

# BOLETIM SOCIEDADE BRASILEIRA DE ICTIOLOGIA



## EDITORIAL

Prezados associados, todos já receberam informações sobre o próximo EBI em Belém, disponíveis na página <http://www.ebi2019.com.br>. Será mais um grande evento de nossa Sociedade, desta vez, presidido pela colega Bianca Bentes da Silva, com a colaboração de toda a sua equipe. No próximo EBI teremos novamente a eleição da diretoria da Sociedade, e conclamamos os associados a iniciarem, desde já, a discussão e proposição de novas chapas, uma vez que a diretoria atual, que já foi reconduzida uma vez, não poderá continuar em uma próxima gestão. Cabe salientar que cada vez mais a SBI e outras associações científicas se constituem em entidades reconhecidas na esfera do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Ministério do Meio Ambiente, participando de grupos de trabalho, sendo solicitada a emitir pareceres técnicos sobre temas relacionados à Ictiologia ou de fazer indicações para comitês. Esperamos que esta participação seja crescente daqui para a frente.

Neste Boletim nossos associados trazem contribuições diversas na área de Ictiologia. Igor Souto Santos e Gabriel Beltrão nos trazem a história da primeira firma de aquarismo no Brasil, sediada no Rio de Janeiro. Juliana Azevedo e Mayara Corazza discutem o emprego da Toxicologia *in silico* como método alternativo aos bioensaios ecotoxicológicos convencionais. Welber Smith e seus colegas trazem uma avaliação sobre a situação atual de avaliação do impacto de rodovias no Brasil sobre a ictiofauna. Na sessão sobre técnicas, Oscar Shibatta nos brinda com o capítulo 9 da série Ilustração de Peixes, explorando a uma técnica japonesa para documentação de peixes, e Fernando Lessa apresenta testes e discute os resultados de fotografias de peixes com tecnologias digitais. No Peixe da Vez, cinco contribuições de grupos distintos da ictiofauna Neotropical.

Boa leitura!

Luiz Roberto Malabarba  
Presidente da SBI



## DESTAQUES

# Resgate histórico de lotes provenientes da primeira firma de aquarismo do Brasil na Coleção Ictiológica do Museu Nacional

Igor C. A. Souto-Santos & Gabriel B. M. Beltrão

O Museu Nacional-Universidade Federal do Rio de Janeiro é um dos maiores e mais tradicionais centros de pesquisa da América Latina. Atualmente, com mais de 50.000 lotes catalogados, a Coleção do Setor de Ictiologia (MNRJ) é um importante acervo de material testemunho de pesquisas, consultas, monografias, dissertações e teses (Moreira *et al.*, 2017).

Há nesta coleção lotes de peixes provenientes da firma Aquário Rio (Figura 1), pioneira especializada em aquarismo no Brasil (Botelho, 1990). Material este coletado pelo dono, Hans Griem (Figura 2). Na literatura há poucos registros da história da Aquário Rio e seus fundadores, se restringindo a algumas menções em Costa (2009) e revistas de aquarismo brasileiras da segunda metade do século XX. Nestas revistas confusões de datas, localidades e nome de pessoas são comuns.

A Aquário Rio se localizava no centro da cidade do Rio de Janeiro, Rua da Alfândega, 180. Foi fundada em 1934 (Griem, 1948) e registrada em cartório em 1935 pelo comerciante e naturalista alemão Hans Nilheim Griem (1896-1963) e seu sócio Hans Müller. Müller realizou um Distrato Social em 1941.

Griem contribuiu significativamente para a divulgação e popularização de técnicas de manutenção de peixes de água doce em aquários no Brasil. Em sua firma eram comercializados catálogos instrutivos em português de sua produção (Griem, 1948). Até a década de 1960 a literatura desse campo produzida no país era precária e o acesso a revistas estrangeiras limitado (Bergamini, 1964?; Botelho, 1990).

Hans Griem e a Aquário Rio contribuíram com coletas de material para o conhecimento científico da diversidade de peixes brasileiros, com principal relevância o descobrimento dos primeiros



Figura 1. Firma Aquário Rio. Foto: cortesia de Ronald Griem.



Figura 2. Hans Griem em trabalho de campo. Foto: cortesia de Ronald Griem.

aploqueilóideos da Mata Atlântica (*Leptolebias marmoratus* (Ladiges), *Leptopanchax splendens* (Myers) e *L. opalescens* (Myers)), coletados nas baixadas costeiras do Estado do Rio de Janeiro na região de Raiz da Serra (atual Imbariê), bacia do rio Estrela. Esses e outros peixes anuais eram coletados em diferentes regiões do sudeste e sul do Brasil e frequentemente exportados para a Alemanha e distribuídos pela firma Aquarium Hamburg (Figura

3), em Hamburgo (Carvalho, 1959; Costa, 2009). A Aquarium Hamburg pertencia a Hugo Schnelle e Walter<sup>1</sup> Griem (Meinken, 1951), irmão de Hans Griem (Bleher *in litt.*, 2017).

Algumas sinônimas surgiram devido a exploração e divulgação de espécies de aploqueilóideos coletadas pela Aquário Rio. Em Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro, Hans Griem coletou exemplares de *Cynolebias minimus* Myers [= *Notholebias minimus* (Myers)] e exportou para a Aquarium Hamburg como uma nova espécie que foi descrita como *Cynolebias ladigesii* Foersch (Costa, 2009). Outra confusão taxonômica envolvendo o envio de espécies conhecidas como novas para a Alemanha foi com *Cynolebias whitei* Myers [= *Nematolebias whitei* (Myers)], coletada em Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro, indevidamente descrita como *Pterolebias elegans* Ladiges (Carvalho, 1959).

Nos anúncios da Aquário Rio feitos no jornal Correio da Manhã entre 1941-1946 (e.g. [http://memoria.bn.br/docreader/089842\\_05/7498](http://memoria.bn.br/docreader/089842_05/7498)), é possível verificar que os peixes listados geralmente são peixes exóticos (e.g. “Carpas, Telescópio, Cauda de Vêu, Cabeça Leão, Cometas, Peixe Vermelho [= Cyprinidae]”; “Platys, Espada cor de sangue [= *Xiphophorus* Heckel]”; “Paulistas [= *Danio* sp.

?”); “Macropodus [= *Macropodus* Lacepède]”; “Trichogaster comum, azul [= *Trichogaster* Bloch & Schneider], leeri [= *Trichogaster leerii* (Bleeker)]”; “Barbus titos [= *Pethia stoliczкана* (Day)], conchoniuss [= *Pethia conchoniuss* (Hamilton)], sumatranus [= *Puntigrus tetrazona* (Bleeker)]”. Há denominações não específicas como “[peixes] limpa plantas” e “peixes diversos”, onde podem estar inclusos, respectivamente, loricarídeos e literalmente qualquer outro grupo. Apesar disto, como mencionado acima, H. Griem era um ativo coletor e exportador de peixes brasileiros, faceta esta explorada abaixo.

**Material e Métodos.** Somente a partir da década de 1990 a organização dos registros da MNRJ passou a ser digital (Moreira *et al.*, 2017). Para garantir a fidedignidade de informações, evitando possíveis erros de transcrição ao longo dos últimos anos, realizamos um levantamento de lotes através dos antigos livros de tombo da coleção tendo como procedência a Aquário Rio. Utilizamos posteriormente o sistema informatizado da coleção em busca de desdobramentos. Os lotes relacionados no livro de tombo e as etiquetas originais constam como “Aquário Rio”, “Aquário do Rio” [sic] e “Aquário Rio – Rua da Assembléia” [sic], coletados

<sup>1</sup>Está escrito “Walther” em cartas do acervo pessoal da família Griem.



Figura 3. Firma Aquarium Hamburg. Foto: E. Hoeft, retirada de Meinken (1951).

por Hans Griem, citado nos registros como “Sr. Griem”, “Sr. Grim” [sic], “Leg. Griem”, “Leg. Snr. Griem”, “Leg Snr. Green” [sic], “Griem” e “Hans Griem”.

Os lotes selecionados correspondem a potes de vidro com material preservado em etanol 70 % v/v (GL). As identificações foram revisadas com auxílio de especialistas e literatura especializada (Covain, Fisch-Muller, 2007; Eschmeyer *et al.*, 2017; Queiroz *et al.*, 2013; Reis *et al.*, 2003). Os lotes não localizados fisicamente na MNRJ, registrados na base de dados a nível específico ou genérico, foram inclusos na lista de espécies sem modificações nomenclaturais.

Em busca de informações complementares sobre os lotes registrados na MNRJ, verificamos as documentações não publicadas dos então curadores da coleção de 1930-1955, com ênfase nos arquivos relacionados a Alípio de Miranda-Ribeiro (1874-1939) e Paulo de Miranda-Ribeiro (1901-1965). Essas documentações estão arquivadas na Seção de Memória e Arquivo do Museu Nacional (SEMEAR).

Para não replicar frequentes confusões presentes na literatura, nós recorremos à família do Hans Griem para acessar suas documentações e fornecer aqui informações confiáveis. Foram verificadas as documentações de registro em cartório da Aquário Rio, cartas, fotografias e as seguintes documentações pessoais de H. Griem: Carteira de Identidade, Licença de Caça e Certidão de Óbito.

**Resultados e discussão.** Encontramos 67 registros de lotes de peixes provenientes da firma Aquário Rio, coletados entre 1938-1950. Apenas 50 foram localizados fisicamente na MNRJ. Os lotes tem procedência para as seguintes localidades, todas do Brasil (tabela 1): (1) Rio Tocantins, Porto Nacional, Estado do Tocantins; (2) Rio Vermelho, bacia do rio Araguaia, [cidade de Goiás Velho], Estado de Goiás; (3) Rio Araguaia, Aruanã [antiga Leopoldina], Estado de Goiás; (4) Porto Esperança, Estado do Mato Grosso; (5) Rio Madeira, Porto Velho, Estado de Rondônia; (6) Lagoa Santa, Estado de Minas Gerais; (7) Santarém, Estado do Pará; (8) Estado do Pará; (9) Pequeno afluente do rio São Francisco, Município da Luz, oeste do Estado de Minas Gerais; (10) Estado do Mato Grosso [sic]; (11) Rio Tocantins, Cametá, Estado do Pará; (12) Rio São Francisco [sic]; (13) Estado do Amazonas; (14) Rio Araguaia, Ilha do Bananal, Estado do Tocantins.

Há 10 lotes identificados nos registros a nível taxonômico de família, não localizados fisicamente na coleção. A família Cyprinodontidae (localidade 1,

MNRJ 5039) se destaca por não estar representada na lista de espécies aqui apresentada (Tabela 1). As demais famílias são Characidae (localidades 2, 3, 12, 2; MNRJ 5136, 5010, 5142, 5831), Callichthyidae (localidades 1, 3, 5; MNRJ 5213, 8680, 8685), Loricariidae (localidade 3; MNRJ 5135) e Cichlidae (localidade 3; MNRJ 8682).

Em 1939, Alípio de Miranda-Ribeiro registra o recebimento no Museu Nacional de exemplares de *Corydoras Lacepède*, *Chilodus punctatus* Müller & Troschel e outros characínídeos [sic] que possuem relação com Green [sic] (Miranda-Ribeiro, 1939). Porém, esse material, de procedência do norte do Brasil, não foi encontrado nos registros da MNRJ.

Costa (2009) aponta que distorções na identificação das localidades de coleta de peixes aploqueilóideos de Hans Griem não eram raras. No presente trabalho analisamos a distribuição das espécies dos lotes que foram localizados fisicamente na coleção. Não detectamos incongruências nas localidades registradas.

Hans Griem conhecia Paulo de Miranda-Ribeiro e aparentemente o recomendava para pessoas que o procuravam na Rua da Alfândega, 180 em busca de informações de peixes para fins não comerciais (Souza *in litt.*, 1946). Devido ao aparente interesse exclusivamente comercial das coletas de H. Griem para coleções e aquários, acreditamos que o material depositado na MNRJ tenha sido comprado. Porém, não encontramos registros que indiquem tal comercialização e que expliquem como o material chegou ao Museu Nacional.

Não encontramos registros claros de exportações para a Europa de espécies de peixes não aploqueilóideos pela Aquário Rio. Porém, *Rhamphichthys rostratus* (L.), presente em nossa lista de espécies, foi registrada por Geisler (1951) como uma espécie rara que foi importada da América do Sul pela Aquarium Hamburg.

Os 67 lotes coletados por Hans Griem catalogados na coleção do Setor de Ictiologia do Museu Nacional são importantes registros da história da primeira firma de aquarismo do Brasil. Apesar dos problemas taxonômicos registrados na literatura gerados pelas coletas de Hans Griem (Carvalho, 1959), é preciso reconhecer a importância deste comerciante naturalista como um dos principais coletores de peixes do início do século XX em águas doce brasileiras. Suas contribuições, além do legado para o aquarismo nacional, são importantes para a ictiologia pela abrangência de localidades exploradas e diversidade de táxons coletados.

**Tabela 1.** Listamos na Coleção Ictiológica do Museu Nacional 19 famílias, 37 gêneros e 32 espécies provenientes da firma Aquário Rio coletadas em 14 localidades.

Táxon	Localidade	Data	MNRJ
<b>CHARACIFORMES</b>			
<b>Anostomidae</b>			
<i>Anostomus anostomus</i> (L.)	2	VII.1950	5830
<b>Characidae</b>			
<i>Brycon</i> sp. Müller & Troschel	1	IX.1946	10943
<i>Ctenobrycon spilurus</i> (Valenciennes)	1	IX.1946	4762
<i>Hasemania</i> sp. Ellis	6	XII.1947	5235
<i>Hemigrammus</i> sp. Gill	1	X.1947	10921
<i>Hyphessobrycon minor</i> Durbin <sup>2</sup>	5	IX.1944	5691
<i>Moenkhausia</i> gr. <i>lepidura</i> (Kner)	1	X.1947	5214
<i>Moenkhausia</i> sp. Eigenmann	1	IX.1946	4766
<i>Tetragonopterus chalceus</i> Spix & Agassiz	1, 3	X.1947; IX.1948	10920, 5607
<i>Triportheus angulatus</i> (Spix & Agassiz)	5	IX.1948	5693
<b>Gasteropelecidae</b>			
<i>Carnegiella marthae</i> Myers	5	IX. 1948	5692
<i>Thoracocharax stellatus</i> (Kner)	1,5	IX.1946; IX.1948	4764, 5694
<b>Hemiodontidae</b>			
<i>Bivibranchia fowleri</i> (Steindachner)	3	1946	5013
<i>Hemiodus semitaeniatus</i> Kner	2	VIII.1947	5137
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch)	1	X.1947	10919
<b>Lebiasinidae</b>			
<i>Pyrrhulina brevis</i> Steindachner <sup>2</sup>	1	IX.1946	4763
<b>Parodontidae</b>			
<i>Apareiodon argenteus</i> Pavanelli & Britski	3	1950	5916
<b>Serrasalminidae</b>			
<i>Myleus</i> sp. Müller & Troschel	1	X.1947	10918
<b>SILURIFORMES</b>			
<b>Aspredinidae</b>			
<i>Bunocephalus</i> sp. Kner	4	?	1039
<b>Auchenipteridae</b>			
<i>Tatia intermedia</i> (Steindachner)	3	1950	5896
<b>Callichthyidae</b>			
<i>Aspidoras poecilus</i> Nijssen & Isbrücker	1	XII.1947	5233
<i>Aspidoras</i> sp. Ihering	9	VIII.1947	5133
<i>Corydoras araguaensis</i> Sands	3, 3	1946, VIII.1947	5011, 5134
<i>Corydoras julii</i> Steindachner	8	1942	1090
<i>Corydoras splendens</i> (Castelnau) <sup>2</sup>	14	1948	8969
<i>Corydoras</i> sp. Lacepède	10, 1	?, XII.1947	3813, 5232
<b>Doradidae</b>			
<i>Leptodoras</i> sp. Boulenger	5	?	50712
<i>Physopyxis</i> sp. Cope	5	?	8681
<i>Platydoras costatus</i> (L.)	3	IX.1950	5895
<b>Loricariidae</b>			
<i>Farlowella amazonum</i> (Günther)	7, 3	?, IX.1948	762, 8677
<i>Farlowella oxyrryncha</i> (Kner)	4, 1	?, ?	759, 5215
<i>Farlowella</i> cf. <i>smithi</i> Fowler	5	?	8683
<i>Farlowella</i> sp. Eigenmann & Eigenmann	1	?	5231
<i>Hemiancistrus</i> sp. Bleeker	5	?	50711
<i>Hemiodontichthys acipenserinus</i> (Kner)	4, 3	?, 1946	950, 5017 <sup>2</sup>
<i>Hypoptopoma inexpectatum</i> (Holmberg)	4	?	1083
<i>Otocinclus hoppei</i> Miranda-Ribeiro	13, 13	?, ?	1055, 1056

<sup>2</sup>Identificação não revisada devido a não localização física do lote na coleção.

<i>Otocinclus hasemani</i> Steindachner	1, 3	XII.1947, 1946	5234, 5015
<i>Pterygoplichthys</i> sp. Gill	3	1946	50818
<i>Rineloricaria</i> sp. Bleeker	3	1946	5014
<i>Sturisma rostratum</i> (Spix & Agassiz)	3	1950	5897
<b>Pimelodidae</b>			
<i>Phractocephalus hemiliopterus</i> (Bloch & Schneider)	11	I.1938	1000
<b>Trichomycteridae</b>			
<i>Vandellia</i> sp. Valenciennes <sup>2</sup>	3	1946	5012
<b>GYMNOTIFORMES</b>			
<b>Apteronotidae</b>			
<i>Apteronotus albifrons</i> (L.)	3	IX.1948	8591
<b>Rhamphichthyidae</b>			
<i>Rhamphichthys rostratus</i> (L.)	5	IX.1948	8684
<b>CICHLIFORMES</b>			
<b>Cichlidae</b>			
<i>Laetacara curviceps</i> <sup>2</sup>	1	?	4765
<b>TETRAODONTIFORMES</b>			
<b>Tetraodontidae</b>			
<i>Colomesus</i> sp. Gill	3	IX.1948	8687
<i>Colomesus asellus</i> (Müller & Troschel) <sup>2</sup>	3	1946	5016

**Agradecimentos.** Somos muito gratos a Ronald Griem (neto de Hans Griem) pelo fornecimento de cópias da documentação pessoal e profissional de Hans, incluindo as figuras 1 e 2; Gustavo Moreira pela recepção durante as visitas à SEMEAR; Thomas Litz (Attenweiler, Germany), Heiko Bleher (Aquapress), Wilson Vianna (aquoRIO), Gabriela Vergara (AquaRio), Wilson Costa (UFRJ) e Marcelo Brito (UFS) pelo apoio na revisão da literatura; Luiz Gonzaga (UFRJ) pelas discussões sobre estilo de escrita. Aos seguintes pesquisadores do Setor de Ictiologia do Museu Nacional pelo apoio na identificação e sugestões: Cristiano Moreira, Marcelo Britto, Paulo Backup, Emanuel Neuhaus e Sérgio Santos. Apoio financeiro: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq proc. 307610/2013-6, proc. 476822/2012-2), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ proc. E-26/111.404/2012, E-26/200.697/2014), e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES Proc. 440566/2015-0).

### Literatura citada

Bergamini A. Sem título. In: Lima C, Pinho W, Gagnor CF, Kohnen UP, editores. O Aquarista. Associação Carioca de Aquarioria Piscicultura e Ictiologia (ACAPI); 1964? [Ano I]. p. 20.

Botelho G. Síntese da História da Aquarioria. Rio de Janeiro: Interciência; 1990.

Carvalho AL. Novo gênero e nova espécie de peixe anual de Brasília, com uma nota sobre os peixes anuais da Baixada

Fluminense, Brasil (Pisces-Cyprinodontidae-Fundulinae.). Bol. Mus. Nac. Rio de Janeiro. 1959; 201: 1-10.

Costa WJEM. Peixes aploqueilóideos da Mata Atlântica brasileira: história, diversidade e conservação. Rio de Janeiro: Série Livros 34, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2009.

Covain R, Fisch-Muller S. The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. Zootaxa. 2007; 1462: 1–40.

Eschmeyer WN, Fricke R, van der Laan R, editors. Catalog of fishes: Genera, species, references [Internet]. San Francisco: California Academy of Science; 2017 [updated 2017; cited 2017 Dec 29]. Available from: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

Geisler R. Südamerikanische Importe. DATZ. 1951; 4.

Griem H. Catálogo Geral Instrutivo nº 5. Aquário Rio. Rio de Janeiro [publicação particular]; 1958.

Meinken H. 25 Jahre "Aquarium Hamburg". DATZ. 1951; 4 (4): 278-80.

Moreira CR, Britto MR, Backup PA Setor de Ictiologia do Museu Nacional torna-se sede da memória da Sociedade Brasileira de Ictiologia. Bol. Soc. Bras. Ictio. 2017; 121: 2-5.

Queiroz LJ, Torrente-Vilara G, Ohara WM, Pires THS, Zuanon J, Doria, CRC. Peixes do Rio Madeira. Santo Antônio Energia. São Paulo; 2013.

Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, organizers. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: Edipucrs; 2003.

