

IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:  
DESAFIOS E SOLUÇÕES**



## Mesa Redonda

“IMPORTÂNCIA DA BIODIVERSIDADE  
E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS  
PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
SÃO FRANCISCO”

14 de setembro de 2022, BELO HORIZONTE - MG



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**

**DESAFIOS E SOLUÇÕES**



# “A BIODIVERSIDADE E OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DOS PEIXES ANUAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO”

Rita Barreto

Analista Ambiental ICMBio/CEPTA

14 de setembro de 2022, BELO HORIZONTE - MG



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:  
DESAFIOS E SOLUÇÕES**



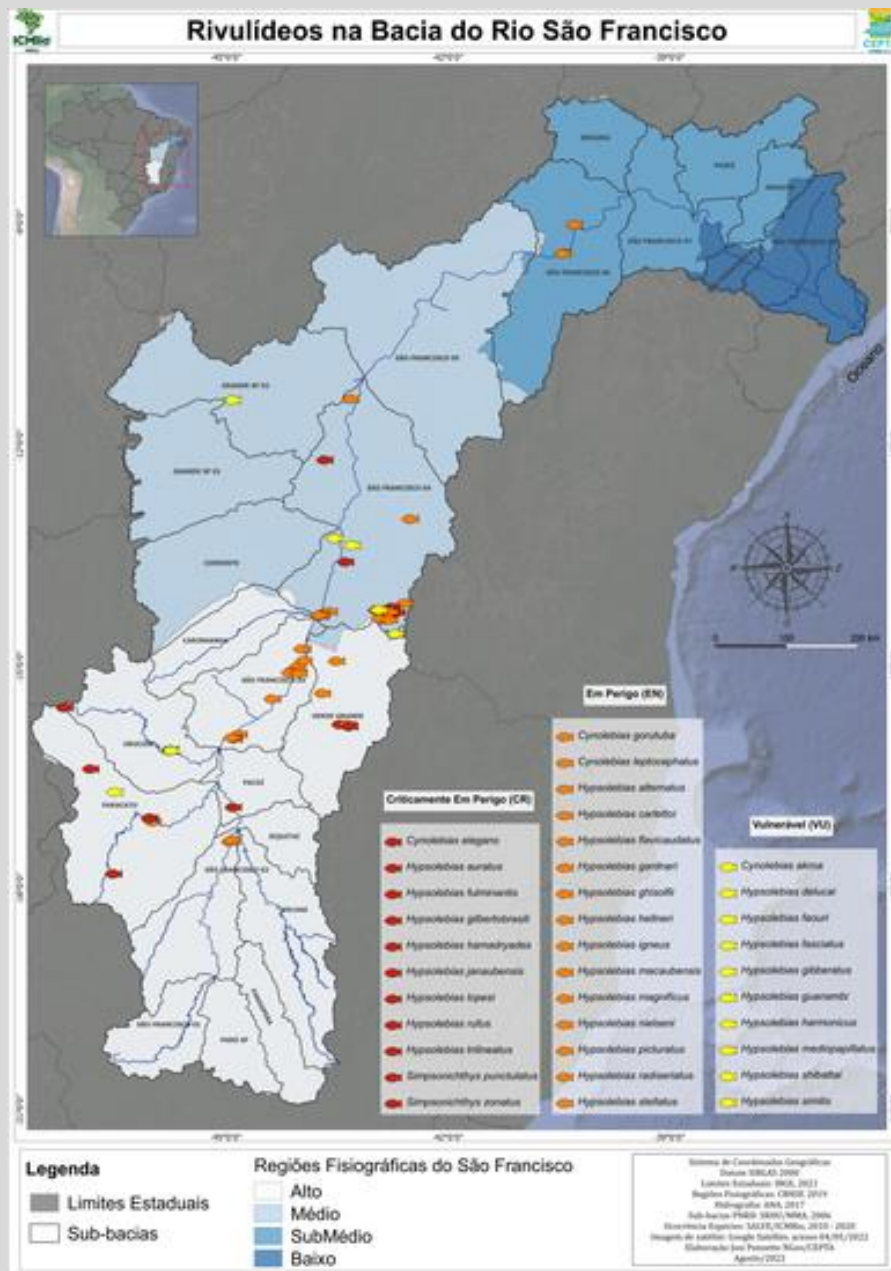
# Importância da Biodiversidade e dos Serviços Ecosistêmicos para a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES



## LISTA DE PEIXES ANUAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (período 32 anos)

57 espécies da família Rivulidae descritas na Bacia do Rio São Francisco



*H. auratus*  
Lagoa Grande - MG

Os Rivulídeos (peixes anuais) são pequenos peixes que vivem em ambientes aquáticos sazonais, ou seja, em poças de água que secam durante uma parte do ano.



