser diferenciados de machos de *Poecilia reticulata* pela ausência do par de espinhos posteriores no raio 5 do gonopódio, e pelo curto comprimento do palpo carnoso anterior no raio 3, não ultrapassando distalmente a ponta óssea do gonopódio (vs. presença de par de espinhos posteriores no raio 5 e palpo carnoso anterior no raio 3 longo, ultrapassando a ponta óssea do gonopódio). Ornamentações em fêmeas selvagens de *Poecilia reticulata* são geralmente ausentes.

*Poecilia vivipara* é eventualmente confundida em campo no sudeste e sul do Brasil com *Phalloceros* Eigenmann 1907, cuja maioria das espécies também possuem uma única mácula na lateral do corpo, próxima a origem da nadadeira dorsal. A mácula de *Phalloceros*, entretanto, é posterior ao primeiro raio da nadadeira dorsal e posicionada medialmente no corpo.

*Poecilia vivipara* pode chegar a 69,1 mm de comprimento padrão e 85 mm de comprimento total (MNRJ 41356, fêmea). O corpo é coberto por escamas, alongado e comprimido lateralmente. A boca é protrátil, voltada para cima. A nadadeira peitoral possui 11-15 raios; a pélvica, 5-7 raios; a anal, 6-9 raios; a dorsal, 7-8 raios; e a caudal, 25-26 raios (Malabarba *et al.*, 2013 com modificações).

A coloração geral é castanha ou amarelada, com concentração de cromatóforos na margem das escamas (padrão reticulado). Em todas as populações de *Poecilia vivipara* há uma mácula preta pós-umeral arredondada, anteriormente ao primeiro raio da nadadeira dorsal. Alguns indivíduos podem apresentar concentração de cromatóforos em outras regiões do corpo de forma variável: (1) barras verticais pretas no pedúnculo caudal, especialmente em machos; (2) faixas pretas na margem dorsal e ventral da nadadeira caudal; (3) mancha preta arredondada ou quadrangular cobrindo aproximadamente quatro escamas da margem superior do pedúnculo caudal; (4) em machos a nadadeira dorsal pode apresentar uma faixa preta cobrindo a base dos raios seguida de uma faixa amarela.

Como em outras espécies de Poeciliidae, o gonopódio é formado pela modificação dos raios 3, 4 e 5 da nadadeira anal dos machos. O gonopódio em *Poecilia vivipara* é desprovido de ganchos proeminentes. O palpo carnosos anterior no raio 3 do gonopódio é curto, não ultrapassando distalmente a ponta óssea do gonopódio.

**Biologia:** Espécie eurihalina, *Poecilia vivipara* é comumente encontrada nas porções baixas de bacias hidrográficas costeiras. Habita ambientes de água doce e salobra, sem corredeiras. É tolerante a variações extremas de salinidade e temperatura, sendo frequentemente encontrada em valas e outros ambientes artificiais. Possui hábito alimentar omnívoro. Pode se alimentar de algas, pequenos invertebrados, detritos de origem vegetal e animal. Entretanto, prefere alimentos de origem vegetal (Aranha, Caramaschi, 1999; Araújo *et al.*, 2009; Mazzoni, Lobon-Cerviá, 2000). Reproduz-se durante o ano inteiro. Ocorre cópula com fertilização interna, com o macho girando o gonopódio para a frente de forma a aproximar sua extremidade ao poro urogenital da fêmea. As fêmeas frequentemente são encontradas grávidas, estando a região abdominal proeminente. *Poecilia vivipara* pode hibridizar em cativeiro com *Poecilia velifera* (Regan 1914), gerando descendentes férteis (Silva, Oliveira, 2020).

**Distribuição:** *Poecilia vivipara* ocorre ao longo da costa leste da América do Sul, entre a Venezuela e o rio de La Plata na Argentina (Buckup *et al.*, 2007). Há registros de sua presença nas ilhas de Porto Rico e Martinica no Caribe (Lucinda, 2003; Poeser, 2003), e de sua introdução em Fernando de Noronha (Berbel-Filho *et al.*, 2018).

**Conservação:** Atualmente categorizada como Menos Preocupante (LC) segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018).

**Agradecimentos:** Sérgio A. dos Santos pela figura. Carlos A. Figueiredo pela atenção em discussões sobre sistemática de Poeciliidae.

## REFERÊNCIAS

- Aranha JMR, Caramaschi EP. Estrutura populacional, aspectos da reprodução e alimentação dos Cyprinodontiformes (Osteichthyes) de um riacho do sudeste do Brasil. *Rev Bras Zool.* 1999; 16: 637-651. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751999000300005>
- Araújo FC, Pinto BCT, Teixeira TP. Longitudinal patterns of fish assemblages in a large tropical river in southeastern Brazil: evaluating environmental influences and some concepts in river ecology. *Hydrobiologia.* 2009; 618: 89-107. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9551-5>
- Berbel-Filho WM, Barros-Neto, LF, Dias, RM, Mendes, LF, Figueiredo, CAA, Torres, RA, Lima, SMQ. *Poecilia vivipara* Bloch & Schneider, 1801 (Cyprinodontiformes, Poeciliidae), a guppy in an oceanic archipelago: from where did it come? *ZooKeys.* 2018; 746: 91-104. <https://doi.org/10.3897/zookeys.746.20960>
- Bragança PHN, Costa WJEM. *Poecilia sarrafae*, a new poeciliid from the Parnaíba and Mearim river basins, northeastern Brazil (Cyprinodontiformes: Cyprinodontoidei). *Ichthyol Explor Freshw.* 2010; 21 (4): 369-376.
- Bragança PHN, Costa WJEM, Gama CS. *Poecilia waiapi*, a new poeciliid from the Jari river drainage, northern Brazil (Cyprinodontiformes: Cyprinodontoidei). *Ichthyol Explor Freshw.* 2011; 22 (4):337-343.
- Bragança PHN, Amorim PF, Costa WJEM. Pantanodontidae (Teleostei, Cyprinodontiformes), the sister group to all other cyprinodontoid killifishes as inferred by molecular data. *Zoosyst Evol.* 2018; 94 (1):137-145. <https://doi.org/10.3897/zse.94.22173>
- Buckup PA, Menezes NA, Ghazzi MS, editors. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2007.
- Figueiredo CA, Moreira CR. *Poecilia (Pamphorichthys) akroa*, a new poeciliid species (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) from the Rio Tocantins basin, Brazil. *Zootaxa.* 2018; 4461 (3): 438-444 <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4464.3.9>.
- Fricke R, Eschmeyer WN, van der Laan R. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references [Internet]. San Francisco: California Academy of Science; 2020. Available from: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I - Peixes. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, organizador. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBIO; 2018.