**Setor de Ictiologia, Departamento de Vertebrados, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, 20940-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil; E-mail: [icass@mn.ufrj.br](mailto:icass@mn.ufrj.br)**

## COMUNICAÇÕES

# Toxicologia *in silico* como metodologia alternativa aos bioensaios ecotoxicológicos convencionais: Uma perspectiva para saúde ambiental aquática

Mayara R. Corazza & Juliana S. Azevedo

As preocupações sobre a saúde pública tradicionalmente envolvem aspectos sanitários, como saneamento básico, acesso à água potável, poluição do ar, contaminação dos alimentos e desastres naturais. Com o desenvolvimento tecnológico e as novas descobertas, atualmente os perigos modernos abrangem assuntos mais complexos, como poluição da água causada por resíduos oriundos de atividades agrícolas e industriais, além da própria população; resíduos radiativos, químicos e acúmulo de resíduos sólidos convencionais; perdas de áreas florestais e áreas alagadas, dentre outras (Corvalán *et al.* 1999). Em meio a este cenário, a OMS (Organização Mundial de Saúde) definiu em 1993, a saúde ambiental como:

“Aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que são determinados por fatores ambientais físicos, químicos, biológicos, sociais e psicossociais. Também se refere à teoria e prática de avaliação, correção, controle e prevenção dos fatores ambientais que podem afetar de forma adversa a saúde das gerações presentes e futuras” (OMS 1993 *apud* Ordóñez 2000).

Uma abordagem mais recente e com potencial de aplicação a estudos de saúde ambiental marinha, refere ao entendimento da saúde ecossistêmica, que tem por base o conceito de “One health”, onde a saúde deve ser entendida como a completa homeostase entre os fatores abióticos (ambiente), homem, fauna e flora (Aguirre *et al.* 2002).

A quantidade de substâncias químicas perigosas que continuamente ingressam no ambiente marinho são uma constante preocupação ecossistêmica, devido aos seus múltiplos efeitos tanto ao homem, a fauna e a flora, quanto a dinâmica

das interações ecológicas. Diversas substâncias químicas orgânicas (ex. pesticidas, hidrocarbonetos policíclicos e fármacos) e inorgânicas (ex. metais tóxicos e nanopartículas metálicas) tem sido encontradas em concentrações que podem induzir efeitos nos ecossistemas aquáticos (Livingstone 1993), uma vez que estes são os principais receptores de águas residuais. Consequentemente, a atividade antrópica intensificou a diminuição da qualidade dos corpos d’água (Heath 1990; Arias *et al.* 2007).

Com o intuito de compreender e caracterizar os danos causados pelos poluentes, a toxicologia surgiu como ciência interdisciplinar que dispõe-se a estudar agentes químicos, físicos e biológicos nos sistemas biológicos humanos; deste modo, realiza um estudo dos efeitos potenciais e/ou reais causados por essas substâncias. Ademais, analisa os mesmos a fim de obstar, diagnosticar e reparar os danos à saúde humana (IUPAC 2007; USEPA 2011). Os estudos ecotoxicológicos envolvem um viés relacionado à toxicologia ambiental e podem ser definidos como a análise dos efeitos provocados pelos agentes químicos e físicos aos seres vivos - fauna e ou flora - e seu efeito no ecossistema, abrangendo a relação entre a exposição a contaminantes e biota (IUPAC 2007). Estes estudos têm fundamental importância uma vez que o grande aporte de contaminantes pode ser fatal a um indivíduo, uma determinada população ou todo um ecossistema (Chapman 2006).

A ecotoxicologia tem como ferramenta principal os testes de toxicidade realizados em laboratórios com determinados organismos-teste a fim de apontar o efeito de uma substância ou ainda o grau em que esta afeta o organismo em estudo, sendo estes testes conhecidos como bioensaios (USEPA 2011). Estes bioensaios são variados e em sua maioria padronizados por normas conhecidas em âmbito nacional e internacional; dentre os

quais incluem-se os testes de toxicidade aguda e crônica. Para testar a toxicidade aguda, em geral são realizados testes de curta duração uma vez que seus efeitos nos organismos-teste são apresentados em curto período de tempo, tendo duração inferior ou igual a quatro dias.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é um dos órgãos responsáveis por ditar os procedimentos ecotoxicológicos com organismos teste, sendo reconhecida pelo maior órgão de normalização - a Organização Internacional de Normalização (ISO) (ABNT 2016). Além destes, os estudos ecotoxicológicos envolvem ensaios em campo, que consideram as variáveis do ambiente em estudo e são ferramentas importantes na classificação de áreas contaminadas. Apesar de seu amplo uso, atualmente alguns pesquisadores buscam novas alternativas para realização de testes toxicológicos, menos invasivos aos animais e com acesso facilitado em relação aos recursos, dentre as quais há a toxicologia *in silico*.

**Contaminantes de preocupação emergente e situação nacional.** Existem aproximadamente 127 milhões de substâncias químicas orgânicas e inorgânicas conhecidas (<http://www.cas.org/content/chemical-substances>), mas apenas cerca de 100 mil estão em uso. Estas substâncias possibilitam que solventes, inseticidas, metais, disruptores hormonais, compostos agrícolas e industriais estejam presentes nos ecossistemas por meio das águas residuais (Fontanele *et al.* 2010; CAS 2016). Destes, podem ser considerados contaminantes de preocupação emergente todas aquelas substâncias químicas ou microrganismos não monitorados comumente no ambiente, sejam eles sintéticos ou naturais, que causam efeitos à saúde ou danos ambientais à biota (USGS 2015).

Os contaminantes de preocupação emergente encontrados nos ecossistemas aquáticos com maior frequência pertencem a classe dos disruptores endócrinos – como alguns fármacos que englobam as classes dos anti-inflamatórios e analgésicos, antidepressivos, antiepilépticos, beta bloqueadores e antibióticos –, os metais em solução, as drogas de abuso - como álcool, maconha, tabaco e cocaína - e os materiais nanoparticulados (Sorensen *et al.* 2007; USEPA 2015).

A presença dos contaminantes emergentes, contudo, nos ecossistemas aquáticos não é um problema ambiental recente. Sua ocorrência nestes ambientes acompanha a evolução das atividades

antrópicas, porém a detecção e quantificação destes só se tornou possível nos últimos 20 anos, a partir do advento e aplicação de técnicas analíticas como a espectroscopia de massas na área ambiental. Deste modo, o desenvolvimento de instrumentação analítica – principalmente a espectrometria de massas e a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) – com limites de detecção e quantificação mais baixos permitiu a detecção e a quantificação mais ampla dos contaminantes emergentes, sendo encontrados em diferentes cenários (Díaz-Cruz; Barceló 2006; Santana 2013).

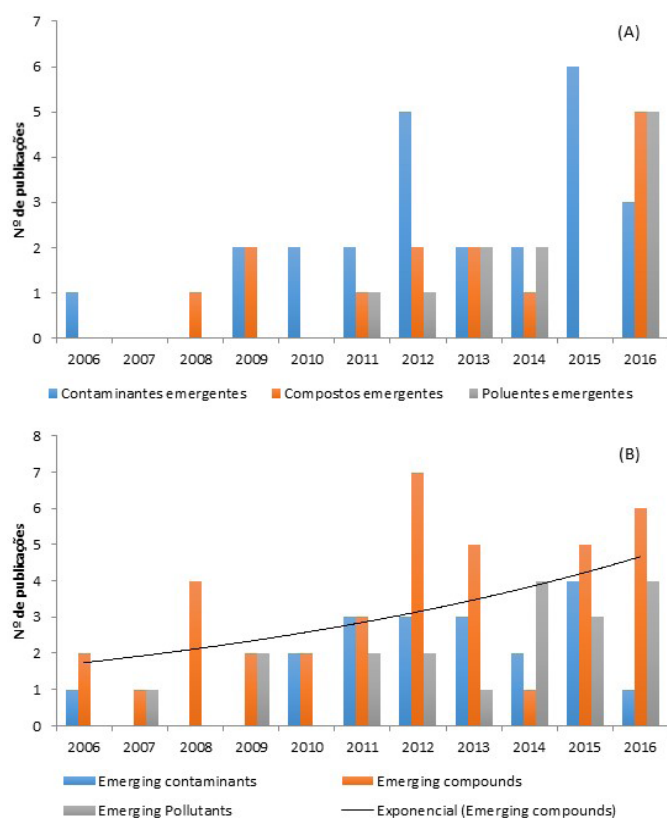
Sabe-se que os contaminantes emergentes são objeto de estudos acadêmicos no Brasil e no mundo. Uma estimativa dos estudos que relacionam as publicações sobre contaminantes emergentes é apresentada nas figuras 1 e 2. Os dados utilizados foram obtidos das plataformas de pesquisa Scielo ([www.scielo.br](http://www.scielo.br)) (Figura 1), “Science Direct” (<http://www.sciencedirect.com>) (Figura 2A) e ISI “Web of Science” (<https://webofknowledge.com/>) (Figura 2B), a partir de pesquisa realizada em dezembro de 2016, utilizando-se os termos de busca “emerging contaminants”, “emerging compounds” e “emerging pollutants” nos títulos e palavras chave das publicações, sendo considerado o número médio anual de publicações no intervalo de 10 anos (2006 a 2016).

**Destino e efeito ambiental das nanoparticulas (NPs).** Segundo a Comissão Europeia (2011), as nanoparticulas (NPs) são:

“Materiais constituídos de partículas, em um estado de agregação ou aglomeração, em que 50% ou mais das partículas devem ter um tamanho entre 1 e 100 nm”.

De acordo com a composição química, os materiais nanoparticulados podem ser classificados em metálicos, carbonatados, semicondutores e nanopolímeros (USEPA 2010). As NPs metálicas são muito abrangentes e seus múltiplos usos tem crescido nos últimos anos, uma vez que apresentam propriedades diversas, tais como atividade antibactericidas (NPAg) ou agente anti-ultravioleta (TiO<sub>2</sub> ou ZnO), por exemplo. As NPs carbonatadas, por sua vez, apresentam estrutura com presença de átomos de carbono, que lhes confere propriedades como resistência ao calor. As NPs semicondutoras têm material semicondutor na sua estrutura e nanopolímeros são usados em sensores e outros

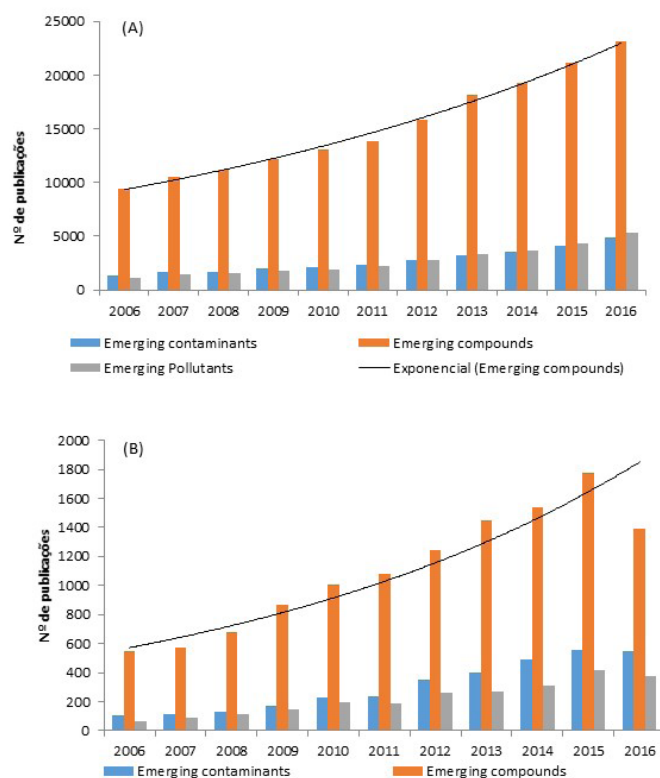




**Figura 1.** Número de publicações mundiais anuais sobre contaminantes emergentes, com dados provenientes da base de dados Scielo, em pesquisas realizadas nos idiomas português (A) e inglês (B).

materiais por seu tamanho reduzido (USEPA2010). O interesse pelas NPs metálicas na área ambiental, têm crescido nos últimos anos, uma vez que os ambientes fluvio-marinhos geralmente são os destinos finais desses elementos. Como exemplo, as nanopartículas de prata (NPAg) chamam atenção, uma vez que diversos estudos têm sido conduzidos considerando os seus diferentes efeitos a biota aquática (Wu *et al.* 2010; Griffitti *et al.* 2013; Asmonaite *et al.* 2016), interações químicas em ambientes salinos (Joo & Zhao 2016; Vale *et al.* 2016) e a determinação da concentração letal ( $CL_{50}$ ) em organismos aquáticos (Caceres-Vélez *et al.* 2015; Gao *et al.* 2015; Jemec *et al.* 2016).

As NPAg são partículas diminutas de prata, com diâmetro que pode variar entre 1 e 100 nm ( $1 \times 10^{-9}m$ ); e atualmente, são o tipo de material nanoparticulado mais utilizado, (NANOTECH PROJECT 2015), com ampla utilização na indústria devido às suas propriedades químicas como alta biodisponibilidade que as conferem uma maior mobilidade. Os materiais nanoparticulados movem-se facilmente no ambiente aquático, considerando o tamanho de 1-100 nm e as consequentes propriedades superficiais (Klaine *et al.* 2008). No ambiente

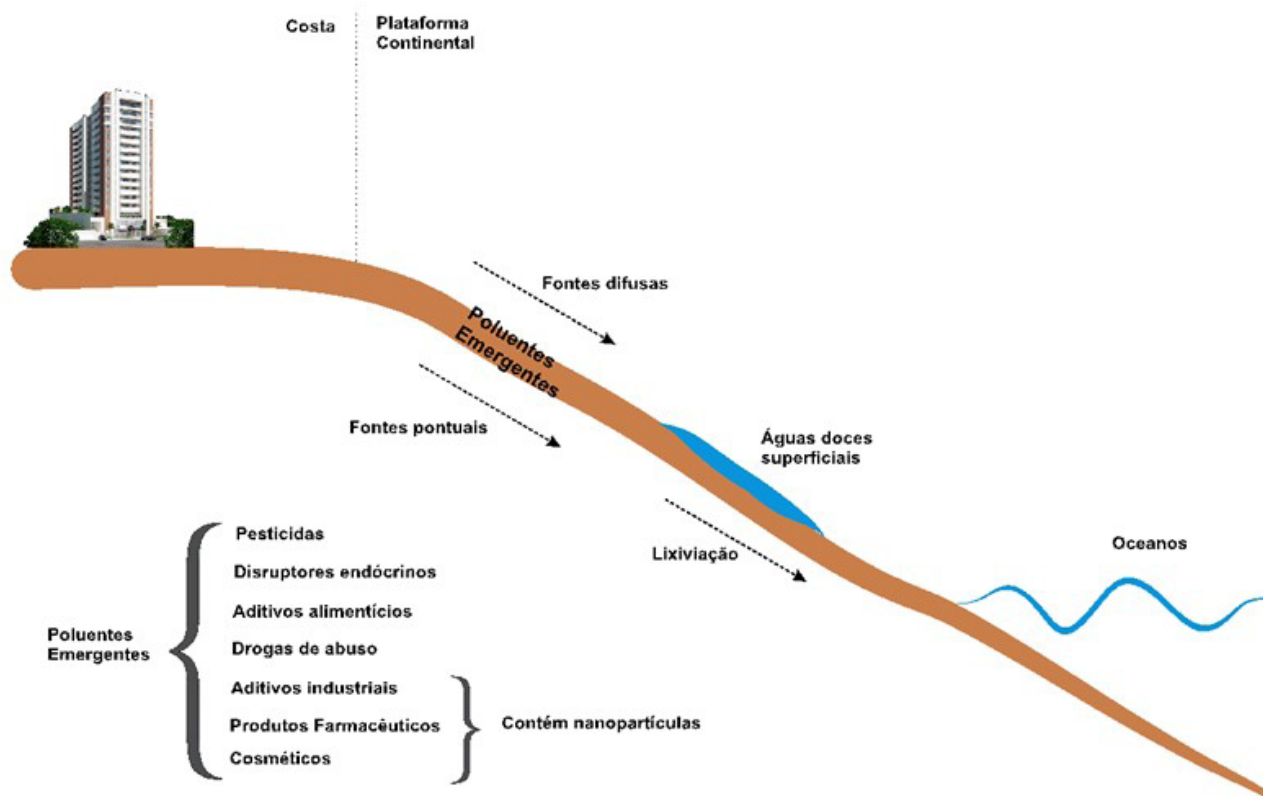


**Figura 2.** Número de publicações mundiais anuais sobre contaminantes emergentes, com dados provenientes da base de dados “Science Direct” (A) e ISI “Web of Science” (B), em pesquisas realizadas em inglês.

aquático, as NPAg tendem a precipitar e sedimentar após algumas horas de exposição, e deste modo, acumulam-se nas camadas superficiais do sedimento (Bradford *et al.* 2009). Assim, a caracterização das fontes de NPAg é o ponto inicial necessário para que se saiba o destino destas no ambiente e os efeitos causados à biota. Estudos experimentais com NPAg indicam mudanças na agregação, química da superfície, bioacumulação e toxicidade em animais planctônicos e bactérias superficiais, indicando degeneração de diferentes componentes dos ecossistemas aquáticos (Fabrega *et al.* 2009).

Com base no artigo de Farré *et al.* (2009), foram construídas as figuras 3 e 4, a fim de indicar as principais rotas de destino das nanopartículas metálicas a partir de sua liberação pelas atividades industriais, disposição e carreamento no sistema fluvial e, por fim, ingresso nos ecossistemas aquáticos costeiros, como estuários e manguezais.

As NPs tendem a ingressar no ambiente marinho a partir de fontes pontuais e/ou difusas. As primeiras referem-se as águas industriais residuais e domésticas, considerando que possuem localização e frequência determinadas previamente, de acordo com a demanda. As fontes difusas, por sua vez,



**Figura 3.** Rotas das nanopartículas metálicas desde sua produção até o transporte ao ambiente aquático costeiro (Adaptado de Farré et al. 2009).

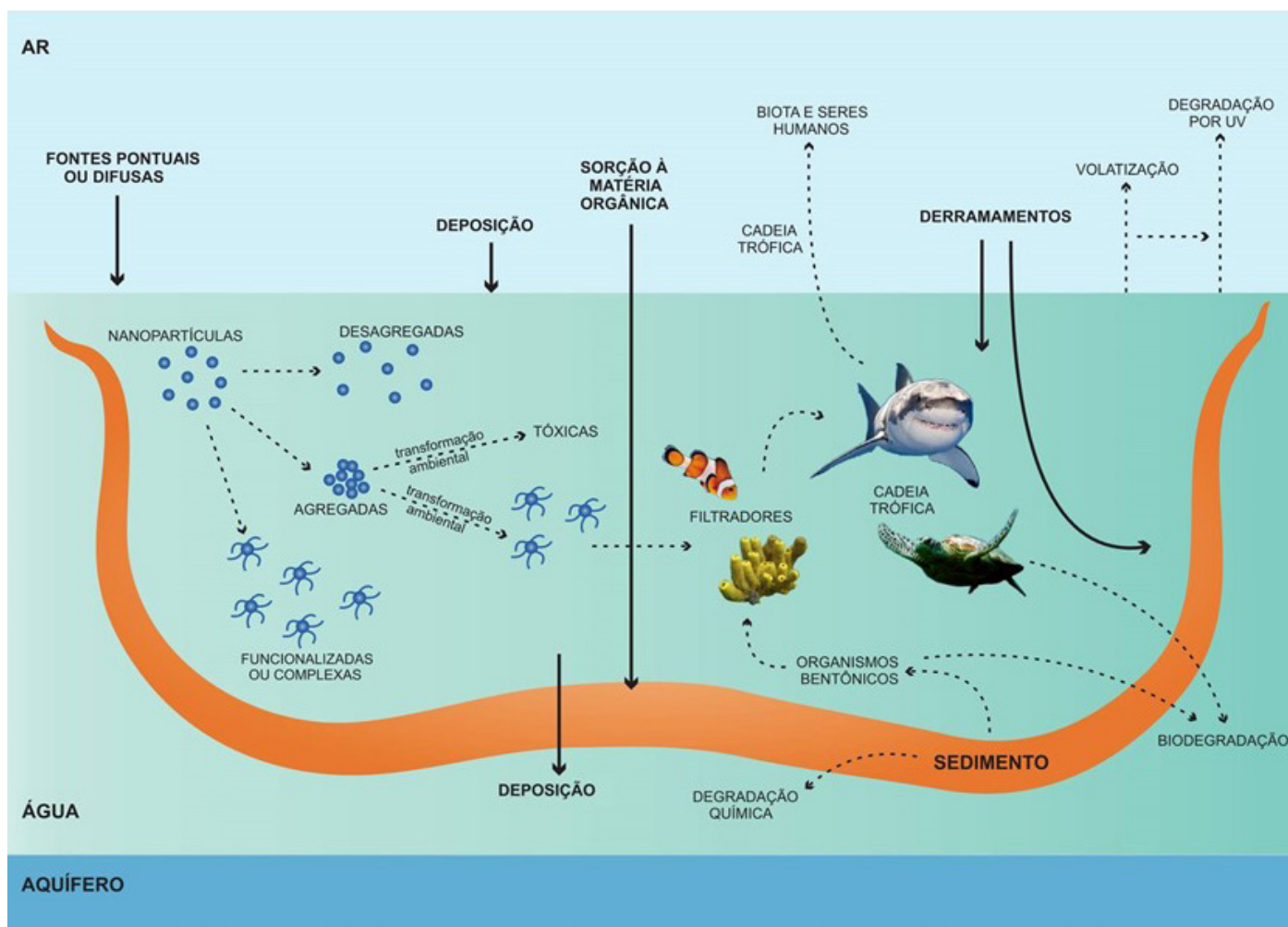
representam os aportes de águas residuais que não estão determinados previamente, e possuem localização e frequência incertas (Lima *et al.* 2016). Neste cenário, o ambiente aquático tende a ser um potencial depósito de poluentes, uma vez que os resíduos de origem continental e costeira oriundos das diferentes atividades antrópicas, muitas vezes não recebem o tratamento adequado e acabam sendo lixiviados para o meio marinho (Massarsky *et al.* 2014), conforme visto na figura 3. Os rejeitos industriais e domésticos produzidos na plataforma continental, ou seja, o aporte advindo de fontes pontuais e difusas, são carreados aos corpos hídricos por fluxos superficiais, possibilitando que sejam transportados aos sedimentos, causadores da lixiviação nas águas doces superficiais. Este material pode continuar a ser carreado por meio de fluxos verticais, levando aos oceanos aqueles contaminantes que inicialmente estavam presentes na plataforma continental.