*H. fulminantis*  
Guanambi- BA



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



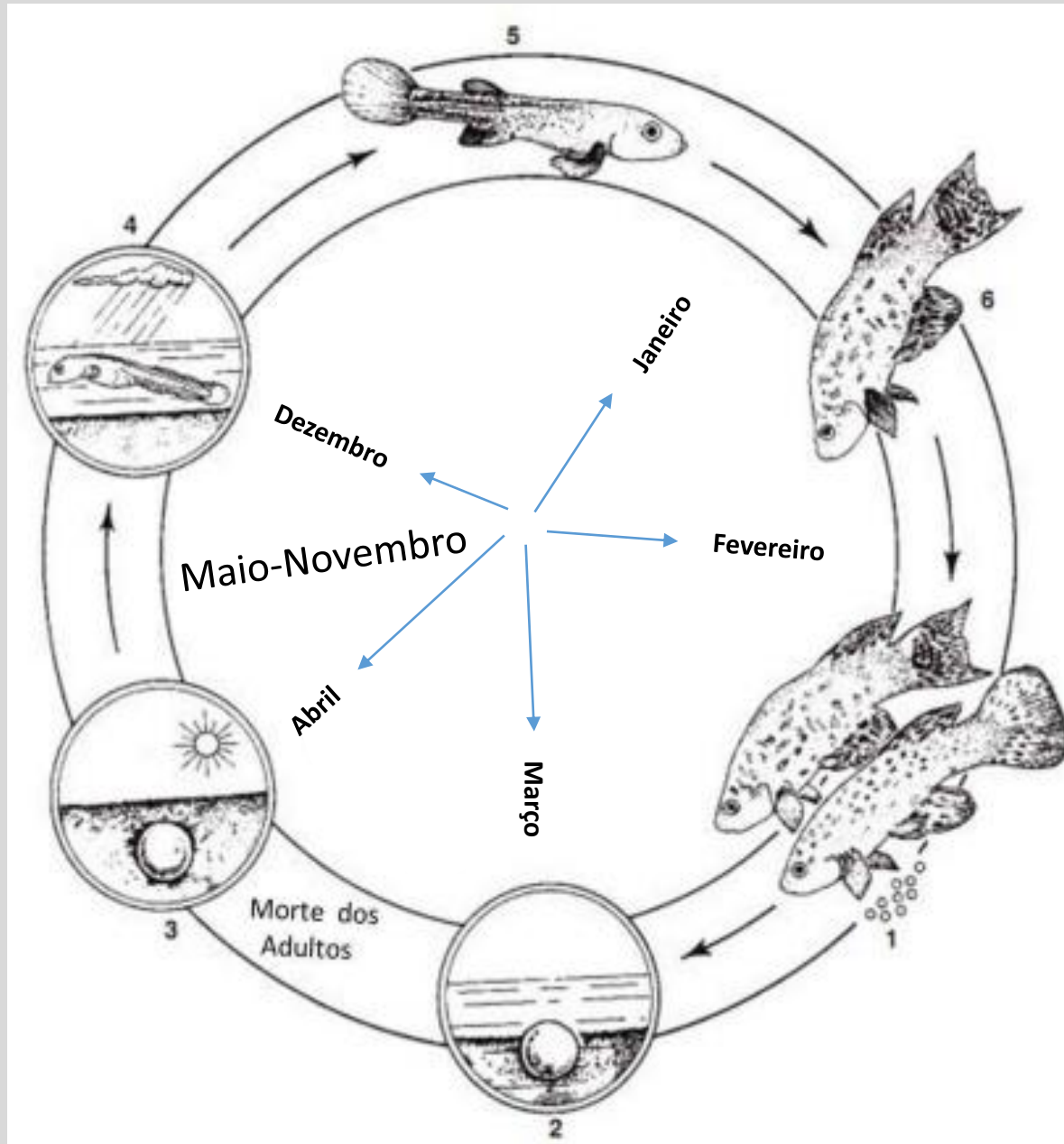
Jaíba - MG

sábado, 11 de abril de 2015



terça-feira, 15 de março de 2016

# Ciclo de Vida dos Peixes Anuais



1- Reprodução dos adultos a partir de 1 -2 meses de vida

2- Ovos enterrados no substrato com baixa concentração de oxigênio e em diapausa.