- Lucinda PHF. Family Poeciliidae. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris Jr. C, editors. Check List of the Freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003. p.555-581.
- Malabarba LR, Carvalho Neto P, Bertaco VA, Carvalho TP, Santos JF, Artioli LGS. Guia de identificação dos peixes da bacia do rio Tramandaí. Porto Alegre: Via Sapiens; 2013.
- Mazzoni R, Lobon-Cervia J. Longitudinal structure, density and production rates of a neotropical stream fish assemblage: the river Ubatiba to the Serra do Mar, southeast Brazil. *Ecography*. 2000; 23: 588-602. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2000.tb00178.x>
- Meredith RW, Pires MN, Reznick DN, Springer MS. Molecular phylogenetic relationships and the evolution of the placenta in *Poecilia* (*Micropoecilia*) (Poeciliidae: Cyprinodontiformes). *Mol Phylogenetics Evol*. 2010; 55: 631-639. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.11.006>
- Meredith RW, Pires MN, Reznick DN, Springer MS. Molecular phylogenetic relationships and the coevolution of placentotrophy and superfoetation in *Poecilia* (Poeciliidae: Cyprinodontiformes). *Mol Phylogenetics Evol*. 2011; 59: 148-157. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.01.014>
- Poeser FN. From the Amazon River to the Amazon molly and back again. The evolution and systematics of the genus *Poecilia* Bloch and Schneider, 1801. [Ph. D. Thesis]. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam; 2003. Available from: <https://dare.uva.nl/search?identifier=81ec24c8-d37d-4d5b-b6b4-b0cf54e62454>
- Pollux BJA, Meredith RW, Springer MS, Reznick DN. The evolution of the placenta drives a shift in sexual selection in livebearing fish. *Nature*. 2014; 513: 233-236. <http://doi.org/10.1038/nature13451>
- Reznick DN, Furness AI, Meredith RW, Springer MS. The origin and biogeographic diversification of fishes in the family Poeciliidae. *Plos one*. 2017; 12 (3): e0172546. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172546>
- Rosen DE, Bailey, RM. The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography, and systematics. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist*. 1963; 126 (1).
- Silva MVP, Oliveira C. Híbridação em cativeiro entre *Poecilia velifera* e *P. vivipara*. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*. 2020; 132: 53-62.

*Potamotrygon motoro* (Müller, Henle, 1841)

**Marcos Reis<sup>1\*</sup>**  
**Thiago S. Loboda<sup>2\*\*\*</sup>**  
**Veronica Slobodian<sup>1\*\*</sup>**

<sup>1</sup> Universidade de Brasília, Laboratório de Ictiologia Sistemática, Departamento de Zoologia (ZOO), Instituto de Ciências Biológicas, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900 Brasília, DF.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Acre, Laboratório de Pesquisas Paleontológicas, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN), Rodovia BR-364, Km 04, Distrito Industrial, 69920-900 Rio Branco, AC.

\*[marcosjuniorreisbio@gmail.com](mailto:marcosjuniorreisbio@gmail.com); \*\*\*[loboda\\_bio@yahoo.com.br](mailto:loboda_bio@yahoo.com.br); \*\*[vslobodian@unb.br](mailto:vslobodian@unb.br)

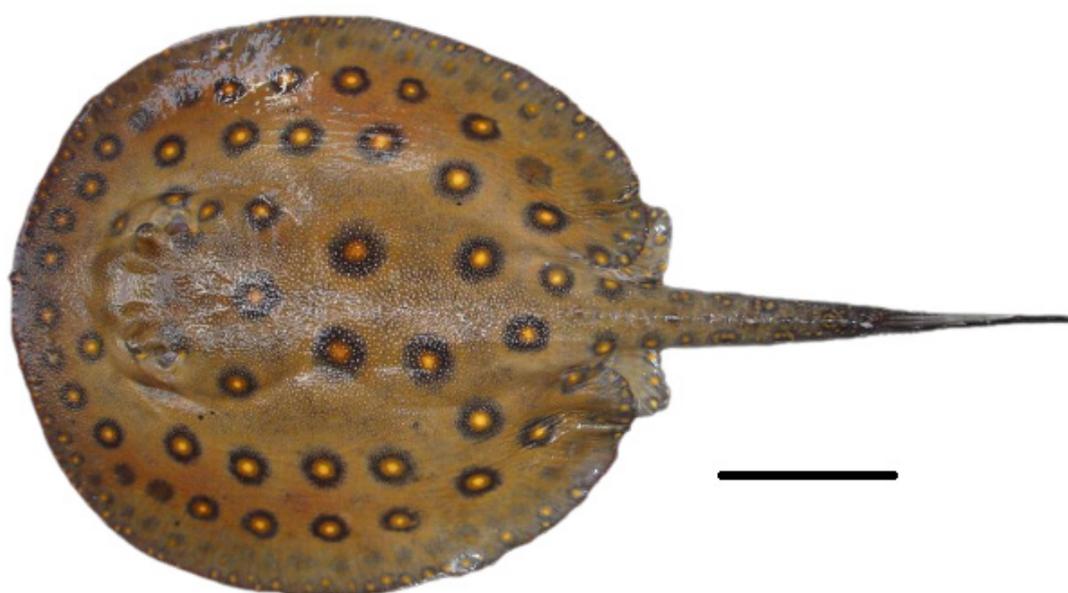


Figura 1. *Potamotrygon motoro* MZUSP 104288, escala de 10 cm. Vista dorsal. Fotografia de Fernando Marques.

**Nome popular:** Raia ou Arraia de Fogo, Raia Ocelada, Raia Olhos de Pavão.

**Localidade-tipo:** Rio Guaporé, distrito de Vila Bela Santíssima Trindade, estado do Mato Grosso, Brasil (Müller, Henle, 1841; Loboda, Carvalho, 2013). Paralectótipos pertencentes ao rio Cuiabá, bacia Paraná-Paraguai, estado do Mato Grosso, Brasil.