Um dos problemas que se relacionam especificamente à prata está ligado à sua toxicidade que ocorre quando liberados os íons  $Ag^+$ . O estudo da toxicidade das NP<sub>Ag</sub> vem se ampliando nestes ambientes, uma vez que a atividade antropogênica intensa tem diminuído a qualidade dos ambientes marinhos. A saúde dos organismos que habitam

os ecossistemas costeiros é o principal fator a ser alterado, fato que torna os organismos aquáticos importantes focos de estudo da toxicidade dos poluentes e contaminantes (Heath 1990; Arias *et al.* 2007).

A SCENHIR (Comitê Científico de Riscos à Saúde Emergentes e Recentemente Identificados), publicou em 2014 um documento com a opinião a respeito do uso indiscriminado das NP<sub>Ag</sub> e seu efeito à saúde ambiental. Este informa que, no momento em que as NP<sub>Ag</sub> são lançadas ao ambiente, sofrem transformações, principalmente após a dissolução e especiação, quando podem formar os compostos cloreto de prata ( $AgCl$ ) e sulfeto de prata ( $Ag_2S$ ), sendo estas espécies presentes na avaliação de toxicidade e biodisponibilidade no ambiente. Afirma ainda, que uma grande parte da prata que é encontrada adsorvida em materiais presente nos corpos d'água acaba sendo suspensa juntamente com o material particulado, que pode acumular nos sedimentos, sofrer transformações ou ainda entrar em ressuspensão (SCENIHR 2014).

A figura 4 apresenta o destino das NP<sub>Ag</sub> no ambiente e as suas possíveis interações físico-químicas. Deste modo, este modelo conceitual considera os três compartimentos ambientais marinhos a saber: águas, sedimento e atmosfera e



**Figura 4.** Modelo conceitual de destino das nanopartículas metálicas no meio aquático (Adaptado de Farré et al. 2009).

a interação destes com as NPs, degradando-as ou complexando-as e tornando as mesmas mais tóxicas. A partir de seu lançamento no sistema fluvio-marinho, as NPs frequentemente sofrem reações capazes de alterar sua disposição no espaço. Assim, são capazes de se desagregar dos materiais, se agregar com outras moléculas e micromoléculas podendo se complexar e tornar-se tóxicas. Em contato, por exemplo, com partículas oxidantes, matéria orgânica, luz e microorganismos, as NPs podem sofrer transformações químicas e biológicas (Wang *et al.* 2016). Assim, no ambiente marinho, as NPs podem se agregar com outras moléculas – processo facilitado pela salinização (Jiang *et al.* 2009 *apud* Wang *et al.* 2016) –, formar complexos tóxicos – em contato com outros contaminantes (Klaine *et al.* 2008) – ou ainda permanecer desagregadas, levando em conta a estabilidade de cada partícula que é inversa ao seu tamanho (Makai *et al.* 2006 *apud* Wang *et al.* 2016). Deve-se considerar ainda a capacidade de sorção das NPs com a matéria orgânica, sendo esta relação variável de acordo com o tipo da NP, constituição e fração granulométrica sedimentar (Tang *et al.* 2014 *apud* Grillo *et al.* 2015).

Senesi & Loffredo (2005) mostraram que as NPs e as substâncias húmicas podem formar complexos intra-esféricos metálicos por meio de ligações covalentes ou por interações eletrostáticas.

Concomitantemente à estas reações, as NPs entram na cadeia trófica através dos organismos bentônicos, uma vez que, de modo geral, a tendência das NPs é que se depositem no fundo dos corpos hídricos (Zhu *et al.* 2012), tornando os animais bentônicos mais suscetíveis a processos de biotransformação e bioacumulação (Wang *et al.* 2016). De todo modo, os organismos filtradores acabam ingerindo parte das NPs e as repassam para os organismos em nível trófico superior, como peixes, tartarugas e tubarões. Este ciclo das NPs permite que elas acabem atingindo diferentes níveis da cadeia alimentar, alcançando assim boa parte da biota e os seres humanos.

Parte das NPs que não é assimilada pelos organismos, se deposita no sedimento, sofrendo processos de degradação química e biodegradação por microorganismos. Além disso, uma pequena parcela das NPs que está desagregada possui densidade muito baixa e fica na camada superficial

das águas, podendo sofrer volatilização, atingindo a atmosfera, ou degradação por raios ultravioleta.

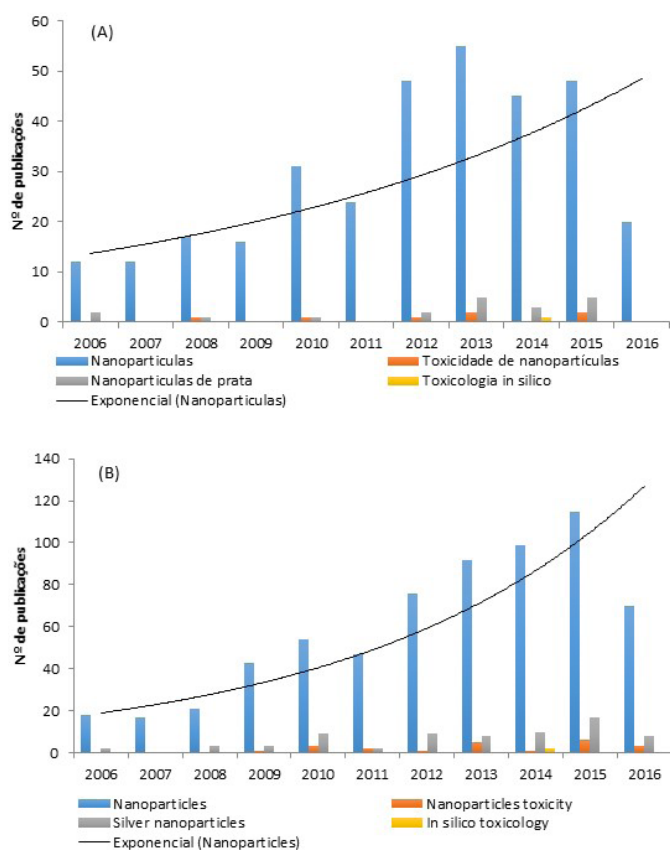
**Toxicologia *in silico* como alternativa às pesquisas convencionais.** Segundo a USEPA (2003), a modelagem *in silico* consiste no uso da união entre os conhecimentos da biologia e química moleculares com a matemática, visando fornecer dados em relação às prioridades e avaliações de risco necessárias quanto à toxicidade de xenobióticos. Esta área científica surgiu com a busca por predições sobre os efeitos das substâncias químicas nos seres humanos.

Neste contexto, uma abordagem panorâmica mundial acerca das publicações que relacionam nanopartículas, toxicologia e toxicologia *in silico* foi realizada e pode ser vista nas figuras 5 e 6, as quais apresentam o número de publicações obtidos das plataformas de pesquisa Scielo ([www.scielo.br](http://www.scielo.br)) (Figura 5), “Science Direct” (<http://www.sciencedirect.com>) (Figura 6A) e ISI “Web of Science” (<https://webofknowledge.com/>) (Figura 7B) utilizando-se os termos de busca “nanoparticles”, “silver nanoparticles” e “in silico toxicology” nos

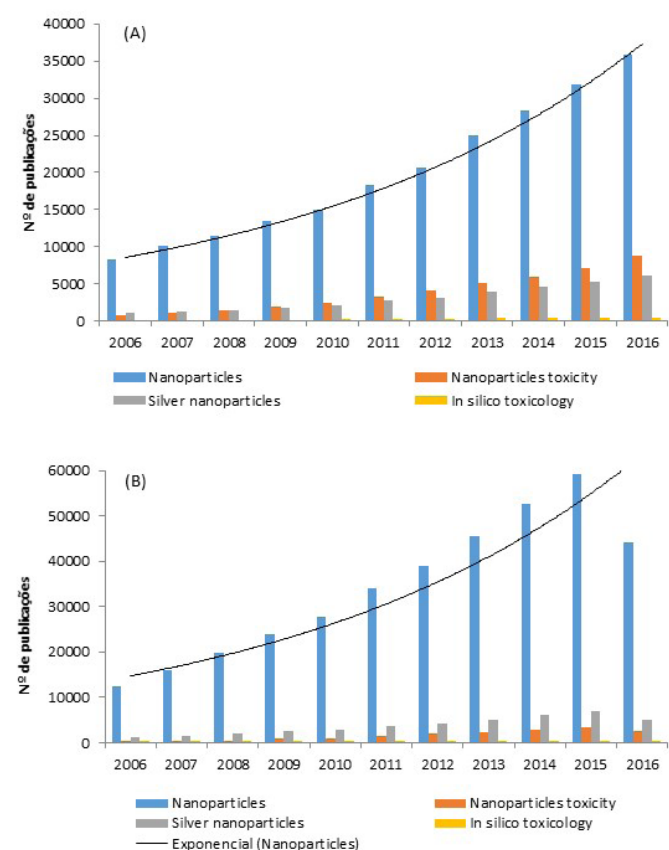
títulos e palavras chave das publicações. A pesquisa foi realizada em novembro de 2016 e considerou-se o número médio anual de publicações no intervalo de 10 anos (2006 a 2016).

As NPs são materiais muito utilizados na área industrial, e há estudos das mais diversas áreas sobre estes elementos, desde a medicina à engenharia de materiais, por exemplo. Este fato justifica a maior proporção e o crescimento exponencial de artigos científicos descrevendo estudos com esses contaminantes emergentes. Entretanto, os efeitos associados a biota aquática por consequência da exposição aos materiais nanoparticulados ainda é algo em estudo. A baixa quantidade de artigos científicos, com uma média de 0,09 publicações em toxicologia *in silico* demonstra a necessidade de divulgação e implementação de estudos que minimizem os ensaios *in vivo*.

Inicialmente utilizada apenas na indústria farmacêutica, o emprego da toxicologia *in silico* vem sendo ampliado à área ambiental, uma vez que pode prever os efeitos dos poluentes e contaminantes à biota, inovando em relação às técnicas ecotoxicológicas preexistentes. A minimização de bioensaios *in vitro* e *in vivo* bem como possibilidade



**Figura 5.** Número de publicações mundiais anuais sobre nanopartículas e toxicologia, com dados provenientes da base de dados Scielo, em pesquisas realizadas nos idiomas português (A) e inglês (B).



**Figura 6.** Número de publicações mundiais anuais sobre nanopartículas e toxicologia, com dados provenientes da base de dados “Science Direct” (A) e ISI “Web of Science” (B), em pesquisas realizadas em inglês.

de trabalhar a toxicologia *in silico* como ferramenta para aperfeiçoar os ensaios *in vivo*, além do baixo custo, fácil acesso e alta replicabilidade, maior rendimento e menor tempo consumido e constante otimização a tornam uma grande aliada dos cientistas (Holtzman 2000; Valerio Jr. 2009). Algumas empresas brasileiras, como Intertox e Cyprotex, além de órgãos governamentais, como o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Toxicologia Aquática e Universidade Federal de São Paulo, tem investido na toxicologia *in silico* como ferramenta de estudos toxicológicos (Cyprotex 2016; INCT 2016; Intertox 2016).

Não apenas utilizada individualmente, a toxicologia *in silico* pode também auxiliar na interpretação dos dados obtidos *in vitro*. Entretanto, podem ocorrer discrepâncias entre o resultado da modelagem *in silico* e os testes *in vivo*. Tratando-se de substâncias interagindo entre si em um sistema biológico, algumas interações moleculares podem ocorrer de forma diferente à esperada na modelagem. Assim, a toxicologia *in silico* é uma importante ferramenta atualmente para a toxicologia e seu uso depende fundamentalmente da análise do cientista que a realiza.

Assimulações *in silico* podem ajudar cientistas a identificar efeitos químicos, físicos e biológicos que devem ser mitigados. Ademais, pode ajudar a compreensão das complexas interações existentes entre contaminantes e organismos (Holtzman 2000). Entretanto, como toda e qualquer área da ciência, a toxicologia *in silico* possui limitações, dentre as quais se destacam o uso correto da modelagem e a transparência dos dados experimentais. O modelo correto deve considerar as características físico-químicas do contaminante, além da relação entre o contaminante - ambiente (Valerio Jr. 2009; Raunio 2011).

**Principais modelos *in silico*.** Segundo Santos (2013), a definição de um modelo a ser utilizado na predição *in silico* depende dos fatores envolvidos, como tipo do contaminante, suas características físico-químicas, organismo a ser estudado e os parâmetros toxicológicos em questão. A QSAR (“Quantitative Structure Activity Relationship”) - uma das modelagens mais convencionais - pode ser aplicada para relacionar a estrutura e físico-química dos compostos, correlacionando estas propriedades à resposta biológica do organismo estudado (Todeschini & Consonni 2000; Santos 2013). Mais conhecidas como descritores moleculares, as propriedades

explicam por meio de um procedimento lógico-matemático a ação do contaminante, a fim de obter na expressão da informação biológica um resultado experimental na forma de um número (Todeschini & Consonni 2000; Santos 2013).

Os princípios criados pela OECD com fins regulatórios para validar os modelos QSAR foram publicados no documento “Guidance document on the validation of (Quantitative) Structure-Activity Relationships [(Q)SAR] models” e recomendam definir um “endpoint”, uso de algoritmo inequívoco, definição de um domínio de aplicabilidade, medidas sobre ajustes, previsibilidade e robustez da modelagem além de uma interpretação mecanística quando possível (OECD 2007). O “endpoint” está relacionado ao parâmetro a ser mensurado e refere-se à um determinado efeito biológico, característica físico-química ou parâmetro ambiental observado na população de estudo que deve ser usado como ferramenta de referência, sendo grande maioria relacionado à letalidade ou subletalidade de uma parcela da população (OECD 2007). Dentre estas, a LD50 é um padrão para medir a toxicidade aguda e definida como a dose de um químico que causa letalidade à 50% dos organismos-teste daquele ambiente em um período de observação de 14 dias (USEPA 2012; CETESB 2015).

O algoritmo correto e eficiente deve ser usado para garantir a transparência do modelo (Santos 2013). Nesse contexto, o uso da Toxicologia *in chemico*, que parte da premissa de utilização de análises multivariadas com softwares como Pirouette, passa a ser uma ferramenta interessante a fim de gerar informações quanto a toxicidade associada a diferentes diâmetros de matérias nanoparticulados, considerando tempo de exposição e organismo teste, desde que a adoção do algoritmo apropriado seja realizada. Outra modelagem muito empregada são os modelos PBPK (Physiologically Based Pharmacokinetic models – ou seja, modelos fisiológicos baseados em farmacocinética), criados por Dobrev *et al.* (2002). Este tipo de modelagem considera não apenas as características físico-químicas do contaminante, como também parâmetros fisiológicos e bioquímicos (como a interação destes contaminantes em determinados órgãos por certos processos), além de usufruir deste modelo que é conhecido como “modelo integrado de mistura humana” (Dobrev 2002).

**Considerações finais.** Quando bem conhecidos, os efeitos toxicológicos podem ser determinantes

à criação de soluções e mitigação de problemas. A toxicologia *in silico* auxilia os cientistas a realizar simulações e experimentos de baixo custo e tempo reduzido, sendo uma ótima alternativa aos estudos ecotoxicológicos convencionais. Assim, rompe estigmas e traz acessibilidade aos pesquisadores que desejam conhecer mais sobre os efeitos de um contaminante. Espera-se que a metodologia *in silico* seja utilizada amplamente nos estudos ecotoxicológicos e representem uma ferramenta adicional de estudo quanto ao efeito de poluentes e contaminantes na biota aquática como peixes de ambientes dulcícolas e/ou marinhos, tornando necessários os testes *in vivo* apenas quando impostos pela legislação.

### Literatura citada

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Institucional. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/abnt/conheca-a-abnt>. Acesso em: 25 ago. 2016.
- Aguirre AA, Ostfeld RS, Tabor GM, House C, Pearl MC. Conservation Medicine: Ecological Health in Practice. 1ª ed., Oxford University Press, 432p., New York; 2002.
- Arias ARL, Buss DF, Albuquerque C, Inacio AL, Freire MM, Egler M, Mugnai R, Baptista DF Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. Cienc & Saúde Colet. 2007; 12(1): 61-72.
- Asmonaite G, Boyer S, de Souza KB, Wassmur B, Sturve J. Behavioural toxicity assessment of silver ions and nanoparticles on zebrafish using a locomotion profiling approach. Aquat Toxicol. 2016; 173: 143-153.
- Bradford A, Handy RD, Readman JW, Atfield A, Muhling M. Impact of silver nanoparticle contamination on the genetic diversity of natural bacterial assemblages in estuarine sediments. Environ Sci Technol. 2009; 43: 4530-6.
- Caceres-Velez PR, Fascineli ML, Yate L, Grisolia CK, Moya S, Bentes de Azevedo R. Humic acid: A natural attenuator of toxicity of silver nanoparticles in zebrafish embryos. Toxicol Letters. 2015; 238S: S56–S383.
- CAS - American Chemical Society. Disponível em: <<https://www.cas.org>>. Acesso em: 17.08.2016.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Conceitos básicos de toxicologia. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/analise-de-risco-tecnologico/32-conceitos>>. Acesso em: 29.04.2015.
- Chapman PM. Emerging substances — Emerging problems? Environ Toxicol Chem. 2006; 25(6): 1445-1447.
- Corvalán CF, Kjellstrom T, Smith KR. Health, environment and sustainable development: Identifying links and indicators to promote action. Epidemiol. 1999; 10(5), 656-660.
- Cyprotex – Especialistas em ADMET. Disponível em: <<http://www.cyprotex.com/international/brazil/>>. Acesso em: 17.08.2016.
- Díaz-Cruz MS, Barceló D. Determination of antimicrobial residues and metabolites in the aquatic environment by liquid chromatography tandem mass spectrometry. Anal Bioanal Chem. 2006; 386: 973–985.
- Dobrev ID, Andersen ME, Yang RSH. In silico toxicology: simulating interaction thresholds for human exposure to mixtures of trichloroethylene, tetrachloroethylene, and 1,1,1- Trichloroethane. Environ Health Persp. 2002; 110 (10): 1031-1039.
- European Commission. Commission Recommendation of 18 October 2011 on the definition of nanomaterial. Off. J. Eur. Union (L275/38–40); 2011.
- Fabrega J, Rensha JC, Lead JR. Interactions of silver nanoparticles with *Pseudomonas putida* biofilms. Environ Sci Technol. 2009; 43: 9004–9.
- Farré M, Gajda-Schranz K, Kantiani L, Barceló D. Ecotoxicity and analysis of nanomaterials in the aquatic environment. Anal Bioanal Chem. 2009; 393: 81-95.
- Fontanele EGP, Martins MRA, Quitude ARP, Montenegro Júnior RM. Contaminantes ambientais e os interferentes endócrinos. Arq Bras Endocrinol Metab. 2010; 54(1): 6-16.
- Gao J, Sepúlveda MS, Klinkhamer C, Wei A, Gao Y, Mahapatra CT. Nanosilver-coated socks and their toxicity to zebrafish (*Danio rerio*) embryos. Chemosphere. 2015; 119: 948–952.
- Griffitti RJ, Lavelle CM, Kane AS, Denslow ND, Barber DS. Chronic nanoparticulate silver exposure results in tissue accumulation and transcriptomic changes in zebrafish. Aquat Toxicol. 2013; 130-131: 192-200.
- Grillo R, Rosa AH, Fraceto LF. Engineered nanoparticles and organic matter: A review of the state-of-the-art. Chemosphere. 2015; 119: 608–619.
- Heath AG. Water Pollution and Fish Physiology. 2º ed. CRC Press., USA, 245p; 1990.
- Holtzman S. In silico toxicology. Annals New York Academy of Sciences. California, 68-74; 2000.
- INCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Toxicologia Aquática. Disponível em: <<http://www.inct-ta.furg.br>>. Acesso em: 17.08.2016.
- Intertox. In silico toxicology. Disponível em: <http://www.intertox.com.br/index.php/in-silico-toxicologia-toxicologia-preditiva-in-silico-tox/88-empresa/servicos-seguranca-quimica-seguranca-toxicologica/294-o-que-e-a-toxicologia-in-silico>. Acesso em: 17.08.2016.
- IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). IUPAC Glossary of terms used in toxicology, 2nd Ed., IUPAC Recommendations, 2007. Published in Pure Appl. Chem., v.79, n.7, p.1153-1344, 2007. Disponível em: <<http://sis.nlm.nih.gov/enviro/iupacglossary/glossaryt.html>>. Acesso em: 10.03.2015.
- Jemec A, Kahru A, Potthoff A, Drobne D, Heinlaan M, Böhme S, Geppert M, Novak S, Schirmer K, Rekulapally R, Singh S, Aruoja V, Sihtmäe M, Juganson K, Käkinen A, Kühnel D. An interlaboratory comparison of nanosilver characterisation and hazard identification: Harmonising techniques for high quality data. Environ Internat. 2016; 87: 20-32.
- Joo SH, Zhao D. Environmental dynamics of metal oxide nanoparticles in heterogeneous systems: A review. J Hazard Mater. 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.02.068>, 2016.
- Klaine SJ, Alvarez PJJ, Batley GE, Fernandes TF, Handy RD, Lyon DY, Mahendra S, McLaughlin MJ, Lead JR. Critical Review: Nanomaterials in the Environment: Behavior, Fate, Bioavailability, and Effects. Environ Toxicol Chem. 2008, 27(9): 1825-1851.
- Lima RNS, Ribeiro CBM, Barbosa CCF, Filho OCR. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição

- do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. *Rev Engenharia Sanit Amb.* 2016; 21(1): 139-150.
- Massarky A, Trudeau V, Moon T. Predicting the environmental impact of nanosilver. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2014; 38: 861-873.
- NANOTECH PROJECT. Project on Emerging Nanotechnologies. Consumer Products Inventory. Disponível em: <http://www.nanotechproject.org/cpi>. Acesso em: 28.03.2015.
- OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development). Guidance Document on the validation of Quantitative Structure-Activity Relationships (QSAR) Models. Paris: Inter-Organisation Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC), 154 p, 2007.
- Ordóñez GA. Salud ambiental: conceptos y actividades. *Pan Am J Public Health*; 2000, 7(3): 137-147.
- Raunio H. In silico toxicology: non-testing methods. *Frontiers Pharmacol.* 2011; 2, Art. 33.
- Santana JS. Determinação de contaminantes emergentes em mananciais de água bruta e na água para consumo humano do Distrito Federal. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade de Brasília (UNB), 101p., Brasília, 2013.
- Santos CEM. Toxicologia in silico: fundamentos e aplicações. Ed. Plêiade, 157 p, São Paulo; 2013.
- SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks), Nanosilver: safety, health and environmental effects and role in antimicrobial resistance, 2014.
- Senesi N, Loffredo E. Metal ion complexation by soil humic substances. In: Sparks DL, Tabatabai MA. (Eds.). *Chemical Processes in Soil*, Madison, WI, pp. 563–618, 2005.
- Sorensen SR, Holtze MS, Simonsen A, Aamand J. Degradation and mineralization of nanomolar concentrations of the herbicide dichlobenil and its persistent metabolite 2,6-dichlorobenzamide by *Aminobacter* spp. isolated from Dichlobenil- treated soils. *Applied Environ Microbiol.* 2007; 73: 399-406.
- Todeschini R, Consonni V. *Handbook of Molecular Disruptors*. Ed. Weinheim, Wiley, 668p; 2000.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). A framework for a computational toxicology research program in ORD. Washington, DC, Nov; 2003.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). State-of-the-Science Report on Predictive Models and Modeling Approaches for Characterizing and Evaluating Exposure to Nanomaterials. Washington, DC, Set; 2010.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). Vocabulary Catalog List Detail - Integrated Risk Information System (IRIS) Glossary 2011. Disponível em: [http://ofmpub.epa.gov/sor\\_internet/registry/termreg/searchandretrieve/glossariesandkeywordlists/search.do?details=&glossaryName=IRIS%20Glossary](http://ofmpub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/glossariesandkeywordlists/search.do?details=&glossaryName=IRIS%20Glossary)>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). Terminology Services (TS). Disponível em: [http://iaspub.epa.gov/sor\\_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search](http://iaspub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/termsandacronyms/search).
- USGS (United States Geological Survey). Environmental Health – Toxic Substances. Disponível em: <http://toxics.usgs.gov/regional/emc/>>. Acesso em: 15.03.2015.
- USGS (United States Geological Survey). Glossary. Disponível em: <http://water.usgs.gov/nawqa/glos.html>>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- Vale, G.; Mehennaoui, K.; Cambier, S.; Libralato, G.; Jomini, S.; Domingos, R.F. Manufactured nanoparticles in the aquatic environment-biochemical responses on freshwater organisms: A critical overview, *Aquatic Toxicol.*, v.170, p.162-174, 2016.
- Valerio Jr LG. In silico toxicology for the pharmaceutical sciences. *Toxicol Applied Pharmacol.* 2009; 241: 356-370.
- Wang Y, Zhu X, Lao Y, Lv X, Tao Y, Huang B, Wang J, Zhou J, Cai Z. TiO<sub>2</sub> nanoparticles in the marine environment: Physical effects responsible for the toxicity on algae *Phaeodactylum tricornutum*. *Sci Total Environ.* 2016; 565: 818-826.
- Wu Y, Zhou Q, Li H, Liu W, Wang T, Jiang G. Effects of silver nanoparticles on the development and histopathology biomarkers of Japanese medaka (*Oryzias latipes*) using the partial-life test. *Aquat Toxicol.* 2012; 100: 160-167.
- Zhu X, Tian S, Cai Z. Toxicity assessment of iron oxide nanoparticles in zebrafish (*Danio rerio*) early life stages. *PLoS One.* 2012; 7(9): 1-6.

**Instituto de Ciências Ambientais, Química e Farmacêuticas, Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Paulo, Rua São Nicolau, 210, 09913-030, Diadema, Brazil. (MRC) maahcorazza@hotmail.com; (JSA) juliana\_azevedo@msn.com, juliana.azevedo@unifesp.br (autor correspondente).**

## RETRATAÇÃO

Londrina, 04 de junho de 2018

O Corpo Editorial do Boletim SBI comunica a publicação formal de Retratação Parcial do artigo:

**Smith WS; Lima RCR; da Silva LCM; Corrêa CS; Teodoro CC; Vaz AA; Soinski TA; Costa MT; Stefani MS. A duplicação de rodovias no Brasil sob o olhar da Ictiofauna. *Boletim SBI*, 215: 16-23;**

Após reuniões realizadas nos dias 04 e 26 de junho de 2018 pelo Corpo Editorial, foi constatada que parte significativa do artigo, bem como as figuras 2 e 3, são cópias de trechos do trabalho:

**Lauxen MS. A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. 2012. Trabalho apresentado no Departamento de Zoologia da UFRGS como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso Pós-graduação Lato Sensu, na área de Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna. 146p.**

disponibilizado publicamente no endereço eletrônico: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/bi/teses/mozartdasilvalauxenmonografia.pdf>

Caracterizando, dessa forma, Plágio Parcial do trabalho acima citado.

Cordialmente,  
Prof. Dr. Fernando Jerep  
Editor do Boletim SBI



## COMUNICAÇÕES

# A duplicação de rodovias no Brasil sob o olhar da Ictiofauna

**Welber Senteio Smith\*<sup>1,2</sup>, Raquel de Castro Rodrigues Lima<sup>3</sup>, Laís Conceição Menezes da Silva<sup>2</sup>, Cláudia dos Santos Corrêa<sup>2</sup>, Cátia Cristina Teodoro<sup>2</sup>, Ariane Almeida Vaz<sup>1</sup>, Thais Aparecida Soinski<sup>2</sup>, Matheus Sousa Costa<sup>1</sup> & Marta Severino Stefani<sup>2</sup>**

A construção e a manutenção da infraestrutura viária exerce grande influência na economia mundial. No Brasil, por exemplo, rodovias são as principais responsáveis pelo escoamento dos produtos minerais, agrícolas e industriais, resultando no aumento do número de obras no setor rodoviário (Wheeler *et al.*, 2005). Embora a construção e a duplicação de rodovias vise a maior fluidez no tráfego, proporcionando melhor qualidade operacional e elevando o nível de segurança no trecho, os impactos ambientais gerados tendem a ser mais acentuados, os quais, em sua maioria, relacionam-se à ampliação do grau de fragmentação florestal às margens das rodovias, aterramentos de nascentes e riachos, favorecendo a erosão do solo, o aporte de sedimentos e o assoreamento de corpos d'água, afetando diretamente a comunidade íctica local (Benton *et al.*, 2008; Casatti *et al.*, 2009; Daigle, 2010; Leite *et al.*, 2012; Almeida *et al.*, 2016;).

Tais obras não impactam pontualmente os ecossistemas aquáticos, tais como trechos de riachos na mata atlântica, mas podem resultar em perdas de importantes ecossistemas, como é o caso das veredas no Cerrado. A problemática da execução dessas obras em regiões consideradas hotspot de biodiversidade está relacionada à fragmentação dos maciços florestais, erosão e assoreamento nos cursos d'água (Ribeiro *et al.*, 2016) e como consequência a perda da biodiversidade. No Brasil estão ocorrendo inúmeras obras de duplicação de rodovias, que podem causar perturbações às matas ripárias, aos riachos e a sua ictiofauna. A construção de galerias, canalizações, gabiões e bueiros decorrentes dos empreendimentos rodoviários provocam mudanças na hidrologia dos cursos d'água, reduzindo a movimentação dos peixes

entre os trechos a montante e a jusante (Park *et al.*, 2008), alterando os padrões de migração e dispersão das espécies, irrompendo em distúrbios como a fragmentação e homogeneização ictiofaunística, além da extinção de determinadas espécies a médio e longo prazo (Benton *et al.*, 2008; Casatti, 2010; Casatti *et al.*, 2010). Reforçando a importância dessa temática, recentemente o Papa em visita ao Peru se posicionou em relação à abertura de estradas na Amazônia, o que promoveria não só ameaças aos povos indígenas, mas a todos os ecossistemas e a biodiversidade.

### **Os impactos nos ecossistemas aquáticos.**

Atividades antrópicas podem modificar as condições dos ambientes aquáticos, e conseqüentemente, afetar a estrutura das comunidades que neles habitam. A fragmentação de córregos e rios decorrente da construção de estradas tem sido reconhecida como um grave problema ambiental, visto que tal atividade resulta no represamento, desvio e até aterramento do curso natural dos corpos d'água, provocando mudanças nas condições físicas dos ambientes, como largura, profundidade e vazão, nas características químicas da água tais como alterações no oxigênio dissolvido, pH, condutividade, que resultam em alterações na estrutura abiótica do sistema, perturbando a biota (Khan; Colbo, 2008; Celestino *et al.*, 2012; Yuhara, 2012). A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam os principais impactos ambientais decorrentes da duplicação de rodovias no Brasil e suas respectivas conseqüências.

Rios, riachos e outros canais naturais possuem estabilidade de dimensão, percurso e perfil, tendo, constantemente, seus sedimentos movidos

**Tabela 1.** Principais impactos ambientais decorrentes da duplicação de rodovias e suas consequências para o ecossistema aquático.

Impactos	Efeitos e Consequências	Autor
Alteração na vegetação ripária	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da temperatura no meio aquático;</li> <li>- Diminuição da entrada de matéria orgânica;</li> <li>- Aumento do escoamento superficial e carreamento dos nutrientes;</li> <li>- Erosão;</li> <li>- Menor taxa de oxigênio dissolvido;</li> <li>- Eutrofização;</li> <li>- Assoreamento;</li> </ul>	Ferreira <i>et al</i> (2006) e Daigle (2010)
Alteração das condições naturais dos solos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão;</li> <li>- Alteração na infiltração das águas da chuva;</li> <li>- Assoreamento;</li> <li>- Diminuição de habitats;</li> <li>- Exposição dos solos diretamente às ações do clima, devido a desmatamentos, destocamentos e retirada da camada superficial;</li> </ul>	Ferreira <i>et al</i> (2006) e Daigle (2010)
Alterações na morfologia do rio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altera a largura e a profundidade do canal além das características dos poços e corredeiras;</li> </ul>	Daigle (2010)
Carreamento de resíduos sólidos para os corpos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento;</li> <li>- Diminuição do oxigênio dissolvido na água;</li> <li>- Mudanças no aspecto da água;</li> <li>- Aumento do teor de sólidos totais e turbidez;</li> <li>- Alterações nas características físicas e químicas da água;</li> <li>- Deposição inadequada dos sedimentos;</li> <li>- Contaminação dos corpos d'água;</li> <li>- Alterações no fluxo (vazão);</li> </ul>	Melo <i>et al</i> (2003) e Daigle (2010)
Canalização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração no fluxo da água;</li> <li>- Alteração do ciclo hidrológico;</li> <li>- Diminuição da permeabilidade e da infiltração de água no solo;</li> <li>- Mudança no volume e na correnteza do corpo hídrico;</li> <li>- Alteração da paisagem;</li> </ul>	Oliveira <i>et al</i> (2005) e Daigle (2010)
Enrocamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução da disponibilidade de habitats e alimentos;</li> </ul>	Ferreira <i>et al</i> (2006) e Daigle (2010)

devido ao fluxo da água. Quando alterados, esses ambientes tendem a apresentar modificações em sua estrutura física, química e biológica, variando de acordo com o grau de impacto e a estrutura do relevo da bacia (Johnson, 2006). As consequências destas alterações são determinadas por fatores como a largura da rodovia, o volume e a velocidade do fluxo viário (Waller & Servheen, 2005; Ament *et al.*, 2008).

**A ictiofauna e a duplicação das rodovias.** Um dos grupos presentes nos ecossistemas aquáticos que mais sofre com a modificação física e química provocada pela construção e duplicação de estradas é a ictiofauna. Apesar dos peixes possuírem adaptações notáveis que os permitem ocupar diferentes tipos de sistemas aquáticos, a assembléia de peixes presente em um corpo d'água é fortemente influenciada pelas características estruturais e limnológicas das redes hidrográficas, (Casatti *et al.*, 2012; Mendonça *et al.*, 2005) como a profundidade e a largura, velocidade da correnteza, tipo predominante de substrato e vegetação do entorno (Pinto *et al.*, 2009; Hoeninghaus *et al.*, 2006). No Brasil estão ocorrendo inúmeras obras de duplicação de rodovias, que

podem causar perturbações às matas ripárias, aos riachos e a sua ictiofauna. Rodovias, assim como outros empreendimentos viários, interferem no ambiente ocasionando impactos podendo ser citados aumento da mortalidade de peixes, restrição à passagem de peixes, bloqueio da migração rio acima, eliminação ou redução do acesso a locais de desova e a redução e alteração de habitats (Daigle, 2010). Esses impactos dependendo de cada situação e, no caso da duplicação de rodovias, ocorrem devido a supressão da vegetação, a canalização do corpo hídrico e o carreamento de sedimentos, ocasionado o assoreamento (Benton *et al.*, 2008) (Tabela 2).

Em relação à profundidade e a largura, uma das consequências da abertura de rodovias é o assoreamento do sistema aquático causado pelo aporte de sedimentos (Bager *et al.*, 2016; Seyedbagheri, 1996), o qual possui influência direta sobre o padrão e a velocidade do fluxo da água. O assoreamento também pode reduzir o número de microhabitats formados por macrófitas aquáticas, influenciando negativamente na disponibilidade de alimento e refúgio para os peixes. Outros impactos decorrentes da abertura e duplicação de rodovias estão relacionados à implantação de sistemas de tubulação



**Figura 1.** Impactos e consequências da duplicação de rodovias nos ambientes aquáticos. (A) Erosão e remoção da mata ripária; (B) Assoreamento; (C) Canalização; (D) Canalização; (E) Canalização, enrrocamento e represamento; (F) Canalização e desnível.

e manilhamento. Tais estruturas alteram a vazão dos corpos d'água, modificando áreas a montante e a jusante dos córregos e riachos, criando ou destruindo ambientes de várzea, que funcionam como locais para reprodução e abrigo de várias espécies, além de berçário para a ictiofauna (Luz *et al.*, 2012). As tubulações também atuam como barreiras físicas para os peixes, podendo comprometer os padrões de migração e dispersão das espécies, favorecendo a redução da abundância de espécies, e extinção local de espécies (Forman & Alexander, 1998).

O tipo predominante do substrato e vegetação

de entorno também são grandes influenciadores na assembleia de peixes. O substrato proporciona abrigo para uma variedade de espécies que podem servir de alimento para a ictiofauna, além de influenciar na locomoção destes animais. Com relação à vegetação ripária, sua supressão pode afetar diretamente espécies de pequeno porte, com distribuição geográfica restrita e intensa dependência da vegetação ciliar para alimentação, reprodução e refúgio contra predadores (Langeani *et al.*, 2005; Zanini *et al.*, 2016). As espécies invasoras também devem ser consideradas um problema pois

**Tabela 2.** Impactos Ambientais decorrentes da duplicação de rodovias e suas consequências para a ictiofauna.

Impactos	Consequências	Autor
Alteração na vegetação ripária e nas condições naturais dos solos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração no metabolismo dos peixes;</li> <li>- Diminuição disponibilidade de alimentos;</li> <li>- Perda de habitats;</li> </ul>	Melo <i>et al</i> (2003), Ferreira & Casatti (2006), Benton <i>et al</i> (2008), Fonseca (2009) e Daigle (2010)
Alterações na morfologia do corpo d'água	Redução de habitats	Daigle (2010)
Canalização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obstáculo ao deslocamento dos peixes;</li> <li>- Passagem restrita aos peixes;</li> <li>- Eliminação ou redução do acesso a locais de alimentação e desova;</li> </ul>	Oliveira <i>et al</i> (2005), Benton <i>et al</i> (2008) e Daigle (2010)
Enrocamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Destruição dos habitats naturais dos peixes na margem do rio;</li> <li>- Diminuição da oferta de alimentos.</li> </ul>	Melo <i>et al</i> (2003), Benton <i>et al</i> (2008) e Daigle (2010)

as rodovias facilitam que pessoas intencionalmente realizem solturas (Daigle, 2010).

Em resumo, obras de construção e duplicação de estradas, ou qualquer modificação cruzando ecossistemas naturais podem provocar efeitos imensuráveis para a ictiofauna. Os rios da região neotropical (onde encontram-se as bacias hidrográficas brasileiras), abrigam uma grande diversidade de peixes. Contudo, devido à ação humana, os sistemas nos quais tais espécies estão inseridas podem ser facilmente degradados, facilitando a dispersão de espécies exóticas, sendo esta, uma das principais ameaças para a riqueza da ictiofauna.

A Tabela 3 apresenta os principais impactos ambientais decorrentes das obras de duplicação de rodovias e possíveis medidas mitigadoras propostas

por vários autores. Considerando os rios que cortam as estradas, os que mais são perturbados são os de pequeno porte como os riachos e córregos. Isso ocorre porque os de maior porte obrigam a construção de pontes, o que interferem minimamente na sua hidrologia e como consequência na sua ictiofauna. Além disso, apresentam maior resistência e resiliência a impactos resultados da movimentação de terra. Os de menor porte são perturbados principalmente pela canalização e construção de bueiros e gabiões. A construção de drenagem, como bueiros, que interfere em sua função hidrológica, pois não permitem a passagem de todas ou algumas espécies de peixes (Belfrage & Goulet, 1989). Formato, comprimento, altura, largura, revestimento e iluminação, além de degraus ou poços de recolhimento de detritos

**Tabela 3.** Impactos Ambientais decorrentes da duplicação de rodovias e possíveis mitigações.

Impactos	Mitigação	Autor
Alteração na vegetação ripária	Restauração da vegetação e estabelecimento de uma zona tampão (buffer) adjacente a rodovia.	Melo <i>et al</i> (2003), Ferreira & Casatti (2006) e Daigle (2010)
Alteração das condições naturais dos solos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas;</li> <li>- Programa de Controle dos Processos Erosivos;</li> <li>- Restauração da vegetação e estabelecimento de uma zona tampão (buffer) adjacente a rodovia.</li> </ul>	Melo <i>et al</i> (2003), Fonseca (2009) e Daigle (2010)
Carreamento de resíduos para os corpos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar e controlar o despejo de resíduos em rios/riachos.</li> <li>- Restauração da vegetação e estabelecimento de uma zona tampão (buffer) adjacente a rodovia.</li> </ul>	Fonseca (2009) e Daigle (2010)
Canalização e isolamento de ambientes	- Instalar meios mais apropriados (bueiros e gabiões p.ex.) para o fluxo de peixe e para melhorar a passagem dos peixes e o acesso aos habitat rio acima.	Baker & Votapka (1990), Oliveira <i>et al</i> (2005) e Daigle (2010)
Enrocamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substituir por plantios de gramíneas e posteriormente realizar plantios com espécies nativas;</li> <li>- Proteger a vegetação das margens.</li> </ul>	Melo <i>et al</i> (2003) e Daigle (2010)

podem se constituir em obstáculos físicos, são características estruturais que influenciam seu grau de utilização pelos peixes. De acordo com Benton *et al.* (2008) pesquisas devem focar na relação entre a estrutura dos bueiros (características de velocidade e profundidade) e passagem de peixes para garantir que as características lótcas se mantenham.