3- A poça seca e morte dos adultos com processo de envelhecimento

4- Chegada da chuva e eclosão dos ovos. Formação de nova população.

5- Desenvolvimento dos juvenis.

6- Peixes adultos aptos a reprodução.

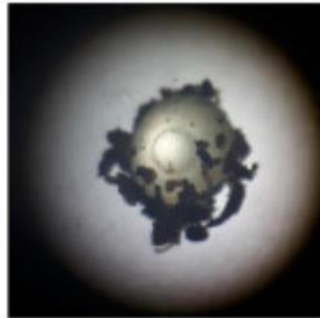
# Processo de Diapausa



*H. auratus*  
Lagoa Grande - MG



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



diapausa DI



diapausa DII

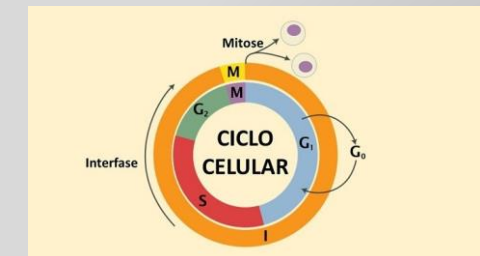


diapausa DIII

**Figura 5** - Fases de desenvolvimento embrionário dos ovos - diapausa DI, DII ou DIII. Fotos: Davi H. Oliveira (2021). Tamanho aproximado dos ovos: 1mm de diâmetro.