**Informações gerais:** *Potamotrygon motoro* (Müller, Henle, 1841) pertence à família Potamotrygonidae, subfamília Potamotrygoninae, um grupo de raias que evoluíram e se desenvolveram exclusivamente em águas doces continentais (da Silva, Loboda, 2019). *Potamotrygon motoro* foi descrita com base em espécimes do rio Guaporé (bacia do rio Madeira) e rio Cuiabá (bacia do alto rio Paraná), estado do Mato Grosso, no Brasil, a partir de exemplares coletados pelo naturalista austríaco Johann Natterer (Müller, Henle, 1841). Posteriormente à sua descrição, entretanto, diversos autores citaram a espécie como ocorrendo em muitas bacias sul-americanas, resultando em uma ampla distribuição na América do Sul reconhecida atualmente (Loboda, Carvalho, 2013). Por meio do estudo de dados morfológicos (Loboda, 2010), hoje, *P. motoro* não é mais interpretada como um complexo de espécies. A espécie pode ser encontrada em rios de largura variável, áreas de floresta inundada e lagoas fixas ou temporárias (Rosa, 1985; Carvalho *et al.*, 2003; Rosa, Carvalho, 2007). Espécimes atribuídos a *P. motoro* apresentam corpo ligeiramente ovalado, com coloração característica de ocelos tricolores na região dorsal. Apesar de tais ocelos se apresentarem, geralmente, como um círculo amarelo claro cercado por uma zona um pouco mais escura, amarelada ou alaranjada, e anel escuro exterior, observa-se uma grande variação intraespecífica desse padrão, provavelmente correlacionada à ampla distribuição das populações de *P. motoro* (Loboda, 2010; Loboda, Carvalho, 2013). Por possuírem um ferrão junto à base da aba caudal, associado a glândulas de veneno, *P. motoro* configura uma espécie de importância médica, sendo relatados acidentes com diversos graus de gravidade (Haddad Junior, 2003; Lameiras *et al.*, 2013). Finalmente, *P. motoro* é uma espécie de interesse para aquaristas, devido à sua estética e padrões de coloração (Duncan *et al.*, 2010).

**Identificação:** Apresentam formato corporal em disco ovalado, com o comprimento padrão dos organismos adultos variando entre 25cm - 100cm (Loboda, 2010). Coloração dorsal de fundo acinzentada, marrom escura ou clara, ornamentada com manchas ocelares de tamanho aproximadamente igual ao comprimento dos olhos. Tais ocelos podem variar, mas geralmente apresentam a região medial amarela clara, uma banda intermediária que varia entre tons amarelados a alaranjados, e um anel escuro periférico (Fig. 1, 2). Ocelos distribuídos pelo corpo de modo àqueles próximos ao centro do disco serem maiores e em menor número, reduzindo gradativamente o tamanho e aumentando em quantidade próximo às bordas. Coloração ventral de fundo esbranquiçada, bege ou uma amarela clara, apenas a extremidade distal do focinho e as inserções das nadadeiras pélvicas apresentam coloração similar ao dorso, mas desprovida de ocelos. Cauda grossa e relativamente curta (comprimento médio da cauda 78,5% e largura média de 13,4% da largura do disco), apresentando na base um ferrão de dentina (Loboda, 2010; Loboda, Carvalho, 2013), coberto por uma bainha tegumentar contendo glândulas produtoras de veneno, usado em comportamentos defensivos (Lameiras *et al.*, 2013). Apesar das relações das espécies de *Potamotrygon* ainda aguardarem resolução, *P. motoro* pode ser distinguida de suas congêneres pela presença de manchas tricolores conspícuas, coloração dorsal predominante cinza ou marrom, e presença de pequenos dentículos dérmicos estrelados sobre toda a extensão do dorso (Loboda, Carvalho, 2013).

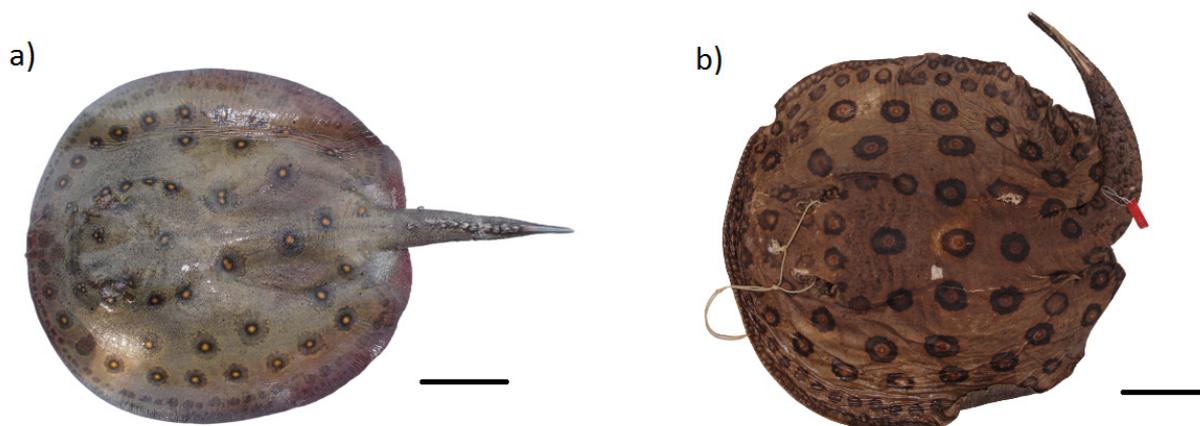


Figura 2. *Potamotrygon motoro* a) MZUSP 104022, b) MZUSP 14776, escala de 10 cm. Vista dorsal. Exemplos de variabilidade de coloração intraespecífica. Fotografias de Fernando Marques e Thiago Loboda.

**Biologia:** *Potamotrygon motoro* pode ser encontrada tanto em habitats aquáticos lênticos (como áreas de floresta inundada, lagoas fixas ou temporárias e igapós) quanto lóticos. É encontrada em rios de largura e profundidade variável, de águas brancas, claras ou pretas, e que podem apresentar os mais diversos tipos de substratos (como arenoso, lodoso ou rochoso) (Rosa *et al.*, 2010). É uma espécie bêntica, que apresenta comportamento de se enterrar no substrato, provavelmente como meio de camuflagem (Rosa *et al.*, 2010). Apesar de apresentar mudança ontogenética na dieta entre indivíduos jovens e adultos, é carnívora, alimentando-se de uma ampla gama de invertebrados e alguns peixes (Almeida *et al.*, 2010). Apresenta baixa fecundidade, maturação sexual tardia e crescimento lento, com desenvolvimento vivíparo, variando de três a nove meses de gestação (Charvet-Almeida *et al.*, 2005). Sob situações de ameaça, podem utilizar da inoculação de veneno pelo seu ferrão na base da cauda (Lameiras *et al.*, 2013).