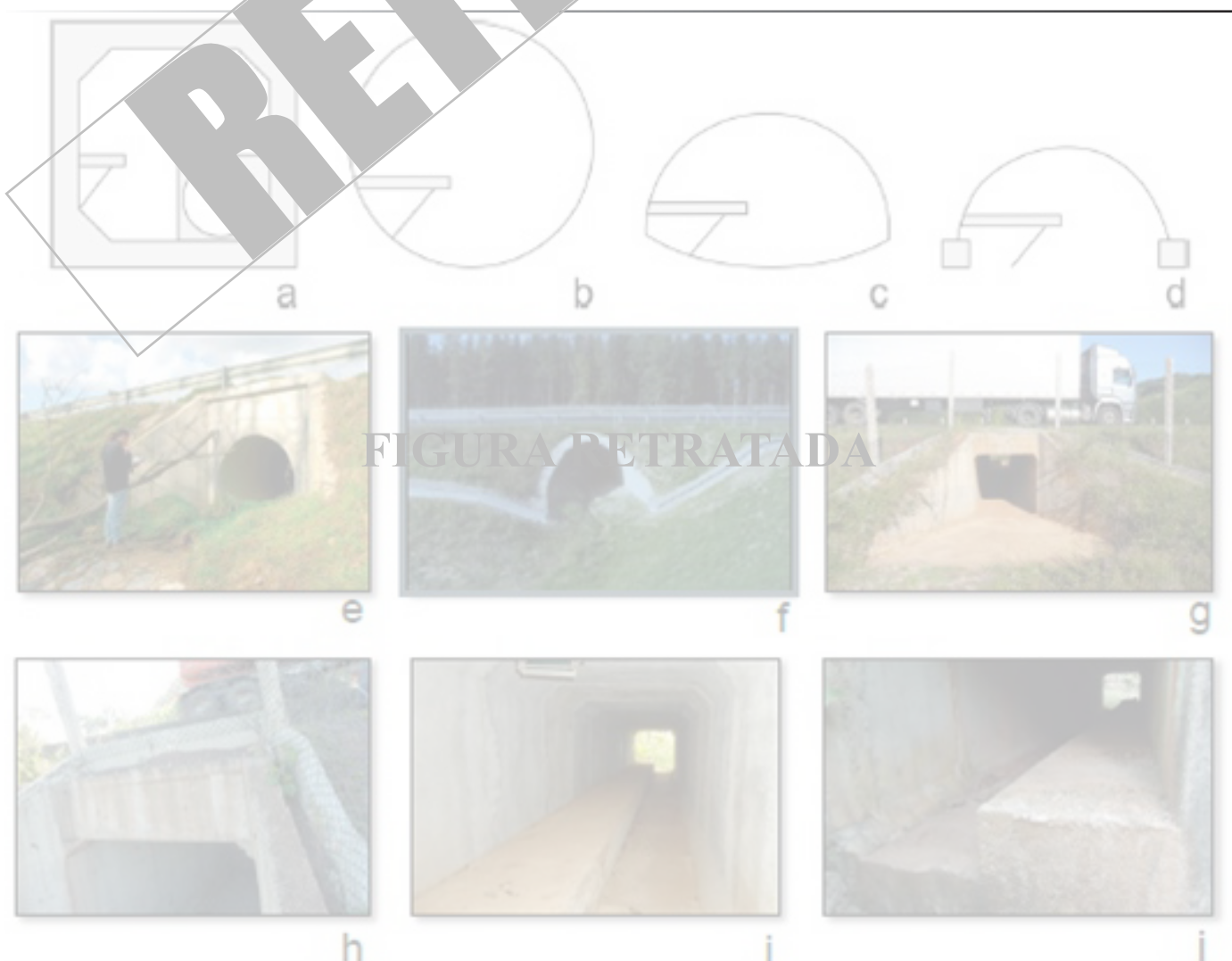
Discutindo um pouco a cerca dos bueiros, estes têm normalmente entre 0,6 e 2,5 m de largura ou diâmetro, e podem ser dos seguintes tipos (Figura 2):

- Bueiro celular: geralmente de concreto pré-moldado, apresenta grande área basal e pode ser instalado em módulos, sendo de simples construção. Normalmente apresenta a superfície da base inclinada que acarreta em aumento da velocidade da água. Em casos de fluxo reduzido, é importante construir um canal central rebaixado que mantém o fluxo constante e sirva como passagem para peixes.
- Bueiro circular: maior capacidade de água

facilita fluxo da ictiofauna em descargas reduzidas.

- Bueiro tubular em arco: área basal ampliada, perfil baixo.
- Bueiro em arco: substrato do curso d'água mantido em condições próximas naturais, o que é recomendável especialmente para peixes. Podem ser construídos em até 10 metros de largura transversal, mas a viabilidade geral para sua instalação não excede 7,5 m. Os bueiros apresentam limitações em gradientes superiores a 10% devido à tendência de formação de processos erosivos que comprometam a estabilidade de suas bases (Baker & Votapka 2000). O custo e o tempo para instalação, maior a inclinação e o comprimento também são elementos que influenciam sua adoção como regra geral na escolha de dispositivos de drenagem.

Preferencialmente, a esconsidade (definida pelo ângulo formado entre o eixo longitudinal do bueiro e a normal ao eixo longitudinal da



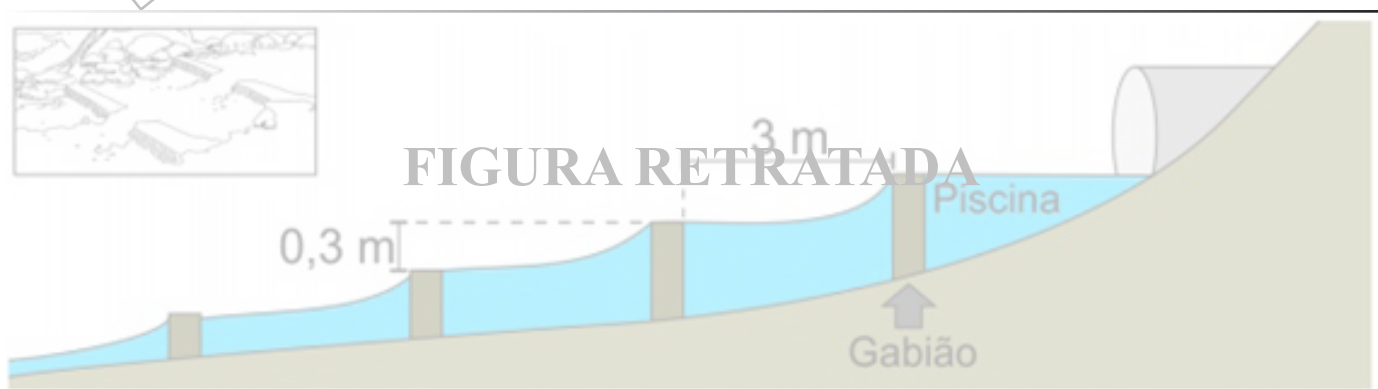
**Figura 2.** Corte transversal de diferentes tipos de bueiros e exemplos de plataformas para passagem seca. a, g, h, i, j) celular; b, e) circular; c) tubular em arco; d, f) arco. O bueiro celular (a) apresenta em seu interior, à direita, plataforma sobre bueiro circular servindo como passagem seca, solução adotada pelo DNIT em alguns projetos de rodovias federais (modificado de Luz *et al.*, 2012).

rodovia) e o ângulo de inclinação vertical do bueiro devem corresponder aos do curso d'água por ele drenado. Entretanto, se a inclinação for muito acentuada, a superfície lisa dos bueiros pode acelerar demasiadamente a velocidade da água, impedindo a transposição por diversas espécies de peixes. Após estudo hidrológico detalhado, pode ser reduzido o ângulo de inclinação do bueiro, o que facilita a passagem de peixes, sendo necessário, simultaneamente, adotar medidas para reduzir o desnível gerado entre uma extremidade do bueiro (ou ambas) e o curso d'água. As extremidades dos bueiros devem apresentar desníveis tais que não comprometam a passagem da fauna, o que pode ser obtido com a deposição de pedra rachão de forma a suavizar a transição do bueiro para o solo adjacente, ou com instalação de piscinas sequenciais de repouso, formadas com a instalação de barreiras de gabiões ou concreto, com desnível de até 30 cm uma da outra, até que seja superada a diferença de cotas entre a extremidade do bueiro e o nível normal do curso d'água (Figura 3). Bueiros de muros corrugados (áremicos) apresentam velocidades de água entre 2 e 3 vezes menor do que aqueles lisos nas mesmas condições de comprimento e inclinação de fluxo d'água, o que é desejável para a sobrevivência de peixes (Baker & Votapka 1990).

**Os órgãos ambientais e o licenciamento.** A carência de infraestrutura de transporte no país demanda a implantação de um sistema viário abrangente, que por sua vez, pode promover inúmeros impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos que cruzam as rodovias e como consequência a sua ictiofauna. Sob esta ótica, obras de empreendimentos rodoviários devem ser realizadas em conformidade com a legislação ambiental mas os técnicos envolvidos devem ter um cuidado redobrado com os

ecossistemas aquáticos que a rodovia irá interceptar. O licenciamento ambiental é a oportunidade em que estes impactos podem ser mitigados (Lauxen, 2012). Sendo relativamente recente no país, o licenciamento ambiental de empreendimentos rodoviários não tem protocolos consolidados. Os diagnósticos são realizados com metodologias distintas, tanto no que se refere ao esforço quanto às técnicas de amostragem e tratamento de dados, dificultando a comparação entre os diversos empreendimentos e impossibilitando a integração das informações em bases de dados que possibilitem análises em escalas mais abrangentes (regional e nacional). Além disso, não existem critérios estabelecidos para indicação de pontos críticos e avaliação da efetividade das medidas mitigadoras adotadas, o que está ao âmbito dos respectivos órgãos e técnicos envolvidos, dificultando a consolidação de informações que possam subsidiar decisões.

É necessário um monitoramento durante e pós-construção para avaliar a eficácia da implementação da efetividade das medidas adotadas, identificação de possíveis impactos e adoção de medidas necessárias e consolidação de uma base de dados que subsidie a tomada de decisão. Entretanto, não existe uma padronização de metodologias e desenhos amostrais que permitam a comparação de dados obtidos em diferentes situações (Bank *et al.* 2002). A literatura específica está disponível sob a forma de inúmeras publicações científicas, as quais são praticamente inacessíveis fora do ambiente acadêmico, sendo a elaboração de guias e manuais desta natureza uma das recomendações do Departamento de Transportes dos Estados Unidos. Sendo assim, o corpo técnico responsável pela obra bem como os técnicos contratados para a realização dos EIAs e monitoramento além dos órgãos competentes, devem se atentar aos inúmeros rios, riachos e demais ecossistemas aquáticos e adotar



**Figura 3.** Corte longitudinal de sistema de piscinas para dissipação de energia do fluxo d'água e viabilização da travessia de peixes. No detalhe à esquerda, visualizam-se canais centrais para a manutenção do fluxo. Adaptado de Baker & Votapka (1990).

uma gestão ambiental eficiente, a partir do uso de técnicas que impeçam ou atenuem os impactos. É de extrema urgência o desenvolvimento de pesquisas com novos mecanismos de intersecção da rodovia nos corpos d'água e aprimoramentos dos já existentes, não só levando em consideração a vazão, ou seja, a passagem da água mas também a biota aquática, principalmente os peixes.

**Considerações finais.** Conciliar a necessidade do desenvolvimento com a conservação ambiental é o grande desafio. É consolidado que obras rodoviárias apresentam impactos negativos significativos, sobre os ecossistemas aquáticos que cortam e a comunidade ictica que os habitam. É primordial a análise dos impactos e a realização efetiva das medidas mitigatórias inseridas nos EIAS/RIMAS, bem como o uso das informações contidas nos relatórios de monitoramento, a fim de reduzir os impactos e ampliar as opções de mitigação, já que tais obras e intervenções são também oportunidades de aprendizado para a comunidade científica através da geração de informações e subsídios para os órgãos ambientais a tomarem decisões e aos empreendedores executarem obras com menor impacto a ictiofauna e aos ecossistemas que estes habitam.

### Literatura citada

- Almeida IRS. 2016. Composição e estrutura trófica das assembleias de peixes em veredas de buritizais, no período de seca, no lavrado de Roraima, Brasil. Dissertação Mestrado em Ciências Biológicas - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Universidade Estadual de Roraima. 2016; 82 p.
- Ament R, Clevenger AP, Yu O, Hardy A. An assessment of road impacts on wildlife populations in U.S. National Parks. *Environmental Management*. 2008; 42(3): 480-496.
- Bager A, Lucas PS, Bourscheit A, Kuczah A, Maia B. Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária. *Biodiversidade Brasileira*. 2016; 1: 45-83.
- Baker CO, Votapka FE. Fish passages through culverts. San Dimas, California, USDA Forest Service. 1990; 76p.
- Bank FG, Irwin CL, Gray EGL, Hagood M E, Kinar S, Levy JR, Paulson A. Wildlife habitat connectivity across European highways. Washington, DC, Office of International Programs, Office of Policy Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. 2002; 48p.
- Belford DA, GOULD WA. An evaluation of trout passage through six highway culverts in Montana. *North American Journal of Fisheries Management*. 1989; 9: 437-445.
- Benton PD, Ensign W E, Freeman BJ. 2008. The effect of road crossing on fish movements in small Etowah sasin streams. *Southeastern Naturalist*. 2008; 7(2): 301-310.
- Casatti L. Alterações no código florestal brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica*. 2010; 10 (4): 31-34.
- Casatti L, Ferreira CP, Carvalho FR. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiology*, 2009; 632 (1): 273-283.
- Casatti L, Teresa FB, Gonçalves-Souza T, Bessa E, Manzotti AR, Gonçalves CS, Zeni JO. 2012. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotropical Ichthyology*. 10(1): 205-21.
- Casatti, L, Romero RM, Teresa FB. Sabino J, Langeani F. Estrutura da ictiofauna ao longo do gradiente de conservação em riachos do Planalto da Bodoquena, Centro-Oeste do Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 2010; 22(1): 50-59.
- Celestino EF, Kashiwaqui EAL, Mariano JR, Makrais S, Makrais MC. Métodos de coleta para avaliação longitudinal da ictiofauna em riachos interceptados por tubulações. p. 115 - 136. In: BAGER, A. *Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas*. Ed. UFLA. Lavras. 2012; 314p.
- Daigle PA. summary of the environmental impacts of roads, management responses, and research gaps: A literature review. *BC Journal of Ecosystems and Management*. 2010; 10(3):65–89
- Ferreira CP, Casatti L. Influência da estrutura do hábitat sobre ictiofauna de um riacho em micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 2006; 23: 642-651.
- Fonseca YMF. Relatório de impacto ambiental das obras de duplicação da rodovia BR-290/RS. Coordenadora do meio biótico e físico. 2009; DNIT – 118p.
- Forman RTT, Alexander LE. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 1998; 29: 207-231.
- Hoeinghaus DJ, Winemiller KO, Birnbaum JS. Local and regional determinants of stream fish assemblage structure: inferences based on taxonomic vs. functional groups. *Journal of Biogeography*. 2006; 34: 324-328.
- Khan B, Colbo MH. The impacts of physical disturbance on stream communities: lesson from road culverts. *Hydrobiology*. The Hague. 2008; 600: 229-235.
- Langeani F, Casatti L, Gameiro HS, Carmo AB, Rossa-Feres DC. Riffle and pool fish communities in a large stream of southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 2005; 3(2): 305-311.
- Lauxen MS. A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. [Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação] Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012.
- Leite ACS, Costa DAM, Rangel JA. Impactos ambientais negativos decorrentes da duplicação da rodovia dos Tamoios – SP. 2012. XVI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. São José dos Campos, SP.
- Luz SC, Lima HC, Severi W. Composição da ictiofauna em ambientes marginais e tributários do médio-submédio rio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2012; v.7, (2): 358-366.
- Melo CE, Machado FA, Pinto-Silva, V. Diversidade de peixes em um córrego de cerrado no Brasil Central. *Brazilian Journal off Ecology*. 2003; 1(2): 17-23.
- Mendonça, FP, Magnusson WE, Zuanon J. Relationships Between Habitat Characteristics and Fish Assemblages in Small Streams of Central Amazonia. *Copeia*. 2005; 4: 751–764.

- Oliveira DC, Bennemann, ST. Ictiofauna, recursos alimentares com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*. 2005; 5: 95-107
- Park D, Michael S, Bayne E, Scrimgeour G. Landscape level stream fragmentation caused by hanging culverts along roads in Alberta's boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research*. 2008; 38: 566-575.
- Pinto BCT, Araújo FG, Rodrigues VD, Hughes RM. Local and ecoregion effects on fish assemblage structure in tributaries of the Rio Paraíba do Sul, Brazil. *Freshwater Biology*. 2009; 54: 2600–2615.
- Ribeiro MD, Teresa FB, Casatti L. Use of functional traits to assess changes in stream fish assemblages across a habitat gradient. *Neotropical Ichthyology*. 2016; 14(1): e140185.
- Seyedbagheri, KA. Idaho forestry best management practices: Compilation of research on their effectiveness. General Technical Report (GTR). 1996; 89p.
- Waller JS, Servheen C. Effects of transportation infrastructure on grizzly bears in Northwestern Montana. *The Journal of Wildlife Management*. 2005; 69(3): 985-1000.
- Wheeler AP, Angermeier PL, Rosenberger AE. Impacts of new highways and subsequent landscape urbanization on stream habitat and biota. *Reviews in Fisheries Science*. 2005; 13: 141-164.
- Yuhara TY. Avaliação do impacto do uso de manilhas na construção sobre ambientes aquáticos e na ictiofauna em duas rodovias na região sul de Minas Gerais. [Dissertação de Mestrado]. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras; 2012.
- Zanini TS, Queiroz TM, Troy WP, Nunes JR, Lázari, PR. Diversidade da ictiofauna de riachos de cabeceira em paisagens antropizadas na bacia do Alto Paraguai. *Iheringia, Série Zoologia*. 2016; 107(6): 1-7.

**<sup>1</sup>Laboratório de Ecologia Estrutural e Funcional, Universidade Paulista - UNIP, Campus Sorocaba, Av. Independência, 752, Iporanga, Sorocaba (SP), Brasil, 18.103-000. (welber\_smith@uol.com.br)**

**<sup>2</sup>Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais / CRHEA, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Rodovia Domingos Innocentini, km 13, Itirapina (SP), Brasil, 13.560-970.**

**<sup>3</sup>Universidade de São Paulo / USP, Escola de Engenharia de São Carlos / EESC, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Av. Trabalhador Sancarlense, 400, São Carlos (SP), Brasil, 13.566-590.**



## TÉCNICAS

# Introdução à ilustração de peixes 9: Gyotaku, uma técnica japonesa para documentação de peixes

Oscar Akio Shibatta

Em todas as técnicas apresentadas nesta série de artigos a respeito da ilustração de peixes, a precisão do desenho dependia muito da habilidade manual do ilustrador. Além disso, eram técnicas que demandavam certo tempo para concluir uma ilustração. Como, então, obter uma representação fiel do peixe em estudo de maneira rápida e sem a necessidade de treinamento em desenho e pintura? Possivelmente, o método mais adequado é o Gyotaku (pronuncia-se guiotacu), que permite registrar o tamanho real do peixe, além de detalhes morfológicos como número de raios e escamas.

Gyotaku é uma palavra japonesa composta por dois ideogramas (kanjis): o primeiro que significa peixe (Gyo) e o segundo que significa impressão (=taku) (Figura 1). A palavra taku, que tem origem chinesa, também é constituída de dois caracteres, sendo o primeiro relativo à mão e o segundo relativo à rocha. Na china a técnica da impressão de ideogramas por meio de rochas é muito antiga (McAuliffe, 2018).

A técnica de impressão de peixes, ou Gyotaku, foi desenvolvida no Japão e é relativamente recente para uma cultura milenar, pois data de meados do século XIX, e foi desenvolvida por pescadores que queriam manter uma prova do animal pescado. A tinta utilizada para obter a impressão era a base de fuligem de madeira, portanto pouco tóxica ao homem,

permitindo preparar o peixe para consumo depois de impresso. Atualmente, a técnica se desenvolveu de tal forma que as ilustrações se tornaram verdadeiras obras de arte.

Segundo Dewees & Gover (1987), o Gyotaku foi introduzido no ocidente na década de 1950 por Yoshio Hiyama, um ictiólogo japonês que a utilizou para compartilhar detalhes de peixes com seus colegas americanos. Janet Roemhild Canning, que trabalhou com Hiyama, fez vários Gyotakus para o National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Em 1964, Hiyama publicou um livro intitulado “Gyotaku, the art and techniques of the Japanese fish print”, pela editora University of Washington Press, para divulgar a técnica nos EUA.

No Brasil, o Gyotaku é pouco conhecido, mas merece ser divulgado e aprimorado. Conheci a técnica na década de 1980, quando Axelrod (1981) publicou uma matéria sobre o assunto na *Tropical Fish Hobbyist*, uma revista especializada em peixes ornamentais.

Além de possibilitar um registro fiel do peixe, é um bom instrumento de ensino aos estudantes de nível básico, permitindo ricas discussões interdisciplinares a respeito de ciência, arte e cultura (Stokes, 2001).

Neste artigo serão apresentados os métodos direto e indireto de Gyotaku, com a aplicação do método direto para obter a impressão de um peixe-porco (*Balistes carolinensis*). Essa espécie é comercializada para consumo humano e ocorre na costa brasileira.

### Material

O peixe pode ser fresco ou fixado em formol. Todo o muco e sujidades devem ser retirados da superfície do corpo, pois certamente provocarão imperfeições na ilustração. Dessa forma, se o peixe ainda estiver fresco, deve ser bem lavado e o muco deve ser retirado com o uso de sal ou de vinagre. Deve-se ter especial cuidado ao secar o peixe, principalmente com

Gyo = peixe

Taku = impressão

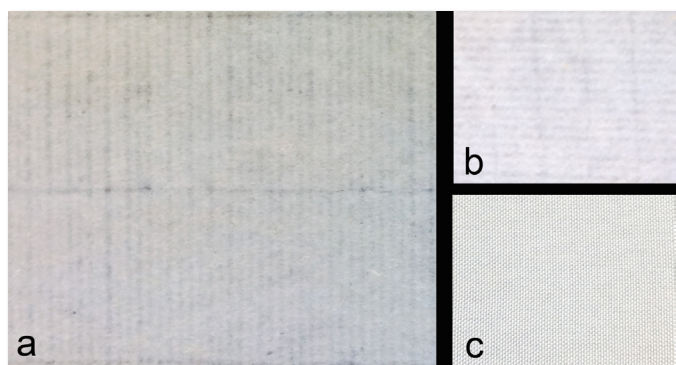
Figura 1. Ideogramas japoneses da palavra gyotaku.

relação aos orifícios (narinas, aberturas opercular, urogenital e anal) que retêm líquidos. As narinas e os orifícios urogenital e anal podem ser fechados com um pequeno pedaço de papel com o auxílio de um alfinete. Papel absorvente pode ser inserido na cavidade opercular. Esses procedimentos visam impedir que algum líquido saia desses orifícios provocando a diluição excessiva da tinta e provoque borrões indesejados.

**A tinta** tradicionalmente utilizada é conhecida como *sumi*, e é feita a base de fuligem obtida da queima de galhos de pinheiro. Se o peixe for utilizado para consumo, essa tinta é a ideal. Peixes de coleções podem receber outros tipos de tintas, desde que sejam solúveis em água e permitam a sua retirada. No elenco de tintas hidrossolúveis estão a tinta nanquim, a aquarela, o guache, e a acrílica. A concentração da tinta é fator importante, porque tintas muito diluídas produzirão trabalhos sem contraste. Quando se utiliza tinta colorida, é possível destacar as manchas (se houver), imitando as cores naturais.