**Conservação:** O *status* atual de conservação da espécie no Brasil segundo a última avaliação, realizada em 2012, classifica-a como “Menos Preocupante” (LC – *Least Concern*) (ICMBio, 2018). Por ser amplamente distribuída pelos sistemas hídricos da América do Sul, *P. motoro* como é delimitada hoje não apresentaria um grande risco de extinção, especialmente por apresentar essa grande área de distribuição. Por isso foi considerada uma espécie não ameaçada de extinção pelos critérios da IUCN. No entanto, as principais ameaças a esta espécie se referem à pesca para fins de alimentação, captura e venda para aquarismo nacional e internacional, além da degradação de seus habitats naturais por consequência de atividades antrópicas, como construção de drenos e barragens (Arantes *et al.*, 2019). Recomenda-se que esses impactos sejam monitorados ao longo do tempo para que a população não decline rapidamente.

**Distribuição:** Com as recentes revisões, as quais descreveram espécies antigamente consideradas pertencentes a um possível complexo de *Potamotrygon motoro* (Rosa *et al.*, 2008; da Silva, Loboda, 2019), esta espécie é atualmente reconhecida como aquela que apresenta a mais ampla distribuição geográfica dentro da subfamília, sendo registrada nas bacias dos rios Amazonas, Paraná, Paraguai, La Plata, Orinoco e das Guianas, no Brasil, Argentina e Uruguai (Carvalho *et al.*, 2003; Loboda, Carvalho, 2013; Dagosta, de Pinna, 2019).

## REFERÊNCIAS

- Almeida M, Lins P, Charvet-Almeida P, Barthem R. Diet of the freshwater stingray *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) on Marajó Island (Pará, Brazil). *Brazilian J Biol.* 2010; 70(1):155–62. doi: <https://doi.org/10.1590/s1519-69842010000100022>.
- Arantes CC, Fitzgerald DB, Hoeinghaus DJ, Winemiller KO. Impacts of hydroelectric dams on fishes and fisheries in tropical rivers through the lens of functional traits. *Curr Opin Environ Sustain.* 2019; 37:28–40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.04.009>.
- Buckup PA, Menezes NA, Ghazzi MS. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional; 2007.
- Carvalho MR, Lovejoy NR, Rosa RS. Family Potamotrygonidae (river stingrays). In: Reis RE, Malabarba LR, Ferraris C, editors. Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003. p. 22-29.
- Silva JPCB da, Loboda TS. *Potamotrygon marquesi*, a new species of neotropical freshwater stingray (Potamotrygonidae) from the Brazilian Amazon Basin. *J Fish Biol.* 2019; 95(2):594–612. doi: <https://doi.org/10.1111/jfb.14050>.
- Charvet-Almeida P, Góes de Araújo ML, de Almeida MP. Reproductive aspects of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon Basin. *J Northwest Atl Fish Sci.* 2005; 35(February):165–71. doi: <https://doi.org/10.2960/J.v35.m502>.
- Dagosta FCP, De Pinna M. The Fishes of the Amazon: Distribution and Biogeographical Patterns, with a Comprehensive List of Species. *Bull Am Mus Nat.* 2019; (431): 1-163. <https://doi.org/10.1206/0003-0090.431.1.1>
- Duncan WP, Inomata SO, Fernandes MN. Comércio de raias de água doce na região do médio rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. *Rev Bras Eng Pesca.* 2010; 5(2):13–22.
- Haddad Junior V. Animais aquáticos de importância médica no Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2003; 36(5):591–7. doi: <https://doi.org/10.1590/s0037-86822003000500009>.
- ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção [Internet]. Disponível em: <http://icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro-vermelho2018-vol1.pdf>. 2018.
- Lameiras JLV, Costa OTF da, Dos-Santos MC. Neotropical freshwater stingrays (Chondrichthyes – Potamotrygoninae): biology, general features and envenomation. *Toxin Rev.* 2019. doi: <https://doi.org/10.1080/15569543.2018.1542406>.
- Loboda TS. Revisão taxonômica e morfológica de *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) na bacia Amazônica (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). [Tese de doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-08122010-112151/en.php>
- Loboda TS, Carvalho MR de. Systematic revision of the *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) species complex in the Paraná-Paraguay basin, with description of two new ocellated species (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). *Neotrop Ichthyol.* 2013; 11(4):693–737. doi: <https://doi.org/10.1590/S1679-62252013000400001>.
- Müller J, Henle FGJ. 1841. Systematische Beschreibung der Plagiostomen. Berlin; 1841. p. i-xxii + 103-200.
- Rosa RS, De Carvalho MR, Wanderley CDA. *Potamotrygon boesemani* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae), a new species of Neotropical freshwater stingray from Surinam. *Neotrop Ichthyol.* 2008; 6(1):1–8. doi: <https://doi.org/10.1590/S1679-62252008000100001>.
- Rosa RS, Charvet-Almeida P, Quijada CCD. Biology of the South American potamotrygonid stingrays. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR, editors. Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation. Boca Raton: CRC Press; 2010. p. 241-281.

*Ituglanis boitata* Ferrer, Donin, Malabarba, 2015

**Axel Makay Katz<sup>1</sup>**  
**Felipe Polivanov Ottoni<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Laboratório de Sistemática e Evolução de Peixes Teleósteos, Departamento de Zoologia, Cidade Universitária, CEP 21.941-599, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. [axelmk@gmail.com](mailto:axelmk@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, campus Chapadinha, Laboratório de Sistemática e Ecologia de Organismos Aquáticos, MA-222, Km-04, S/N, Bairro Boa Vista, CEP 65500-000, Chapadinha, MA, Brasil. [fpottoni@gmail.com](mailto:fpottoni@gmail.com)



**Nome popular:** cambeva; bagrinho.

**Local da fotografia:** Brasil, Rio Grande do Sul, município de Maquiné, rio Maquiné, bacia do rio Tramandaí. Coordenadas: 29°39'07"S 50°12'31"O; elevação: 22m (próximo à localidade-tipo). Lote testemunho UFRJ 10582, 1, 60,7 mm CP. Exemplar fotografado por Axel M. Katz.

**Localidade-tipo:** Brasil, Estado do Rio Grande do Sul, Município de Maquiné, rio Maquiné, Bacia do rio Tramandaí, 29°31'26"S 50°18'56"O (Ferrer *et al.*, 2015).

**Etimologia:** o epíteto específico vem do tupi-guarani “*boi*” (serpente) e “*tata*” (fogo), uma referência ao padrão de colorido alaranjado e a forma que o peixe se desloca na água, lembrando uma serpente (Ferrer *et al.*, 2015).

**Informações gerais:** O gênero *Ituglanis* Costa, Bockmann, 1993 até recentemente tinha o posicionamento incerto em Trichomycterinae (Myers, Weitzman, 1966; de Pinna, 1989; Costa, Bockmann, 1993, 1994; DoNascimento, 2015), sendo considerado mais relacionado com outros gêneros de Trichomycteridae do clado TSVSG (Tridentinae, Sarcoglanidinae, Vandelliinae, Stegophilinae e Glanapteryginae) (de Pinna, 1989; Costa, Bockmann, 1994). No entanto, a partir de Datovo, Bockmann (2010), novas evidências obtidas a partir de uma análise miológica indicaram *Ituglanis* como parte de Trichomycterinae, o que foi corroborado por filogenias moleculares realizadas por Henschel *et al.* (2017), Ochoa *et al.* (2017) e Katz *et al.* (2018).

Há outra fotografia de *Ituglanis boitata* "Ferrer, Donin, Malabarba, 2015" em vida publicada no Guia de identificação dos peixes da bacia do rio Tramandaí (Malabarba *et al.*, 2013). No entanto, o exemplar fotografado está com uma coloração marrom não condizente com a coloração em vida característica da espécie segundo a descrição original, podendo representar um exemplar juvenil ou um exemplar sob estresse. Portanto, a fotografia apresentada pelo presente trabalho é a primeira que mostra a coloração em vida como descrita na descrição original, com a cor alaranjada, que é mencionada e utilizada como epíteto específico da espécie, sendo uma das principais características da mesma. Com a publicação dessa fotografia do exemplar vivo, este caráter de coloração em vida agora pode ser visualizado por toda a comunidade científica e, inclusive, vir a ser utilizado como caráter diagnóstico no futuro quando comparado com a coloração em vida de outras espécies do gênero.

**Identificação:** *Ituglanis boitata* é diagnosticado pela seguinte combinação de caracteres: canal supraorbital do sistema cefálico laterosensorial interrompido entre as seções do nasal e frontal, presença do poro S2, e por possuir mais de 40 vértebras.

**Biologia e habitat:** O exemplar da foto (UFRJ 10582) foi coletado no rio Maquiné estando, de acordo com o seu hábito de vida, em meio a pedras no fundo de um riacho, com forte correnteza.

**Distribuição:** *Ituglanis boitata* é endêmico para a ecorregião Tramandaí-Mampituba (FEOW 335), sensu Abell *et al.* (2008). Essa ecorregião engloba as bacias dos rios Araranguá, Mampituba e Tramandaí, vindos da Serra Geral. A espécie é distribuída no sistema do rio Tramandaí, e bacias dos rios Mampituba e Araranguá, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sul do Brasil (Ferrer *et al.*, 2015, Fricke *et al.*, 2020).

**Conservação:** *Ituglanis boitata* não se encontra ameaçada de extinção, segundo a mais recente lista publicada de espécies ameaçadas (ICMBIO, 2018).

## REFERÊNCIAS

- Abell R, Thieme ML, Revenga C, Bryer M, Kottelat M, Bogutskaya N *et al.* Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *Bioscience*. 2008; 58(5):403–414. <https://doi.org/10.1641/B580507>
- Costa WJEM, Bockmann FA. Un nouveau genre néotropical de la famille des Trichomycteridae (Siluriformes: Loricarioidei). *Rev Fr Aquariol*. 1993; 20(2):43–46.
- Costa WJEM, Bockmann FA. A new genus and species of Sarcoglanidinae (Siluriformes: Trichomycteridae) from south-eastern Brazil, with a re-examination of subfamilial phylogeny. *J. Nat. Hist.* 1994; 28: 715–730. <https://doi.org/10.1080/00222939400770331>
- Datovo A, Bockmann FA. Dorsolateral head muscles of the catfish families Nematogenyidae and Trichomycteridae (Siluriformes: Loricarioidei): comparative anatomy and phylogenetic analysis. *Neotrop Ichthyol.* 2010; 8(2):193–246. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252010000200001>
- DoNascimento C. Morphological evidence for the monophyly of the subfamily of parasitic catfishes Stegophilinae (Siluriformes, Trichomycteridae) and phylogenetic diagnoses of its genera. *Copeia*. 2015; 103(4):933–960. <https://doi.org/10.1643/CI-14-132>
- Ferrer J, Donin LM, Malabarba LR. A new species of *Ituglanis* Costa & Bockmann, 1993 (Siluriformes: Trichomycteridae) endemic to the Tramandaí-Mampituba ecoregion, southern Brazil. *Zootaxa*. 2015; 4020(2):375–389. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4020.2.8>

- Fricke R, Eschmeyer WN, van der Laan R. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. [Internet]. San Francisco: California Academy of Science; 2020. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org>
- Henschel E, Mattos JLO, Katz AM, Costa WJEM. Position of enigmatic miniature trichomycterid catfishes inferred from molecular data (Siluriformes). *Zool Scr.* 2017; 00:1–10. <https://doi.org/10.1111/zsc.12260>
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I/1. ed. Brasília: ICMBio. 2018; 492 p.
- Katz AM, Barbosa MA, Mattos JLO, Costa WJEM. Multigene analysis of the catfish genus *Trichomycterus* and description of a new South American trichomycterine genus (Siluriformes, Trichomycteridae). *Zoosyst Evol.* 2018; 94(2):557–566. <https://doi.org/10.3897/zse.94.29872>
- Malabarba LR, Carvalho Neto P, Bertaco VA, Carvalho TP, Santos JF, Artioli LGS. Guia de identificação dos peixes da bacia do rio Tramandaí. Via Sapiens. Porto Alegre; 2013. 140 pp.
- Myers GS, Weitzman SH. Two remarkable new trichomycterid catfishes from the Amazon basin in Brazil and Colombia. *J Zool Lond.* 1966; 149(3):277–87.
- Ochoa LE, Roxo FF, DoNascimento C, Sabaj MH, Datovo A, Alfaro M, Oliveira C. Multilocus analysis of the catfish family Trichomycteridae (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes) supporting a monophyletic Trichomycterinae. *Mol Phylogenetics Evol.* 2017; 115:71–81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2017.07.007>
- de Pinna MCC. A new sarcoglanidine catfish, phylogeny of its subfamily, and an appraisal of the phyletic status of the Trichomycterinae (Teleostei, Trichomycteridae). *Am Mus Novit.* 1989; 2950:1–25.