**O papel** tradicionalmente utilizado é conhecido como *washi* e é fabricado com fibras da Moraceae *Boussonetia papyrifera*. O papel fabricado no Japão é chamado *gasenshi* (Figura 2a) e o fabricado na China é chamado *ramonsen* (Figura 2b). Grandes indústrias como a Canson também fabricam um tipo similar de papel japonês. Outros tipos de papel e até mesmo tecidos sintéticos (*cuprammonium rayon* ou seda artificial, Figura 2c), podem ser utilizados. Há quem use folhas de jornal, mas é importante que o papel seja flexível o suficiente para possibilitar a cobertura de todas as partes do peixe, inclusive de suas nadadeiras.

**Pincéis** macios de cerdas sintéticas são suficientes para esse tipo de trabalho. No entanto, um pincel



**Figura 2.** Texturas (a) do papel japonês (*gasenshi*), (b) do papel chinês (*ramonsen*), e (c) do tecido sintético (*cuprammonium rayon*).

japonês de pelo natural (*fude*) tem a capacidade de carregar bastante tinta e possibilita cobrir áreas maiores. Os olhos podem ser detalhados com um pincel fino após a impressão.

**Tampo** é um objeto utilizado no método indireto para aplicar tinta. Ele é feito de tecido de seda, algodão e um elástico para dinheiro. Para confeccioná-lo, corta-se um quadrado de tecido de seda e coloca-se uma pequena bola de algodão no meio. Prende-se a bola com um elástico que também ajudará a formar a haste (Figura 3). Tamanhos diferentes de *tampos* podem ser necessários conforme o tamanho do peixe ou da área a ser pintada.

**Outros materiais.** Folhas de jornal são utilizadas por baixo do peixe para impedir que a mesa também seja pintada. Se o peixe for muito largo, pode-se fazer um molde em placa de poliestireno expandido (EPS) para encaixá-lo e formar uma plataforma para manter as nadadeiras dorsal e anal no mesmo plano. Um estilete pode ajudar no corte do poliestireno expandido. A parte convexa de uma pequena colher pode ser utilizada para pressionar o papel sobre



**Figura 3.** *Tampo*, objeto de seda para aplicação de tinta no método indireto.

partes delicadas como os raios das nadadeiras. Uma pinça de ponta fina pode auxiliar a posicionar as nadadeiras abertas. Alfinetes podem ser utilizados para manter as nadadeiras esticadas. Papel toalha é muito importante para secar a superfície, as aberturas e orifícios do peixe.

## Procedimentos

**Método direto.** O método direto (*chokusetsu-ho*) é o mais antigo e data do final da Era Edo. Essa Era foi caracterizada pelo governo dos shoguns da família Tokugawa e durou de 1603 até 1858. Nesse método, tradicionalmente utilizava-se a tinta *sumi* para caligrafia e era empregada apenas para registrar o tamanho dos peixes.

O procedimento direto é relativamente simples:

1. O peixe deve ser completamente seco, inclusive as aberturas branquiais, os orifícios nasais e o ânus.
2. Com um pincel largo, aplica-se tinta em todas as partes do peixe, exceto no olho. Primeiro se aplica no sentido da cabeça à cauda, e depois da cauda à cabeça (Figura 4).

3. Coloca-se cuidadosamente o papel no sentido da cauda para a cabeça. Pressionando-o em seguida com as pontas dos dedos, ou com a parte convexa de uma colher, mas tomando-se o cuidado de não rasgar o papel.

4. Retira-se o papel em seguida, deixando a tinta secar.

5. Se for desejável, desenha-se a pupila do olho com um pincel. Segundo os praticantes mais tradicionalistas, esta é a única parte do peixe que pode receber retoques. No entanto, atualmente os artistas sobrepõem cores sobre a impressão original e retocam a figura. Na figura 5, foi utilizado um programa de edição de imagens para delimitar algumas áreas de contorno do peixe e retirar algumas manchas no entorno.

**Método indireto.** O método indireto (*kansetsu-ho*), é mais recente e data do início da Era Showa, governado pelo imperador Hiroito, que se iniciou em 1929 e durou até 1989. Com esse método, cobre-se o peixe com um papel ou pano e se aplica a tinta com um *tampo* ou com uma esponja para cosméticos. A técnica indireta permite riqueza de cores, mas exige



**Figura 4.** O peixe-porco é inteiramente coberto com tinta solúvel em água, neste caso de aquarela, com um pincel *fude* largo. O olho não é pintado para possibilitar o desenho da pupila e de outros detalhes posteriormente. (c) Oscar A. Shibatta.



**Figura 5.** Peixe-porco impresso segundo o método direto da técnica Gyo-taku. Tinta para aquarela, na cor sépia, em papel japonês Canson. (c) Oscar A. Shibatta.

muito treinamento.

Os seguintes passos foram sugeridos pelo Sr. Hajime Genki Itoh, Secretário Chefe da Nihon Shikisai Biyutsu Gyo-taku-kai, do Japão:

- “1. Lave cuidadosamente o peixe com detergente de cozinha para remover o muco.
2. Cubra o peixe com o papel para Gyo-taku e borrife água com spray. Para não enruguar o papel, pressione-o com uma esponja úmida.
3. Mantenha o papel com certa umidade enquanto trabalha com o Gyo-taku. Utiliza-se um papel toalha para retirar ou aplicar água.
4. Toque gentilmente o papel sobre o peixe com um *tampo* com tinta colorida. Utilize *tampos* individuais para cores diferentes. Deve-se tomar cuidado para não sujar partes inapropriadas com cores. Para evitar isso, pode-se usar uma máscara de papel para delimitar certas cores em uma área.
5. Após a finalização desse processo, separa-se cuidadosamente o papel do peixe.
6. O papel com a pintura é colocado sobre um outro papel seco, borrifado com água com um spray para esticá-lo gradualmente. Cubra-o com outra folha de papel, que é pressionado com as mãos para esticá-lo ainda mais.
7. Desenhe os olhos do peixe usando um pequeno pincel.”

**Considerações finais.** Embora os princípios dos métodos direto e indireto sejam bastante simples, não é fácil obter um resultado final satisfatório. As principais dificuldades são obter limites bem demarcados das estruturas (escamas e raios) e dos contornos do corpo. A secagem cuidadosa dos

orifícios também não deve ser esquecida, pois ao pressionar o peixe é comum que líquidos internos extravasem, formando borrões.

Entre os grandes mestres do método indireto, destaca-se Ryutarō Ohno. Em 2003, a Daiwa, fabricante de artigos para pesca, publicou um calendário com algumas de suas obras. A riqueza de detalhes dos peixes e de outros animais que ele obtém com a técnica é impressionante. Segundo o *site* Tenkara Enso (2018) ele nasceu em 1953, em Kawazaki, prefeitura de Kanagawa. Estudou medicina veterinária antes de se tornar artista e publicou o livro “Gyo-taku: the art of the fish print”.

**Agradecimentos.** Ao Sr. Hajime Genki Itoh, pelo envio de amostras de papéis e dos procedimentos do método indireto.

#### Literatura citada

- Axelrod HR. 1981. Gyo-taku: the art of making fish prints. *Tropical Fish Hobbyist*. 30(3):8-18.
- Deweese CM, Grover J. Technique of making fish illustration 25: more on gyo-taku. *Environmental biology of fishes*. 1987 Dec 1;18(4):313-7.
- McAllister DE. Technique of making fish illustration 16: gyo-taku, direct prints from fish specimens. *Environmental biology of fishes*. 1986 Feb 1;15(2):90-.
- McAulliffe J. 2018. Zen Gyo-taku. Disponível em <http://zengyo-taku.com>. Acessado em 07 de março de 2018.
- Stokes NC. The fin art of science. *The Science Teacher*. 2001 Mar 1;68(3):22.
- Tenkara Enso. 2018. Tenkara Enso. Disponível em <http://tenkaraenso.blogspot.com.br/2014/09/ohno-ryutaros-gyo-taku.html>. Acessado em 08 de março de 2018.

**Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, 86057-970, Londrina, PR. E-mail: shibatta@uel.br**

## Update on Photography of live fish specimens, using digital technology

Fernando G. C. Lessa

Photographic documentation is an essential tool for ichthyology and has broad applications. Photography of live or fixed specimens is used for morphological analysis, species identification, description, and taxonomy. Several articles on the implementation of photographic techniques in ichthyology have been published, but most were produced before the popularization of digital photography. In the 80s, Holm (1988) reports a method later improved by Emery *et al.* (1988), which although useful, is outdated, making its application difficult.

The diffusion and the evolution of digital photography significantly facilitated the production of images, but quality photo production still presents challenges. Distortions, lack of sharpness, resolution, unwanted shadows and low-fidelity color reproduction are reported continuously. Emery *et al.* (1988) discloses a technique using an aquarium, an adjustable glass plate, and two flashes but reported problems with unwanted shadows. Rinne *et al.* (1981) and Jenkins *et al.* (2003) suggest the use of natural light, but the technique can only be used on days of intense sun, hindering its implementation and results are dependent on weather conditions. Herler *et al.* (2007) suggests the use of a scanner, but are faced with the limitations of the equipment, generating low sharpness of images - especially in specimens with more than 2cm full body - and little fidelity in color reproduction.

The purpose of this article is to propose techniques updated with current technology, allowing its use both in the field and in the laboratory, creating consistent images, with a defined methodology and easy reproducibility and application. It is also suggested a technique that seeks to enhance the sharpness of images.

### Photography of specimens in a tank

As species have become extinct, the only

proof of their existence are fixed specimens, many in deplorable state and accessible to few researchers. Additionally, as they keep being handle, they tend to deteriorate furthermore. Photography of live specimens is a tool, in biology, that has been widely underestimated. It can be used to identify color patterns, to differentiate samples for science teaching, and the result, a picture, is information that can be easily shared and kept in a secure digital environment. Last, but not least, today, when about 20% of fish species are endangered or extinct (Wilson, 1992), one must be aware of the impact on collecting specimens from some populations.

Photographs of live specimens allow understanding and obtaining data without affecting the standard methodologies applied to ichthyology; besides contributing to the conservation of fixed samples since good photographic images can reduce the need for physical handling of specimens.

There is a frustration at the quality of the images captured, and this can be seen by the number of papers dealing with questions such as lack of definition, unwanted shadows, and unreliable techniques. There is also a demand for accurate color reproduction, especially in live specimens photography.

The understanding and application of some photography principles, can result in a much better image.

### Color Fidelity

In the early days of photography, the color was determined by the type of film or slide used. Some were more saturated; other had cooler tones. The digital sensor waves all those concepts, as now it's the white balance that deals with the color.

Around ten years ago, there were many problems since the old monitor tube needed some adjustment for rendering true colors, and the same happened on photo labs and printings. With new

monitors and better printing hardware, most of these problems are gone; considering that the researcher/photographer is now able to capture an image with real true colors.

Usually, the white balance is chosen automatically or by using a tool that picks neutral tones of grey in the picture. It renders good results, but for the scientist that need accurate true colors, the use of a 24 color chart (the measurement of tones reproduction is based on even more colors) enables high accuracy - challenging to achieve manually - keeping the balance among colors, without affecting the overall contrast.

To use this technique, it is essential that the researcher can shoot files in Raw, an extension that enables color adjustments without compressing the picture information. Free software such as Adobe® can be used for color calibration.

### Stack photography

The development of digital photographic equipment and software allows incredible quality images, something hard to obtain 15 years ago.

The lack of clarity is one of the leading problems faced by researchers in producing images, whether specimens were fixed or not. The use of macro lenses on small specimens photograph tends to accentuate the problem, because the optical configuration of the equipment reduces the depth of the field, making it almost impossible to obtain images that all parts of the animal are in focus.

The stack photography technique - the creation of an image by assemblies of various other - is widely used by amateur photographers and some branches of science such as astrology. An object is photographed several times, changing the point of focus. Then, the images are arranged - with or without the aid of an image editing software - in a way that only the focused part of each frame is utilized, generating a final image where the entire object is focused. The application of this technique is simple and requires accessible equipment, but it is crucial that the photographed specimen is motionless, requiring - in most cases - the use of anaesthesia techniques.

### Methodology

#### Photography with a white background

The use of white background or cropping background is widespread in advertising photography, especially in catalogues. The system is based on the

background light, where back light (BL) must be stronger than the front light (FL). The default is that BL must be between 1.3 and 1.5 EV + that FL. For example Light falling on the background BL, ISO 100, 1/160 is measured in f22, FL, has to be f16.0 - 16.3.

For the application of this technique is quite essential to use photometer. Currently, there are free smartphone applications that perfectly mimic the photometer.

Working with this concept enables different results, having the background from dark gray (using low BL) to cropping white (using high BL).

For white cropped background:  
 $1.3 - 1.5BL \geq FL$ . Example:  $FL = f 22.3$ , than  $BL = f16$ , as shown in Figure 1.

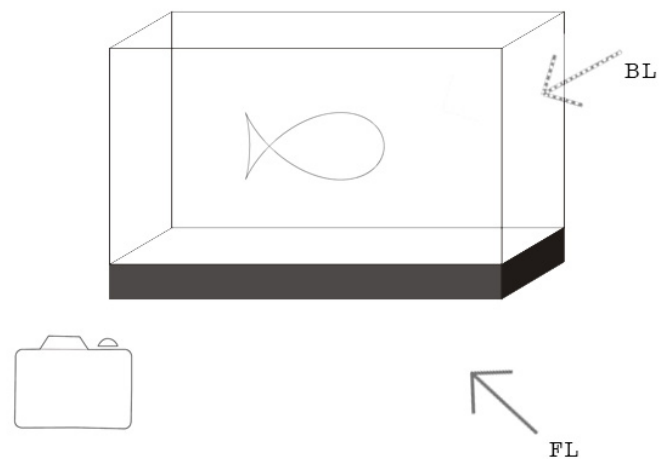


Figure 1. White background scheme.

#### Color adjustment

Before shooting, a color chart is photographed in the same conditions of the fish inside. The use of colored background on copies of images is a tradition in ichthyology. The use of blue is common today mainly due to the high contrast generated by the blue and the yellowish color of the specimens fixed in ethanol. This technique is not the most flexible, as the use of an opaque color in the background makes it difficult to use backlighting, which creates a better definition of appendices and eliminates unwanted shadows in the background, that tend to pollute the image.

The system suggested in the article also makes possible the creation of many different grades of gray, just changing the balance between FL and BL.

This file was converted to a DNG extension - which is an open source extension - using a

free software called DNG converter Room, from Adobe®. Using this photograph in an ACR (Adobe Camera Raw), the profile is created based on the color adjustments measured with the chart. This case used 18 colors, only for illustration purposes, and the white balance was settled based on an 18% gray part of the table.

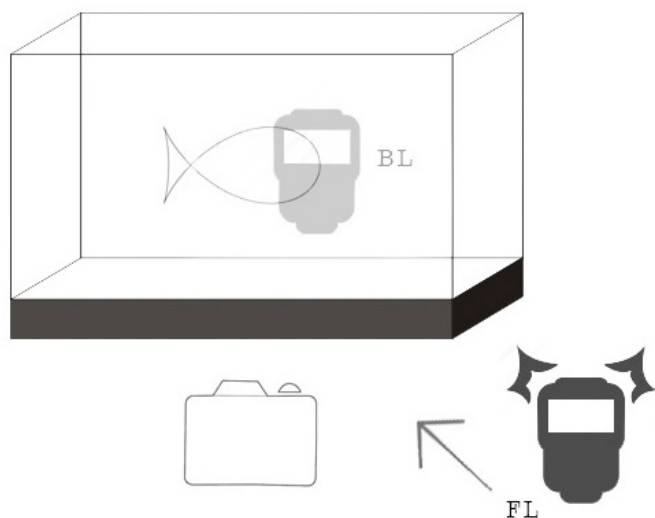
Lately, this profile was applied to the photographs, ensuring that all the tones were the most accurate one.

This profile - the alterations - are saved as an ACR file, that can be applied over any raw file. It's essential that each lighting has its own "chart photo" as any changes in the lighting temperature must be adjusted in the images.

### Photography in field

I used two techniques to shoot the fish in the field. One, based on the studio concept, with two flashes, and the other a more straightforward approach with just natural light.

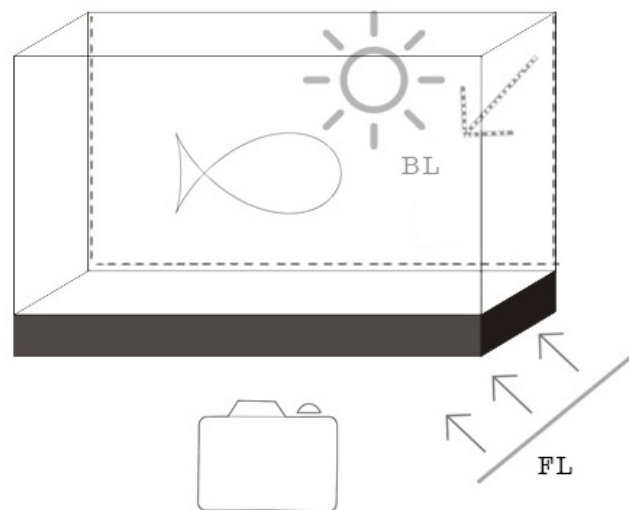
A small tank was filled with clean water. A white piece of cloth covers the back of the aquarium. With the use of flashes, connected with a radio transmitter, and keeping the balance for BL and FL, there was possible to obtain white background. Due to the challenges of the field, the BL was covered with a piece of a white napkin - acting as a diffuser - and pointed straight to the back of the tank, a meter away from the end of the container. The FL flash was pointed 45°, one meter away from the tank, as shown in Figure 2.



**Figure 2.** Flashes position in field photography.

The results are pictures with better sharpness and fewer problems with unwanted shadows in the background.

Ambient light was used to shoot a live specimen of *Brycon opallinus*. Due to perfect ambient conditions, the sunlight was used as the BL. A white reflector - here a piece of polypropylene - was used to reflect some light, working as the FL (Figure 3).



**Figure 3.** White background with ambient light.

White cloth covered the back of the tank. Depending on the number and the thickness of the material, wrapping or unwrapping them allows addition or subtraction of light.

This is a reliable technique, but it depends on some parameters. Figure 4 is an untouched picture shoot at perfect lighting condition using the setup described in Figure 3.

During an expedition to the Juruena River in 2013, some images of living specimens were produced using two flashes, one for FL and the other in BL, mounted by a flash radio system. The back of the tank was covered with a white cotton fabric serving as a diffuser. A piece of the white paper napkin was also used in Flash FL.

The images produced at the end of the day were based on artificial light, without the use of ambient light. This is very demanding, usually requiring two people, being one just for positioning the specimen and cleaning small bubbles from the front glass.

Recently, during a gathering in Lidice region, near Angra dos Reis, Rio de Janeiro, some fishes needed to be fixed quickly. At around 4 a.m, a small aquarium was settled and a white cloth was attached to the back of the tank, acting as a diffuser. Using the sunlight as the backlight (BL), and a piece



**Figure 4.** *Brycon opalinus* photographed in the field, only with natural light. Raw file.

of polypropylene as a reflector (FL) it was possible to quickly produce five images with very simple equipment.

### Stack-photography in studio

Three tanks of 15 x 21 x 10 cm were prepared with the capacity of about 2 liters of water, and same temperature and Ph.

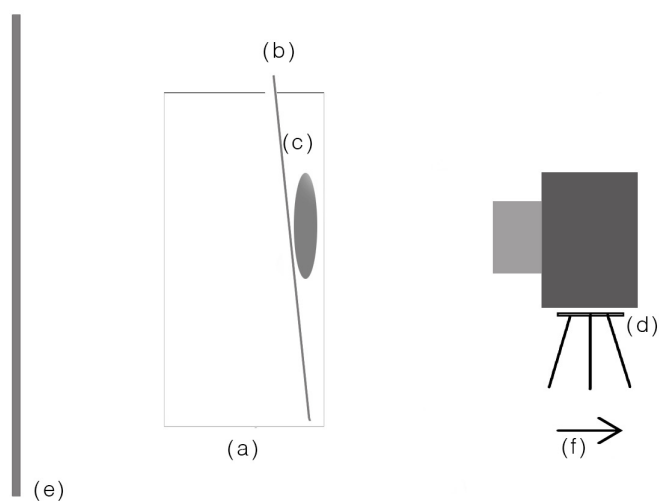
One was used as an anesthetic tank, which was added clove oil solution in alcohol, Eugenol®, 50 mg/ml at a concentration of 30 mg/L, as Inoue *et al.* (2003). Fish were left there for a few minutes.

The second tank was used as a studio, as shown in Figure 5. The back wall with an A4 sheet of ordinary paper positioned next to the rear window of the aquarium. A white and opaque screen was placed approximately 20 cm away from the back window. The studio tank used a concentration of 30 mg/L of clove oil solution, seeking a deeper level of anaesthesia. This is important for stacking as determinant to stop any movements from the fish.

For positioning the specimen, a glass plate was used inside the tank to form an angle with the front wall, that is adjusted according to the size of the fish to be photographed (Figure 5), maintaining the specimen parallel to the front glass. This setup was developed based on suggestions by Professor Paulo Petry, during a field expedition in the Amazon

Forest, in 2013. Professor Mike Howell developed the P-tank.

A reflex DSLR Nikon D800 camera was used with a 105mm macro lens f2.8. An extension tube is recommended if more enlargement is needed. Close-ups are also useful, but should not be used in stacking photography, due to strong aberration created at the borders of the image.



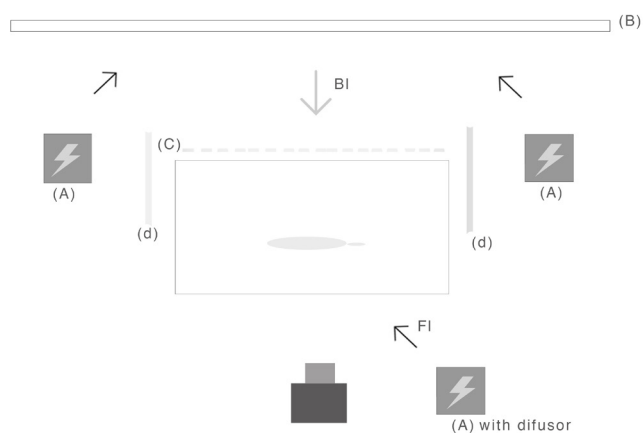
**Figure 5.** Specimen stabilization system and camera movement for *stack photography*. (a) Tank, (b) Glass plate, (c) Fish, (d) Camera on tripod, with slider, (e) background, (f) camera movement.



The camera was mounted on a sturdy tripod, giving firmness to the set. Seeking better color reproduction and clarity, we used a low ISO 200. Greater clarity was obtained using the diaphragm f11, which allows a greater depth of field. The shutter speed was 1/125, which was the maximum sync speed allowed by the flash. All images were shot in RAW, 8bits.

The photographic equipment was connected to a laptop using a USB cable with the Helicon software remount and Helicon Focus.

Considering the specimen size and transparency of appendices, the lighting equipment was assembled as follows in Figure 6.



**Figure 6.** Up-view of a white background setted in a studio environment. (a) flash unit, (b) white opaque reflective surface, (c) Piece of white cloth, (d) Light blocker. Fl = 16 and Bl = f22.3.

**Backlight (BL):** we used two equal flashes, with the same power, positioned 45 degrees to the tank, and directed to the screen arm so that the emitted light is projected on the screen and reflected in the aquarium back wall. The power of lighting was determined so that it is between 1.0 and 1.3 exposure (EV) higher than the primary light (FL), in the case f 11.2. With a photometer, the light was measured making sure that it was distributed homogeneously on the bulkhead behind the aquarium.

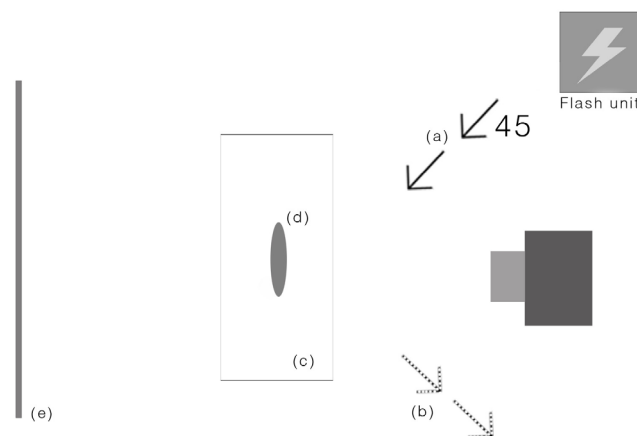
**Front Light (FL):** Due to the small size of the specimen, only a flash light source was used. The same was positioned 20 cm away from the tank, placed 45 degrees to the front glass, slightly above the tank.

The light was measured with a photometer, to obtain f11. The final image was generated by merging the 15 images using the stack Photography technique. Lately minor adjustments were made using the Photoshop.

## Black and grey background

The use of colored backgrounds for the photo of live specimens is also not recommended as it generates nuances that can change colored appendices, especially translucent fins. It also affects transparent tissues, so when color is essential, probably dark backgrounds are not the best option. However, when the primary goal is related to translucent structures, this is an excellent option to be used.

The best way to have dark and consistent tones is by avoiding light to get in the background. This can be done by adjusting the angle of the FL, as follows in Figure 7.



**Figure 7.** Dark background technique. (a) light angle, (b) reflected light, (c) tank, (d) fish, (e) background.

## Results

The results following the above mentioned scheme are presented in Figures 8 and 9. There were no unwanted shadows in the background, and besides its variations, all the images were consistent: no shadows, no dark pictures or bleached appendices.

The pictures shot in the field were very satisfactory too, especially with the use of flash.

When using natural light, the results were dependent on the quality of the available light. Especially when shooting fish up to 5 cm, when smaller diaphragm was required, it was difficult to freeze the fish considering that anaesthesia was not applied.

A common problem for the images shot in and out of field is shown in Figure 10. Especially in specimens up to 5 cm, the lack of depth of field is enhanced by the use of macro lens. There was no way to keep the fish eye and the translucent fins in focus, as Figure 11, shows in details.



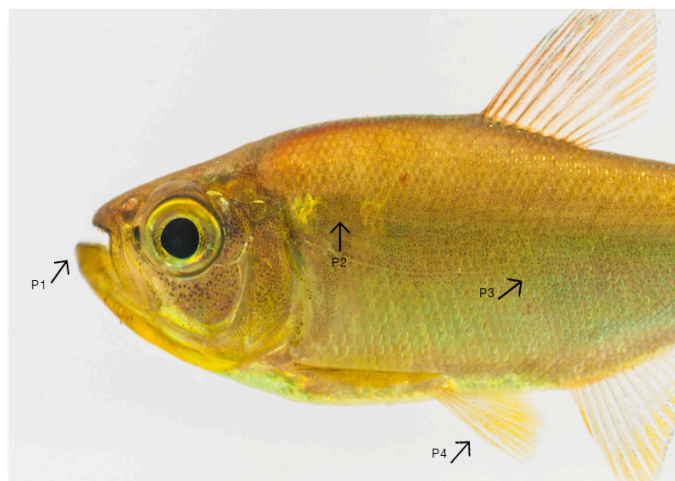
**Figure 8.** *Paracheirodon axelrodi*, approx. 2,4 cm; shoot in studio.  $BL = f8$ ,  $FL = f 11.3$  ISO 200.



**Figure 9.** *Brycon oppalinus* shoot with natural light, following Figure 3 setup.



**Figure 10.** *Astyanax* sp. Shoot in field, with the use of flashes, following Figure 2 scheme. Minor blemishes and color adjustments retouching. 1.3 - 1.5BL FL.



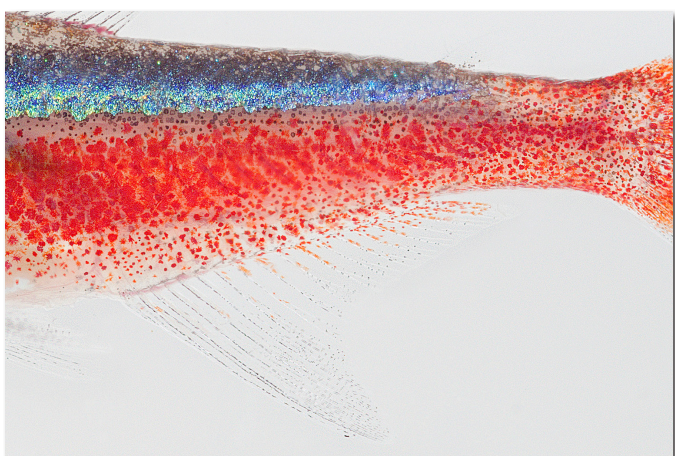
**Figure 11.** A 100% view of Figure 10.  $P1$ ,  $P2$ ,  $P3$  and  $P4$  shows different points of sharpness, due to magnification and consequent diminution of the deep of field.

Based on the results obtained in previous experiments, Stack Photography technique was applied to try to get an all sharp image, even in small specimens. Some remarks must be made on

that since small movements can damage the final pictures. Fish respiration was a problem, and also on 30 mg/L of clove oil, it took around 10 minutes to stop all movements (Figure 12, 13).



**Figure 12.** *Paracheirodon axelrodi*. Composed of 18 images stacked. *BIFL*.



**Figure 13.** 100% crop of Pic4.; showing good definition all along the image.

The white balance, based on an 18% grey chart, was applied to all the pictures, based on an ACR profile generated in the Adobe® DNG profile editor. There was a small correction, and the temperature was from 5000 to 5200K.

The result based on dark background scheme is displayed in Figure 14. The transparent appendices are enhanced, and results with the grey are best since it doesn't seem to affect any flesh or translucent parts of the fish. Black background result is shown in Figura 15.



**Figure 14.** *Paracheirodon axelrodi*. Grey background when 1.0 *BL FL*. f11. ISO 100.

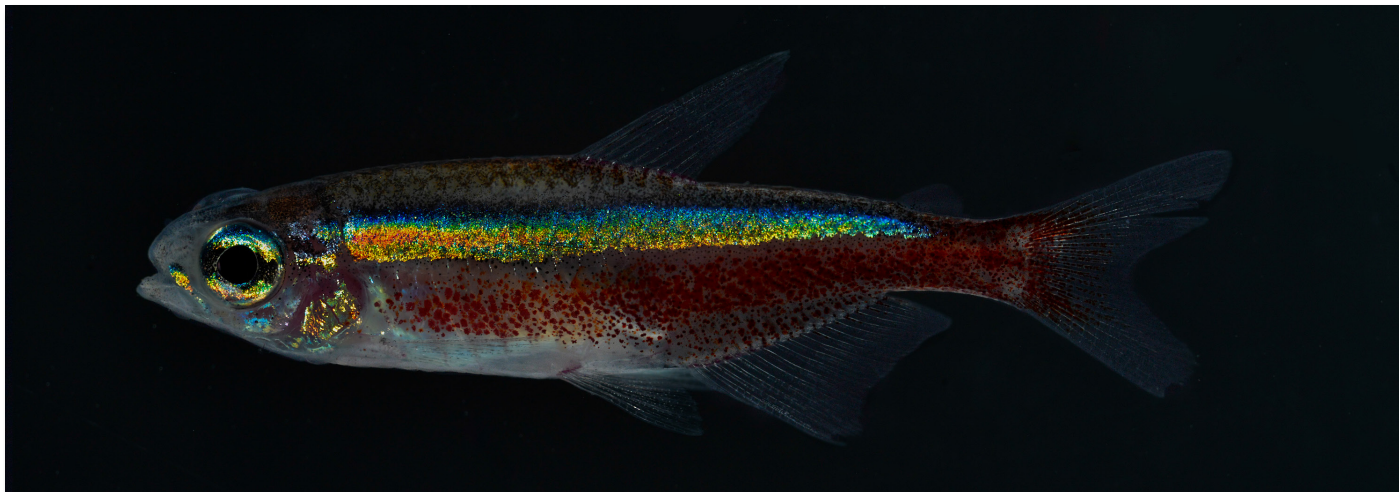


Figure 15. *Paracheirodon axelrodi*. Black background with  $Bl = 0$ .  $FL = f11$ . ISO 100.

**Discussion.** The quick development of digital photography has enabled the use of this technique as a reliable tool, with consistent results.

Based on the results, it is possible to see that high-quality pictures can be achieved with a few simple photography equipment. The problems with unwanted shadows was solved too, and the color reproduction was very accurate.

All the results proved useful for science, enabling specimen identification, and keeping enough details in all the situations.

The concept of the white background is proved reliable, showing all fins, even the translucent ones. A note must be made on the working with ambient light and respective lower shutter speeds, which may affect the sharpness of the pictures. The concept is also very flexible, enabling variations of grey to white just changing the balance of the FL and the BL. When  $FL = BL$ , the result is a medium grey background. The  $BL > FL$ , then the results are lighter tones of grey. When  $1.3-1.5BL/FL$ , then a white background is the result. If the photographer decides to get a black foreground, than  $BL = 0$  should be enough for a constant and deep black background. If there is too much ambient light, then using black or dark light cloth can be useful.

Stack photography technique proved to be very interesting for the researcher that need to keep details on the fins. It's important to emphasize that the motionless of the specimen is a determinant condition. Even small operculum movements make the application of this technique almost impossible. In this case, the author recommends knock-down concentrations of clove oil, higher than 30 mg/L.

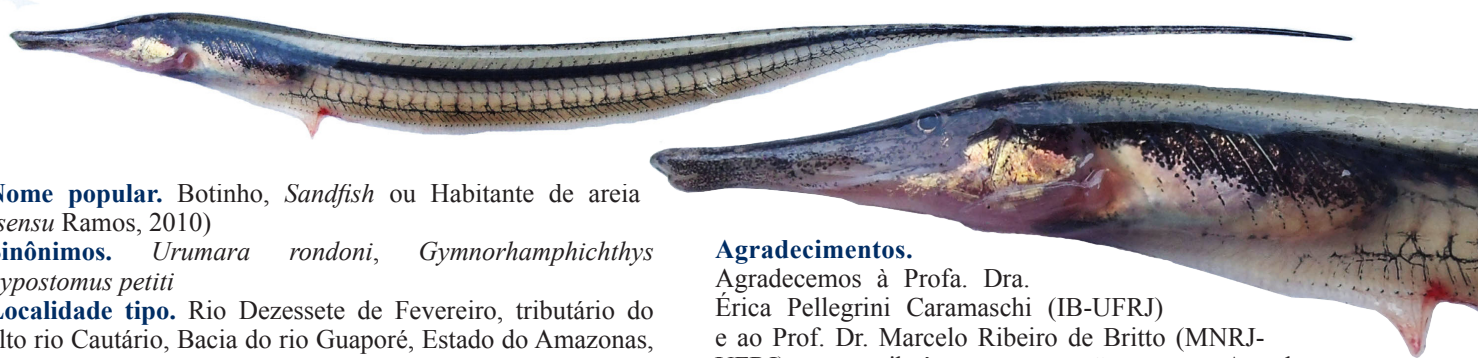
**Acknowledgements.** Paulo Petry, from the Museum of Comparative Zoology of Harvard University, for the suggestions and comments. Mike Howell, Professor emeritus at Stanford University, for the insights and help with the manuscript. Carla Polanz, from The Chico Mendes Conservation Institute, Brazil, for it's help with references, and finally Karen Oliveira, from The Nature Conservancy Brazil, and Gustavo Pinheiro, for believing in my work.

#### Literature cited

- Davenport CJ, Roop KL. Teaching fish Identification with a Simple Teaching – Photographic Tank (2000). The American Biology Teacher, Volume 32: 202-203.
- Emery AR, Winterbottom R. A technique for fish specimen photography in the field. Can. J. Zool (1980), 58: 2158-2162.
- Herler J, Lipej L, and Makovec, T. A simple technique for digital imaging of live and preserved small fish specimens. Cybium . 2007. 31(1): 39-44.
- Holme E. Improved technique for fish specimen photography in the field. Can. J. Zool.(1988) 67: 2330-2332.
- Jenkins RL, Howe WM, Wood LF. Teaching field Biology with Photography. The american Biology teacher. 2003 (65). 450-454.
- Noue LA, Kiosh AI, Santos NC, Moraes G. Clove oil as anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). Cienc. Rural. 2003. (33): 5
- Rinne JN, Jakle MD. The photarium: A device for taking natural photographs of live fish. Prog. Fish-Cult.,1981 (43): 201-204.
- Wilson, EO. The Diversity of Life. Cambridge (MA), Harvard University Press.

**Fernando Lessa Photography. E-mail: fernando@fernandolessa.ca. 1264 29th E - North Vancouver, British Columbia - Canada V7J 1T1**

## PEIXE DA VEZ

*Gymnorhamphichthys rondoni* (Miranda-Ribeiro, 1920)Karina C. F. Ferreira<sup>1,2,3</sup>, Bruno E. Soares<sup>2,4</sup> & Thiago F. Barros<sup>2,4</sup>

**Nome popular.** Botinho, *Sandfish* ou Habitante de areia (*sensu* Ramos, 2010)

**Sinônimos.** *Urumara rondoni*, *Gymnorhamphichthys hypostomus petiti*

**Localidade tipo.** Rio Dezessete de Fevereiro, tributário do alto rio Cautário, Bacia do rio Guaporé, Estado do Amazonas, Brasil.

**Etimologia.** O epíteto específico é uma provável homenagem ao Marechal Cândido Mariano da Silva Rondón, que, em 1919, coletou o espécime-tipo.

**Informações gerais.** Em 1920, A. de Miranda Ribeiro descreveu *Urumara rondoni* (novo gênero e espécie), baseado em apenas um exemplar coletado. Em 1951, Fowler mencionou *Urumara* em uma nota de rodapé, entretanto não a considerou válida devido a considerar a descrição incompleta. Apenas em 1961, Curra e P. Miranda Ribeiro publicaram uma descrição mais detalhada do holótipo, dando ênfase na aparente falta de escamas e na posição mais posterior do ânus como principais diferenças entre *Urumara* e *Gymnorhamphichthys* Ellis, 1912. Géry e Vu-Tân-Tuê (1964) também expressaram reservas em relação a validade do gênero *Urumara* e enfatizaram a necessidade de material adicional da região da bacia do rio Guaporé. Em 1976, dois trabalhos consideraram finalmente *Urumara* sinônimo de *Gymnorhamphichthys* (Nijssen *et al.*, 1976; Schwassann, 1976).

**Identificação.** É identificada pelas seguintes características: perfil dorsal da cabeça reto e barras curtas e bem definidas restritas à porção dorsal do corpo, nunca alcançando a linha lateral (detalhes e chave de identificação em Ramos, 2010).

**Distribuição e habitat.** Distribuída nas bacias dos rios Orinoco, Amazonas, rios costeiros das Guianas e no sistema Paraná-Paraguai (Mago-Leccia, 1994; Ferraris, 2003; Lundberg, 2005). Utiliza ambientes com fundo de areia, abrigados de forte correnteza ou próximos às margens mais rasas em igarapés amazônicos.

**Biologia.** O exemplar fotografado foi capturado com auxílio de arrasto manual em leito de areia no Igarapé do Araticum (1°44'43,65"S 56°31'29,28"O), em área da Floresta Nacional Saracá-Taquera no dia 13 de março de 2018 (T. Barros & R. O. Marques cols.); o mesmo apresenta 19 cm de comprimento total. Por transparência, pode-se observar ovócitos bem desenvolvidos em suas gônadas, sugerindo proximidade com seu período reprodutivo na região. A espécie possui hábito psamófilo, nadando junto ao substrato arenoso e utilizando seu longo focinho para encontrar e capturar suas presas enterradas na areia (Zuanon *et al.*, 2006). É uma espécie invertívora, alimentando-se principalmente de larvas de insetos (Soares *et al.*, 2017).

**Conservação.** A espécie não consta na Lista Nacional Oficial da Fauna Ameaçada de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos (MMA, 2014) ou na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (IUCN, 2017).

**Agradecimentos.**

Agradecemos à Profa. Dra. Érica Pellegrini Caramaschi (IB-UFRJ) e ao Prof. Dr. Marcelo Ribeiro de Britto (MNRJ-UFRJ) que contribuíram com sugestões ao texto. Agradecemos à Mineração Rio do Norte (MRN) pela logística das coletas de campo e a Rafael de Oliveira Marques pela ajuda em campo.

**Literatura citada**

- Curra RA, Miranda-Ribeiro P. Notas sistemáticas sobre *Urumara rondoni* Miranda Ribeiro, 1920 (Pisces, Gymnotoidei-Rhamphichthyidae). Bol Inst Oceanogr Univ Oriente. 1961; 1:474-82.
- Ferraris-Jr. CJ. Family Rhamphichthyidae. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris-Jr. CJ, organizers. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS; 2003. p.492-493.
- Fowler, HW. Os peixes de Água doce do Brasil. Arch Zool Est São Paulo, 1951; 3(6):405-628.
- Géry J, Vu, T-T. *Gymnorhamphichthys hypostomus petiti* ssp. nov, um curieux Poisson gymnotoide arénicole. Vie Milieu. 1964; Suppl. 17:485-98.
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. 2017. Available from: <http://www.iucnredlist.org>
- Lundberg JG. *Gymnorhamphichthys bogardusi*, a new species of sand knifefish (Gymnotiformes: Rhamphichthyidae) from the Rio Orinoco, South America. Not Nat Acad Nat Sci Philadelphia. 2005; 479:1-4.
- Miranda-Ribeiro, A. Peixes (excl. Characidae). História Natural Zoologia. Comissão de Linhas Telegraficas Estrategicas de Matto Grosso ao Amazonas. 1920; 58(5):1-15.
- Mago-Leccia, F. Electric Fishes of the Continental Waters of America. Caracas: Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Fisicas, Matemáticas y Naturales; 1994
- Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA 445 de 17 de dezembro de 2014.
- Nijssen H, Isbrücker JH, Géry J. On the species of *Gymnorhamphichthys* Ellis, 1912, translucent sand-dwelling Gymnotid fishes from South America (Pisces, Cypriniformes, Gymnotoidei). Stud Neotrop Fauna E. 2008, 11:1-2, 37-63. Available from: DOI: 10.1080/01650527609360496
- Ramos CS. Revisão taxonômica de *Gymnorhamphichthys* (Gymnotiformes, Rhamphichthyidae) com descrição de duas novas espécies. [MSc Dissertation]. Belém, PA: Museu Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará; 2010.
- Schwassmann HO. Ecology and taxonomic status of different geographic populations of *Gymnorhamphichthys hypostomus* Ellis (Pisces, Cypriniformes, Gymnotoidei). Biotrop. 1976; 8(1):5-40.
- Soares BE, Rosa DCO, Silva NCS, Albrecht MP, Caramaschi ÉP. Resource use by two electric fish (Gymnotiformes) of the National Forest Saracá-Taquera, Oriximiná, Pará. Neotrop Ichthyol. 2017; 15(2):e160144. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20160144>
- Zuanon J, Bockmann FA, Sazima I. A remarkable sand-dwelling fish assemblage from central Amazonia, with comments on the evolution of psammophily in South American freshwater fishes. Neotrop Ichthyol. 2006; 4(1):107-18.