## ALÍPIO DE MIRANDA RIBEIRO

**Marcelo R. Britto<sup>1</sup>**  
**Flavio C. T. Lima<sup>2</sup>**  
**Cristiano R. Moreira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro,, Museu Nacional, Depto. Vertebrados, Setor de Ictiologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040 Rio de Janeiro, RJ. (MRB) [mrbritto@mn.ufrj.br](mailto:mrbritto@mn.ufrj.br) , (CRM) [moreira.c.r@mn.ufrj.br](mailto:moreira.c.r@mn.ufrj.br)

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Campinas "Adão José Cardoso", Museu de Zoologia, Cx. Postal 6109, 13083-863 Campinas, SP. [fctlima@gmail.com](mailto:fctlima@gmail.com)

**Alípio de Miranda Ribeiro** é indubitavelmente o zoólogo brasileiro mais importante do início do século XX. Nascido em 21 de fevereiro de 1874, em Rio Preto, Minas Gerais, Alípio demonstrou, desde sua infância, grande interesse pela Zoologia, "coleccionando nos arredores do colégio de seus pais e mantendo nos porões e parque um pequeno jardim zoológico" e "traduzindo para o português (com a idade de 14 anos e, havendo para tal estudado sem mestres o francês) os trabalhos de Buffon existentes na Biblioteca Pública de Valença, copiando-lhes as estampas a aquarela" (Anônimo, 1939).

Realizou seu curso secundário no Rio de Janeiro, e ao ingressar na Escola de Medicina (que não concluiu), tornou-se assíduo no Museu Nacional, instituição onde viria trabalhar dos seus 20 anos até o final da sua vida.

Seu primeiro artigo ictiológico tratou de peixes por ele coletados no rio Pomba, um afluente do rio Paraíba do Sul em Cataguazes, Minas Gerais (1902), quando descreveu sua primeira espécie, *Megalobrycon piabanha*, hoje considerada um sinônimo de *Brycon insignis*. A seguir, com a co-autoria póstuma de Karl ("Carlos") Schreiner (1849-1896), publicou sobre a então pequena coleção de peixes do Museu Nacional, quando descreveu, entre outras espécies, *Sternopygus limbatus* (atual *Eigenmannia limbata*), um gimnotiforme comum nos rios de água branca da bacia amazônica. No mesmo ano (1903), publicou um artigo sobre os peixes pescados durante a operação do primeiro barco empregando a metodologia de arrasto de portas de forma comercial no Brasil, o "Annie", tendo participado de uma das pescarias, que descreve detalhadamente. Muitos peixes bentônicos marinhos foram então registrados pela primeira vez para o Brasil, e algumas espécies foram descritas como novas por Miranda Ribeiro, inclusive algumas já de importância na pesca como o namorado, *Pseudopercis numida*.

Em 1905, Miranda Ribeiro publicou um artigo sobre a fauna de vertebrados do Itatiaia, coletados por seu amigo e colega de Museu Nacional, o naturalista Carlos Moreira (1869-1946), no qual descreveu a cambeva *Trichomycterus itatiayae*, uma espécie endêmica da região.

Em 1907 iniciou sua ambiciosa (e inacabada) "Fauna Braziliense", que pretendia que fosse análoga à "Flora brasiliensis" de Martius, com um volume geral sobre anatomia, morfologia e classificação de peixes, e outro sobre os "Desmobranchi" (= Chondrichthyes), no qual ele levantou todas as espécies conhecidas até então para o Brasil e descreveu duas espécies, a raia *Raja castelnaui* (atual *Atlantoraja castelnaui*) e o cação *Catulus haeckelli* (atual *Scyliorhinus haeckelii*), o último em homenagem a Ernst Haeckel (1834-1919), a quem Alípio muito admirava.

Entre 1907-1908, Alípio publicou diversos trabalhos descrevendo peixes coletados pelo naturalista Sigismund Ernst Richard ("Ricardo") Krone (1861-1917), na bacia do rio Ribeira de Iguape, entre eles, a primeira espécie de peixe troglóbio conhecida do Brasil, *Pimelodella kronei*, e o trairão, *Hoplias lacerdae*.

Entre 1909 e 1911 publicou dois volumes adicionais do "Fauna Braziliense", um tratando dos "Eleutherobranchios Spirophoros" (= Dipnoi) e o segundo dos "Physostomos Scleracanthos" (= Siluriformes). Participou como zoólogo da "Comissão de Linhas Telegráficas Estratégicas de Mato Grosso ao Amazonas", conhecida como "Comissão Rondon", liderada por Cândido Mariano da Silva Rondon (1865-1958) entre 1908 e 1910.

Iniciou sua viagem em Buenos Aires, onde tomou um barco até Corumbá (a ligação terrestre do Mato Grosso com o restante do Brasil ainda era precária na época), de lá se deslocando ao alto rio Paraguai na região de Cáceres, de onde atravessou o divisor de águas com a bacia amazônica na Chapada dos Parecis, visitando o rio Juruena antes de seguir para o atual estado de Rondônia e descer o rio Madeira, até a cidade de Manaus. Em Manaus encontrou o naturalista John D. Haseman (1887-1969), então numa expedição de coleta de peixes a serviço do Carnegie Museum. Relata Alípio acerca desse encontro: "Quatro exemplares desse curioso peixe [*Acestridium discus*] foram pescado (sic) pelo Sr. J. Hasemann (sic) do Museu Carnegie e por mim em Manáos, numa excursão que fizemos aos arredores de Manáos. Como as rêdes fossem do Sr. Hasemann (sic) pertenciam-lhe os peixes. O Sr. Hasemann (sic) cedeu-me entretanto dois que serviram á presente descrição" (Miranda Ribeiro, 1912a).