<sup>1</sup>Sector de Ictiologia, Departamento de Vertebrados, Museu Nacional, UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, Brasil. [ka-bio@hotmail.com](mailto:ka-bio@hotmail.com)

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia de Peixes, UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), MNRJ/UFRJ

<sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia, PPGE/UFRJ

## PEIXE DA VEZ

### *Awaous tajasica* (Lichtenstein, 1822)

João Pedro Trevisan, Pedro Pereira Rizzato & Flávio Alicino Bockmann



**Nome popular.** Amboré, peixe-flor.

**Informações gerais.** A espécie foi inicialmente descrita como *Gobius tajasica* por Liechtenstein em 1822. O autor baseou sua descrição em uma aquarela e em uma xilogravura produzida a partir dela publicada na obra *Historia Naturalis Brasiliae* de autoria de Piso, Marcgrave (1648). A aquarela foi baseada em espécimes coletados pelos integrantes da comitiva de Maurício de Nassau durante a presença holandesa no nordeste brasileiro. Posteriormente, a espécie foi transferida para o gênero *Awaous*, inicialmente proposto por Valenciennes, em 1937. Atualmente o gênero *Awaous* compreende 22 espécies de distribuição pantropical, das quais 4 ocorrem na região Neotropical: *A. banana*, *A. flavus*, *A. tajasica* e *A. transandeanus*.

**Identificação.** Os caracteres considerados diagnósticos para a espécie segundo Watson (1996) incluem: poro “F” do canal osculoscápicular quase sempre simples, raramente ramificado; 61-66 escamas na série longitudinal; 16-18 escamas na série transversal; e 2-39 escamas na região pré-dorsal (esta região geralmente apresenta manchas sem escamas, mas nunca inteiramente nua).

**Biologia.** Pode ser encontrado em água doce ou salobra e está presente em poças, lagos, rios e riachos, sempre junto ao fundo e longe da margem. (Sabino, Castro, 1990; Watson, 1996). Os adultos são geralmente solitários, mas os jovens podem formar grupos de 2 a 6 indivíduos (Sabino, Castro 1990). É um animal de hábito diurno que costuma ser encontrado semienterrado durante a noite. Sua atividade de forrageamento se divide entre o pastejo e a coleta de sedimentos que são cuidadosamente separados das partículas alimentares na cavidade faringiana e expelidos pela cavidade opercular do animal (Sabino, Castro, 1990).

**Distribuição.** Existe uma controvérsia acerca da distribuição de *Awaous tajasica*. Alguns autores consideram sua distribuição estendendo-se desde o estado de Santa Catarina até o estado de Piauí (Watson, 1996), enquanto outros

afirmam que a distribuição atingiria o estado da Flórida, nos Estados Unidos (van Tassel, 2011). A controvérsia surge por conta das dificuldades de identificação da espécie, uma vez que na região norte do Brasil e na América Central são registradas outras três espécies de *Awaous*: *A. banana*, *A. flavus* e *A. transandeanus*.

**Conservação.** O status de conservação de *Awaous tajasica* é considerado pouco preocupante de acordo com os critérios da IUCN (ICMBio, 2015).

**Agradecimentos.** Agradecemos o prof. Ricardo Macedo Corrêa e Castro por ter gentilmente cedido o uso da fotografia aqui reproduzida.

#### Literatura citada

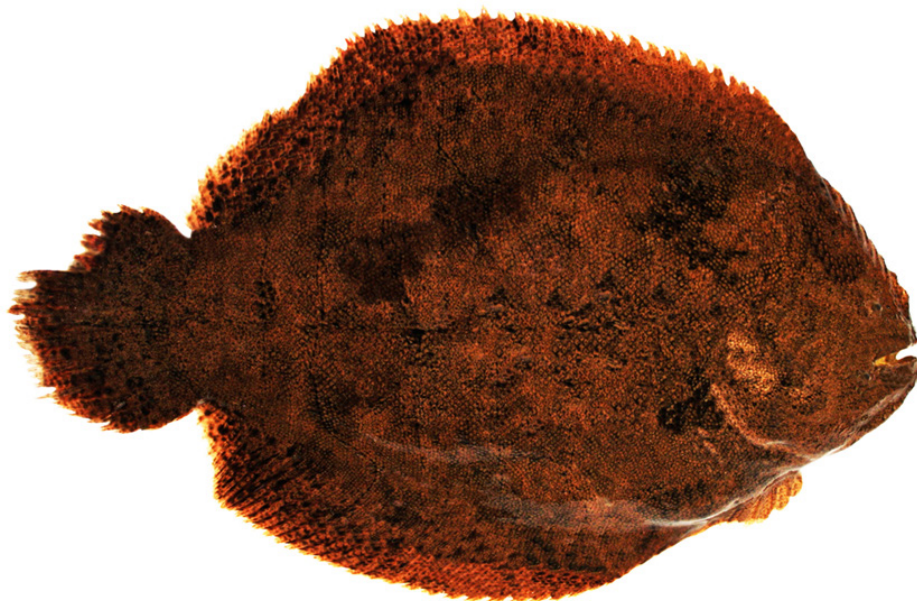
- Cuvier C, Valenciennes A. Histoire naturelle des poissons. Strasbourg: 1837. Chapter 4, Acanthoptérygiens à pectorales pédiculées; p.344-68.
- ICMBio. Lista de espécies ameaçadas. Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014. 2015 [updated 2015; cited 2018 Feb 20]. Available from: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/2741-lista-de-especiesameacadas.html>
- Lichtenstein C. Die Werke von Marcgrave und Piso Über die Naturgeschichte Brasiliens, erläutert aus den wieder aufgefundenen Original-Abbildungen. Berlin: Akademie der Wissenschaften. p. 267-88; 1822.
- Piso W, Marcgrave G. Historia Naturalis Brasiliae. Amsterdam: Elsevier; 1648.
- Sabino J, Castro R. Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta Atlântica (Sudeste do Brasil). Rev. Bras. Biol. 1990; 50(1):23-36.
- Van Tassel JL. Gobiiformes of the Americas. In: Patzner RA, Van Tassel JL, Kovacic M, Kapoor BG, editors. The biology of gobies. Boca Raton: CRC Press; 2011. p. 139-76.
- Watson RE. Revision of the subgenus *Awaous* (Chonophorus) (Teleostei: Gobiidae). Ichthyol. Explor. Freshw. 1996; 7(1):1-18.

**Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil. joao.trevisan.santos@gmail.com; rizzatopp@gmail.com; fabockmann@ffclrp.usp.br.**

## PEIXE DA VEZ

*Catathyridium jenynsii* (Günther, 1862)

Heleno Brandão &amp; Daniel Rodrigues Blanco



**Nome popular.** Linguado, solha, peixe folha.

**Informações gerais.** *Catathyridium* Chabanaud 1928, Pleuronectiformes, Achiridae, possui quatro espécies reconhecidas: *C. garmani* (Jordan, Goss 1889), encontrado em áreas estuarinas e marinhas costeiras do sudeste do Brasil e Uruguai; *C. lorentzii* (Weynbergh, 1895), distribuído nos rios Paraguai e Uruguai; *C. jenynsii* (Günther, 1862), encontrado nos rios Paraguai/Paraná e Uruguai e *C. grandirivi* Chabanaud, 1928 (Santos *et al.*, 2009). A espécie *C. jenynsii* apresenta corpo achatado dorsoventralmente, coloração marrom com manchas negras irregulares espalhadas sobre o dorso. A região ventral é branca, podendo apresentar manchas negras irregulares.

**Diagnose.** A espécie foi identificada com base nos seguintes caracteres morfológicos: altura do corpo contida em 1,7, do pedúnculo caudal 4,8 e comprimento da cabeça 3,5 vezes no comprimento padrão; altura do pedúnculo contida 2,5 vezes na altura do corpo; diâmetro da órbita contida 13,7, distância interorbital 5,1 vezes no comprimento da cabeça. Escamas elasmoides com pequenos espinhos (*cteni* = pente) na margem. Linha lateral com 90 a 109 escamas (contagem até o final da nadadeira caudal). Linha lateral na região superior (transversal) 64 a 74 e na região inferior 70 a 84 escamas. Nadadeira dorsal com 55, pélvica com 5, anal com 41 a 42 e caudal homocerca com 17 a 18 raios. Lado direito (dorsal) do corpo apresenta coloração marrom escuro com manchas negras irregulares se estendendo para as nadadeiras. Apresenta oito listras transversais acima da linha lateral e cinco abaixo. Lado esquerdo (ventral) branco podendo apresentar manchas castanhas irregulares ou não. Apresenta “cerdas” próximas da região central do corpo sobre a linha lateral e em toda região anterior esquerda (Graça, Pavanelli, 2007). Nadadeiras castanhas e com pequenas escamas sobre os raios. Boca terminal alinhada com o olho inferior, predominantemente localizada no lado direito; pré-maxilar e dentário com pequenos dentes. No perímetro da boca apresenta pequenas camadas de franjas, provavelmente sensorial. O exemplar da foto apresenta 20 cm de comprimento padrão e peso aproximado de 302,6 g.

**Biologia da espécie.** A espécie *C. jenynsii* (linguado) na fase larval apresenta um plano corporal muito semelhante aos dos peixes simétricos que, posteriormente, se transforma em corpo achatado característico da espécie. Este peixe se alimenta de Cladóceros, Copépodos, Rotíferos e pequenos peixes (Lima *et al.*, 2013).

**Distribuição geográfica.** Bacias do rio Paraná e Uruguai (Graça, Pavanelli, 2007; Froese, Pauly, 2017). A espécie também ocorre no Paranapanema, na área de influência das represas artificiais

de Taquaruçu e Rosana (Abilhôa, Bastos, 2005). Esta espécie se estabeleceu no rio Paraná após a inundação do Salto de Sete Quedas, que constituía uma barreira natural, para construção do reservatório de Itaipu. A espécie é de difícil amostragem, provavelmente devido ao seu nicho ecológico, sempre associado ao substrato, o que dificulta sua captura com redes de espera, por exemplo. O exemplar foi capturado no lago de Itaipu nas coordenadas geográficas aproximadas 24°51'24.51"S 54°22'5.50"O e está catalogado na Coleção Didática do Laboratório de Zoologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Santa Helena, autorização - ICMBIO via licença SISBIO: n° 52257-1.

**Status da conservação.** A espécie não consta da no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, 2016.

**Agradecimentos.** Agradecemos ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela autorização de coleta; à Polícia Ambiental do município de Santa Helena/PR, pelo apoio em campo, aos membros do Grupo de Estudo em Ictiologia Neotropical (GEIN), ao CNPq pelo apoio financeiro e ao Campus Santa Helena da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela infraestrutura para o desenvolvimento do estudo.

**Literatura citada**

- Abilhôa, V, Bastos LP. Composição e estrutura da Ictiofauna da Estação Ecológica do Caiuá, Área de Influência da UHE de Rosana (Rio Paranapanema), Sudeste do Brasil. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, 2005; 8(1): 33-7.
- Benedito E. Biologia e ecologia dos vertebrados. 1. ed. Rio de Janeiro: Roca; 2015.
- Froese, R. Pauly D. Editors. FishBase. World Wide Web electronic publication. 2017 [acessado: junho de 2017]. Disponível em \\www.fishbase.org.
- Graça, WJ, Pavanelli CS. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá: Eduem; 2007.
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, 2016.
- Lima AF, Makrakis, MC, Gimenes, MF, Makrakis, S, Silva, OS, Assumpção L. Mudanças morfológicas no trato digestório e composição da dieta de larvas e juvenis do linguado *Catathyridium jenynsii* no reservatório de Itaipu, rio Paraná, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, 2013; 103(3): 214-22.
- Santos, ACA, Silva JTO, Moura PES, Sena MP. Ampliação do limite norte de distribuição geográfica de *Catathyridium garmani* (Jordan & Goss 1889) (Actinopterygii: Achiridae). Biota Neotropical, 2009; 9(1).

## PEIXE DA VEZ

*Dormitator maculatus* (Bloch 1792)

Maria L. M. Oliveira-Nobile, Fabilene G. Paim, Bruno F. Melo,  
Claudio Oliveira & Fausto Foresti



Foto: B.F. Melo

**Nomes populares.** Amoré, Cundundé, Dorminhoco, Fat sleeper.

**Informações gerais.** *Dormitator maculatus* foi descrita por Bloch (1792) como *Sciaena maculata* e pertence à ordem Gobiiformes, família Eleotridae, subfamília Eleotrinae.

**Identificação.** Espécie de pequeno porte; cabeça pequena; escamas ctenóides; 25-35 escamas na série longitudinal do corpo; dentes pequenos, cônicos, dispostos em 2-3 fileiras; primeira nadadeira dorsal com 7 espinhos e segunda nadadeira dorsal com um espinho e 7-9 raios; nadadeira anal com um espinho e 9-10 raios (Smith, 1997; Caires, Costa, 2017).

**Biologia.** Tamanho médio de 14,5 cm, atingem a maturidade sexual após um ano de vida com machos medindo aproximadamente 5 cm e fêmeas 4,5 cm. Os ovos medem cerca de 0,3 mm, com tempo de incubação de 11-16 horas, sob temperatura média de 27°C. São onívoros, se alimentam de pequenos invertebrados, plantas e sedimentos (Teixeira, 1994). Durante o período reprodutivo, adultos mudam de cor e os machos se exibem para as fêmeas com uma dança nupcial (Keith *et al.*, 2000). Os adultos cuidam e protegem seus ninhos (Keith *et al.*, 2000).

**Distribuição e hábitat.** Por toda costa do oeste do Atlântico, desde a Carolina do Norte (EUA) até o Uruguai (Froese, Pauly, 2010; Caires, Costa, 2017). Não se tem conhecimento sobre a localidade tipo da espécie (Kullander, 2003). No Brasil, já foram registrados exemplares de *Dormitator maculatus* no estado do Paraná (Abilhoa, Duboc, 2004; Queiroz, 2006), Santa Catarina (Bertaco, 2009) e Rio Grande do Sul (Loebmann, Vieira, 2005). Volcan *et al.* (2010) registraram pela primeira vez a espécie na lagoa Patos-Mirim. É um peixe comum em ambientes de água doce e marinho, como regiões de estuários, pântanos, manguezais, água salobra, lagoas e canais, onde geralmente a salinidade varia de 0 a 21‰ e a temperatura entre 25-35°C (Winemiller, Ponwith, 1998; Keith *et al.*, 2000; Nelson, 2006).

**Conservação.** *Dormitator maculatus* tem sofrido com ações antrópicas causando perda de seu hábitat. O avanço da densidade populacional nas áreas litorâneas reflete na sua exposição à águas poluídas, áreas desmatadas e fragmentadas (Abilhoa, Duboc, 2004). A espécie entrou para lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção no estado do Paraná, devido à sua reduzida ocorrência e pela ação antrópica comum em seus habitats (Abilhoa, Duboc, 2004).

**Literatura citada**

- Abilhoa V, Duboc LF. Peixes - Água Doce; In Mikich, S.B. and R.S. Bérnills (ed.). Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/iap>. Captured on: 24 mar 2010.
- Bertaco AV. Freshwater Fishes, Ilha de Santa Catarina, southern coastal drainage of the state of Santa Catarina, Brazil. Check List 2009; 5(4): 898-902.
- Caires R, Costa AG. Family Eleotridae. In: Van Der Sleen, P, JS Albert, editores. Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco and Guianas. Princeton University Press. Princeton, NJ, USA. 2017; 388-399.
- Froese R, Pauly D. FishBase. Disponível em [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (01/2010). Acessado em 24 março 2010.
- Keith P, Bail PYL, Planquette P. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane (tome 2, fascicule I). Paris: Publications scientifiques du Muséum d'Histoire naturelle; 2000; 232-235.
- Kullander SO. Family Gobiidae (Gobies). In Reis RE, Kullander SO, Ferraris CJ, editores. Check list of the freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2003; 657-665.
- Loebmann D, Vieira JP. Distribuição espacial das assembleias de peixes na Lagoa do Peixe, RS, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 2005; 22(3): 667-675.
- Nelson JS. Fishes of the World. 4rd ed. New York: John Wiley & Sons 2006; 622 p.
- Queiroz GMN, Spach HL, Morelos MS, Santos LO, Junior RS. Caracterização da ictiofauna demersal de duas áreas do complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil. Biociências 2006; 14(2): 112-124.
- Smith CL. National Audubon Society Field Guide to Tropical Marine Fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Alfred A. Knopf, New York, USA; 1997.
- Teixeira RL. Abundance, reproductive period, and feeding habits of eleotrid fishes in estuarine habitats of northeast Brazil. Journal of Fish Biology 1994; 45: 749-761.
- Volcan MV, Cheffe MM, L. E. K., Burns MDM. Pisces, Perciformes, Eleotridae, *Dormitator maculatus* (Bloch, 1792): Distribution extension for Patos-Mirim lagoon system, state of Rio Grande do Sul, Brazil. Checklist 2010; 6: 479-480.
- Winemiller KO, Ponwith BJ. Comparative ecology of eleotrid fishes in Central America coastal streams. Environmental Biology of Fishes 1998; 53: 373-384.

UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Departamento de Morfologia, Laboratório de Biologia e Genética de Peixes. E-mails: (MLON) [marialigia25@gmail.com](mailto:marialigia25@gmail.com); (FGP) [fabillene@yahoo.com.br](mailto:fabillene@yahoo.com.br); (BFM) [brunfanelo@gmail.com](mailto:brunfanelo@gmail.com); (CO) [claudio@ibb.unesp.br](mailto:claudio@ibb.unesp.br); (FF) [fforesti@ibb.unesp.br](mailto:fforesti@ibb.unesp.br).



## EVENTOS

### XXIII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA

27 a 31 de janeiro 2019, Belém, Brasil

Inscrições para o evento e mais informações em:  
<http://www.ebi2019.com.br/evento/sobre>



The banner features a central white box with the event title and dates. To the left is a red and blue macaw, and to the right is a colorful fish. Above the box is a silver fish, and below it is a stylized building icon. A traditional clay pot is in the top right corner. A green button labeled 'INSCREVA-SE' is at the bottom center.

**XXIII EBI**  
Encontro Brasileiro de Ictiologia  
*Do rio ao mar*  
27 A 31 DE JANEIRO DE 2019. BELÉM - PARÁ

**INSCREVA-SE**

### SIBIC2018 - VII Congresso da Sociedade Ibérica de Ictiologia

12 a 16 de junho de 2018, Faro, Portugal

Inscrições para o evento e mais informações em:  
<http://www.sibic.org/pt-pt/convite-vii-congresso-sociedade-iberica-ictiologia/>



# EVENTOS

## **ECSA 57: Changing estuaries, coasts and shelf systems - Diverse threats and opportunities**

3 a 6 de setembro de 2018, Perth, Australia

Inscrições para o evento e mais informações em:

[www.estuarinecoastalconference.com/special-session-3k.asp](http://www.estuarinecoastalconference.com/special-session-3k.asp)



## **IV SIBECORP – Simpósio Iberoamericano de Ecologia Reprodutiva, Recrutamento e Pesca**

5-9 novembro 2018, Iquique, Chile

Inscrições para o evento e mais informações em:

<http://ivsibecorp.cetmar.org/indexPT.php>



## **Sixth International Conference of the PanAfrican Fish and Fisheries Association (PAFFA)**

24 a 28 de setembro de 2018, Mangochi, Malawi

Inscrições para o evento e mais informações: [www.luanar.ac.mw/conference/paffa/](http://www.luanar.ac.mw/conference/paffa/)



# AUMENTANDO O CARDUME

Convidamos a todos a fazer parte da SBI. Para afiliação, o pagamento da anuidade pode ser feito com cartão de crédito ou depósito/transferência bancários. Confira no nosso site e nossa nova filiação: Antonio Augusto Adami Pires.

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, basta acessar a homepage da sociedade no endereço <http://www.sbi.bio.br>, e cadastrar-se. A filiação dará direito ao recebimento de exemplares 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 para que esclareçam aos alunos sobre a importância da filiação por um preço tão módico.

Para enviar suas contribuições aos próximos números do Boletim SBI, basta enviar um email à secretaria ([contato.sbi@gmail.com](mailto:contato.sbi@gmail.com)). Você pode participar enviando artigos, fotos de peixes para a primeira página, fotos 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 2017-2019)

**Presidente:** Dr. Luiz R. Malabarba ([malabarba@ufrgs.br](mailto:malabarba@ufrgs.br))

**Secretário:** Dr. Fernando C. Jerep ([fjerep@gmail.com](mailto:fjerep@gmail.com))

**Tesoureiro:** Dr. José Birindelli ([josebirindelli@yahoo.com](mailto:josebirindelli@yahoo.com))

#### CONSELHO DELIBERATIVO

**Presidente:** Dr. Francisco Langeani Neto

**Membros:** Dra. Carla S. Pavanelli

Dr. Jansen Alfredo Sampaio Zuanon

Dr. Fábio Di Dario

Dr. Fernando Rogério Carvalho

Dr. Ricardo de Souza Rosa

Dr. Leonardo F. da Silva Ingenito

**Secretaria e Tesouraria da SBI:** Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 10.001, 86057-970, Londrina, PR.

### BOLETIM SBI, Nº 125

**Edição:** Diretoria da SBI

**Diagramação:** Fernando C. Jerep

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

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

**Fotografias na primeira página:** Fundo: *Awaous tajasca* (Rio Jaguareguava - Bertioiga, SP, foto: Fernando Lessa).

**Fotografia nesta página:** Fundo, *Astyanax* sp. (Rio das Antas - Bertioiga, SP, foto: Fernando Lessa).

**Os conceitos, ideias e comentários expressos no Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia são de inteira responsabilidade de quem os assinam.**

A Sociedade Brasileira de Ictiologia, SBI, 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). - *Artigo 1º do Estatuto da Sociedade Brasileira de Ictiologia.*

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

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

Utilidade Pública Federal: Portaria Federal 373 de 12 de maio de 2000, Brasília, D.F.