Com o material coletado nesse período e por outros membros que participaram de etapas posteriores (a comissão se estendeu até 1915), Alípio publicou, entre 1912 e 1920, quatro artigos descrevendo peixes coletados nas bacias dos rios Paraguai, Madeira e Tapajós nos estados do Mato Grosso, Rondônia e Amazonas. Entre as espécies descritas nesses trabalhos, destacam-se o pequeno tricomictérideo hematófago *Paravandellia oxyptera*, da bacia do rio Paraguai, o peixe-lenha *Sorubim trigonocephalus*, o auqueniptérideo *Glanidium piresi* (atual *Tocantinsia piresi*), que é o maior representante da família, e o acará *Aequidens rondoni*, muito comum na bacia do rio Juruena.

Em 1911, Alípio fez uma viagem de seis meses pela Europa e Estados Unidos, com o objetivo de obter informações sobre as técnicas de taxidermia adotadas nos museus de história natural e os métodos de estudo da pesca. Nessa viagem conheceu alguns ictiólogos importantes da época: Charles Tate Regan (1878-1943) e George Albert Boulenger (1858-1937) no Museu Britânico, Jacques Pellegrin (1873-1944) no Museu de História Natural de Paris, e Franz Steindachner (1834-1919), do Museu de História Natural de Viena. Fez grande amizade com Steindachner, em suas palavras "o decano dos ichthyologistas militantes do mundo actual e um dos mais profundos conhecedores da fauna ichthyologica do Brasil, fez-me o honorissimo convite de colaborar com elle nos meus estudos ulteriores de ichthyologia brasilica, offerecendo-me as columnas dos annaes da Academia de Sciencias e promptificando-se à fazer por sua conta todos os desenhos que fossem necessarios" (Miranda Ribeiro, 1912b).

Entre 1912-1913 Alípio dirigiu a Inspetoria de Pesca, na Praia Vermelha (Rio de Janeiro, RJ), sendo responsável por sua organização e na criação de um dos primeiros navios oceanográficos brasileiros, o "José Bonifácio". Infelizmente, a falta de compreensão da

importância de tal instituição pelos políticos fez com que a Inspetoria da Pesca tivesse uma duração efêmera. Em 1915 Alípio publicou o quinto (e derradeiro) volume da "Fauna Braziliense", abarcando os "Physoclisti" (= diversos grupos de peixes, incluindo Beloniformes, Atheriniformes, Tetraodontiformes, Syngnathiformes, e muitos grupos de Acanthopterygii).

A convite de Affonso d'Escragno Taunay (1876-1958), diretor do Museu Paulista, em 1918 Alípio visitou aquela instituição e reorganizou a coleção de peixes lá existente, que havia ficado sem curador após a saída de Rodolpho von Ihering (1883-1939) em 1917. Deste trabalho resultaram cinco artigos, nos quais listou todo o material então presente na coleção do que viria a ser tornar o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, descrevendo várias espécies novas, dentre as quais destacam-se o bagrinho *Glanidium melanopterum* e o surubim *Steindachneridion scripta*.

Em 1919 Alípio publicou um artigo sobre os vertebrados da Ilha da Trindade, na qual enumerou as espécies de peixes conhecidas para aquela ilha e descreveu o blenídeo *Ophioblennius trinitatis*. Na década de 1920, Alípio publicou principalmente sobre anfíbios e aves. Na década de 1930, destacam-se seus artigos sobre zoogeografia brasileira, publicadas na revista "O Campo". Num desses artigos descreveu o pacu *Utiaritichthys sennaebregai*, do rio Papagaio (afluente do rio Juruena), acima da cachoeira de Utiariti, onde havia um posto homônimo criado pela Comissão Rondon. Em sua última publicação, postumamente em 1939, descreveu o limpa-vidro *Otocinclus hoppei*, entre outras espécies hoje consideradas sinônimas.

Alípio faleceu após breve enfermidade, em 8 de janeiro de 1939, aos 64 anos de idade. Ao longo de mais de 40 anos de atividade científica ininterrupta,

Alípio publicou mais de 150 artigos científicos, abarcando todos os grupos de vertebrados, mas sua predileção pelos peixes era notória, fazendo com que até hoje seja um dos brasileiros que mais descreveu espécies desse grupo. Alípio descreveu um total de 147 espécies de peixes, das quais 74 (pouco mais de 50%) são hoje consideradas válidas, e um total de 30 gêneros, 11 considerados atualmente válidos. Dentre as espécies atualmente consideradas válidas descritas por Alípio, 57 são de água doce e 17 são marinhas. Alípio também tinha uma clara predileção pelos Siluriformes, 48 das espécies de peixes hoje consideradas válidas por ele pertencem a essa ordem.

Além de sua extensa produção de artigos, Alípio traduziu para a língua portuguesa diversos trabalhos científicos do alemão, francês e inglês, ministrou inúmeras conferências e era ativo nos jornais da época. Envolveu-se intensamente nas atividades do Museu Nacional, incluindo sua exposição. Curiosamente, publicou textos com os pseudônimos “Cryptus” e “Jurema”. Nas palavras de George Myers (1905-1985) “Por isto temos imensa estima e admiração pelo finado Prof. Alípio de Miranda-Ribeiro do Brasil, uma das verdadeiras grandes figuras da ciência Sulamericana [...] Alípio foi um Brasileiro do mesmo escalão que produziu Machado de Assis”.

Alípio de Miranda Ribeiro trata-se de uma referência atemporal para a Zoologia Brasileira, com uma vasta obra no estudo dos vertebrados. Está entre os grandes cientistas brasileiros da primeira metade do século XX, como Oswaldo Cruz, mas ao contrário deste e de outros grandes nomes, teve sua formação inteiramente no Brasil e de forma autodidata.

Uma lista parcial de suas publicações pode ser encontrada em <https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=AUZLXq4AAAAJ>.

## REFERÊNCIAS

- Anônimo. Alipio de Miranda Ribeiro 1874-1939. Boletim do Instituto Biológico. 1939 4(2): 154-159, 1 estampa.
- Miranda Ribeiro, A. Historia Natural. Zoologia. Loricariidae, Callichthyidae, Doradidae e Trichomycteridae. Comissão de Linhas Telegraphicas Estrategicas de Matto Grosso ao Amazonas. 1912a; 5: 31 pp, 1 prancha.
- Miranda Ribeiro, A. Os processos de taxidermia e o Museu Nacional do Rio de Janeiro. 1912b. Papelaria Luiz Macedo, Rio de Janeiro, 37 pp, 16 pranchas.
- Myers, G.S. *Phyllax telescopus*, II. Copeia. 1960; 1960(2): 157-159.

## INFORMES DA DIRETORIA

Ao longo dos últimos anos o Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia foi crescendo, tomando corpo e notoriedade. Nossos associados e associadas passaram a contribuir de maneira cada vez mais entusiasmada com esta querida publicação. A expansão do boletim - tanto em número de páginas quanto em tópicos de discussão, tornou peremptória a expansão também do seu corpo editorial. E é com essa notícia que damos as boas vindas ao novo **Comitê Editorial do Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia**: Bruno Cavalheiro Araújo, Douglas Aviz Bastos, Francisco Severo Neto, Guilherme Moreira Dutra, Laura Donin, Maria Laura Delapieve e Naraiana Loureiro Benone, sob a batuta da nossa editora-chefe e secretária da SBI, Veronica Slobodian. Obrigada por toparem essa empreitada conosco!

## EVENTOS

### **XVI CONGRESO COLOMBIANO DE ICTIOLOGÍA e VII ENCUENTRO SURAMERICANO DE ICTIÓLOGOS**

Nas datas de **14 a 20 de agosto** de 2021 ocorrerá o XVI Congreso Colombiano de Ictiología, conjuntamente com o VII Encuentro Suramericano de Ictiólogos, em Barranquilla, Colômbia. Com o tema "**Retos sobre la diversidad dulceacuícola y marina**", o congresso aceita envio de resumos até 15 de maio de 2021. Mais informações podem ser encontradas em [www.acictios.org](http://www.acictios.org).

# AUMENTANDO O CARDUME

Para afiliação, o pagamento da anuidade pode ser feito com cartão de crédito, PayPal ou depósito/transferência bancária. Confira em nosso site as facilidades!

Damos **boas-vindas** aos nossos novos afiliados (até 05/12/2020): **Diego Sousa Campos, Elizete Rizzo, Marcelo Rodrigues dos Anjos, Nilo Bazzoli e Yan Ribeiro Kurtz de Assumpção.**

Deixe sempre o seu cadastro atualizado no site da Sociedade. Qualquer dúvida ou dificuldade em recuperar sua senha, nos escreva ([tesouraria.sbi@gmail.com](mailto:tesouraria.sbi@gmail.com) ou [contato.sbi@gmail.com](mailto:contato.sbi@gmail.com)).



# PARTICIPE DA SBI

Para afiliar-se à SBI, é fácil: acesse a homepage da sociedade no endereço <http://www.sbi.bio.br> e cadastre-se. A filiação dará direito ao recebimento online da revista Neotropical Ichthyology (NI), e a descontos na inscrição do Encontro Brasileiro de Ictiologia e na anuidade e congresso da Sociedade Brasileira de Zoologia. Além disso, sua participação é de fundamental importância para manter a SBI, uma associação sem fins lucrativos e de Utilidade Pública oficialmente reconhecida. Fazemos um apelo aos orientadores associados para que expliquem e sensibilizem seus alunos sobre a importância da filiação por um preço acessível, pois estudantes pagam somente 50% da anuidade.

Para enviar suas contribuições aos próximos números do Boletim SBI, basta enviar um email à secretaria ([boletim.sbi@gmail.com](mailto:boletim.sbi@gmail.com)). Você pode participar enviando **artigos, comunicações, fotos** de peixes para a primeira página e dados sobre o 'Peixe da Vez', **notícias** e outras informações de interesse da sociedade. **Contamos com a sua participação!**

## EXPEDIENTE

### SOCIEDADE BRASILEIRA DE ICTIOLOGIA

CNPJ: 53.828.620/0001-80

#### **DIRETORIA** (biênio 2019-2021)

**Presidente:** Dra. Maria Elina Bichuette

**Secretária:** Dra. Veronica Slobodian

**Tesoureira:** Dra. Carla Natacha Marcolino Polaz

#### **CONSELHO DELIBERATIVO**

**Presidente:** Dr. Roberto Esser dos Reis

**Membros:** Dra. Ana Lúcia Vendel, Dra. Carla S. Pavanelli, Dr. Fábio Di Dario, Dr. Fernando Rogério Carvalho, Dr. Jansen A. S. Zuanon, Dr. Luiz R. Malabarba

**Sede Administrativa da SBI:** Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Rodovia Washington Luís, Km 235, Caixa Postal 676, 13565-905, São Carlos, SP, Brasil.

**BOLETIM SBI, Nº 134**

**Edição e revisão geral:** Diretoria da SBI

**Diagramação:** Rafael Leme

**Comitê Editorial:**

Veronica Slobodian · editora-chefe,  
Bruno Cavalheiro Araújo, Douglas Aviz Bastos,  
Francisco Severo Neto, Guilherme Moreira Dutra,  
Laura Donin, Maria Laura Delapieve,  
Naraiana Loureiro Benone

**Email:** [boletim.sbi@gmail.com](mailto:boletim.sbi@gmail.com)

**Homepage:** <http://www.sbi.bio.br>

**Fotografias que ilustram essa edição:**

Fernando R. de Carvalho e João Luiz Gasparini

**Importante: Os conceitos, ideias e comentários expressos no Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia são de inteira responsabilidade de seus autores.**

A Sociedade Brasileira de Ictiologia, fundada a 2 de fevereiro de 1983, é uma associação civil de caráter científico-cultural, sem fins lucrativos, legitimada durante o I Encontro Brasileiro de Ictiologia, como atividade paralela ao X Congresso Brasileiro de Zoologia, e tendo como sede e foro a cidade de São Paulo (SP).

Utilidade Pública Municipal: Decreto Municipal n. 36.331 de 22 de agosto de 1996, São Paulo

Utilidade Pública Estadual: Decreto Estadual n. 42.825 de 20 de janeiro de 1998, São Paulo

Utilidade Pública Federal: Portaria Federal n. 373 de 12 de maio de 2000, Brasília, DF