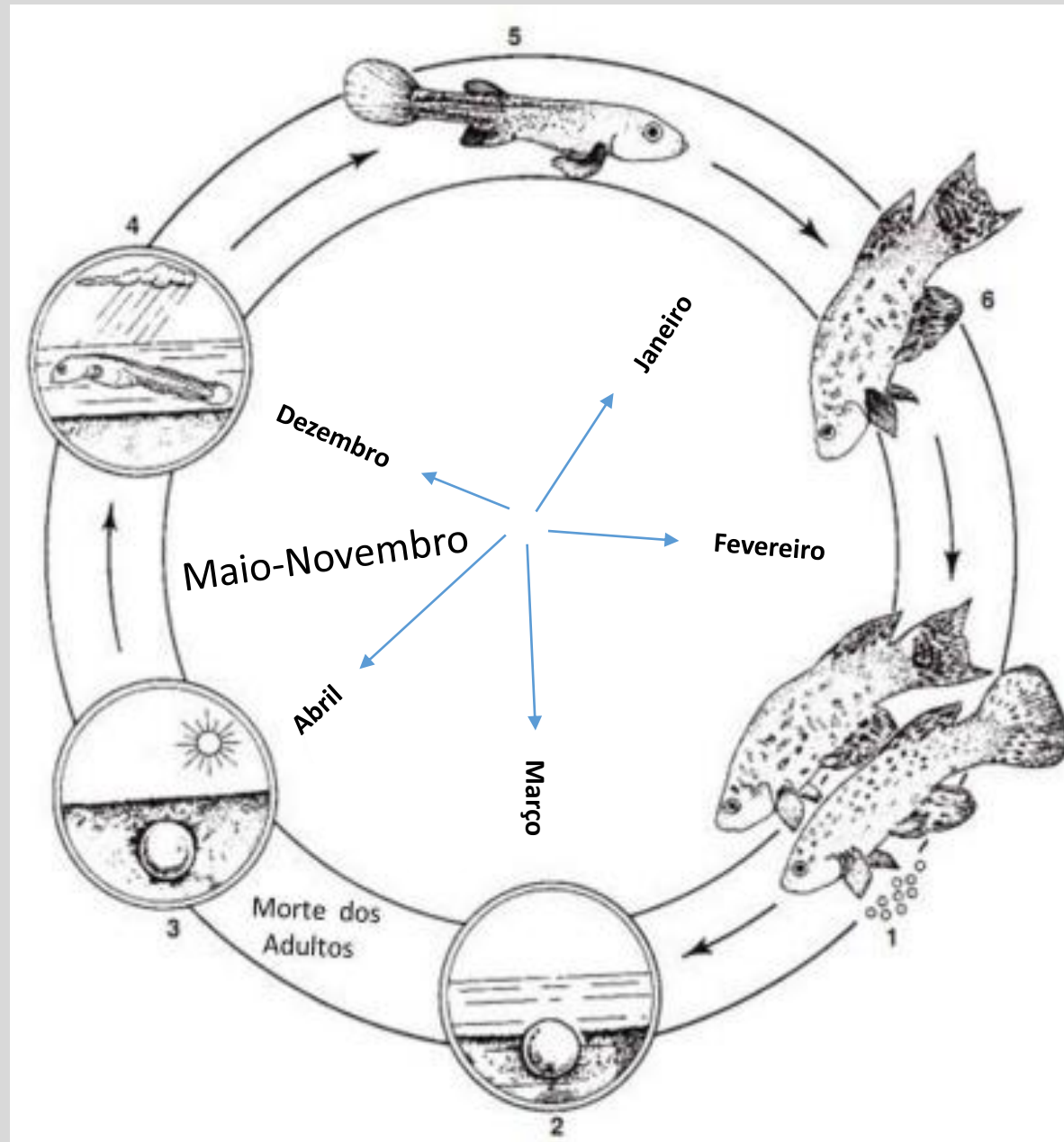


Diapausa = Dormência



Controle do ciclo celular

## Ciclo de Vida dos Peixes Anuais



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**

**DESAFIOS E SOLUÇÕES**



1- Reprodução dos adultos a partir de 1 -2 meses de vida

2- Ovos enterrados no substrato com baixa concentração de oxigênio e em diapausa.

**3- A poça seca e morte dos adultos com processo de envelhecimento**

4- Chegada da chuva e eclosão dos ovos. Formação de nova população.

5- Desenvolvimento dos juvenis.

6- Peixes adultos aptos a reprodução.





Contents lists available at ScienceDirect

Experimental Gerontology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/expgero](http://www.elsevier.com/locate/expgero)



The short-lived annual fish *Nothobranchius furzeri* shows a typical teleost aging process reinforced by high incidence of age-dependent neoplasias

Emiliano Di Cicco<sup>a</sup>, Eva Terzibasi Tozzini<sup>b</sup>, Giacomo Rossi<sup>a,1</sup>, Alessandro Cellerino<sup>b,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Dept. of Veterinary Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Camerino, Italy

<sup>b</sup> Biology of Aging, Leibniz Institute for Age Research, Fritz Lipmann Institute, Jena, Germany

<sup>c</sup> Scuola Normale Superiore, Pisa, Italy



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES



O peixe anual *Nothobranchius furzeri* apresenta um processo típico de envelhecimento dos peixes ósseos reforçado pela alta incidência de neoplasias dependentes da idade



*Nothobranchius furzeri*

Peixe anual africano

### Análise histopatológica de lesões relacionadas à idade

A análise post-mortem revelou lesões no fígado (~90%), rim (~75%), coração (~70%) e gônadas (~40%) que são semelhantes às descritas anteriormente no peixe guppy *Poecilia reticulata*. Além disso, uma **alta incidência de neoplasias** foi observada no fígado (~35%) e rim (~25%).



RESEARCH ARTICLE

## Age-associated liver alterations in wild populations of *Austrolebias minuano*, a short-lived Neotropical annual killifish

Robson S. Godoy · Luis Esteban K. Lanés · Vinicius Weber · Cristina Stenert · Héctor G. Nóbrega · Guendalina T. Oliveira · Leonardo Maltchik

Os autores mostraram que as populações selvagens de *A. minuano* apresentam alterações hepáticas distintas de diferentes gravidades ao longo do ciclo de vida. Nesse sentido, os dados podem ser úteis para novas abordagens, que pretendem investigar o processo de envelhecimento em peixes.

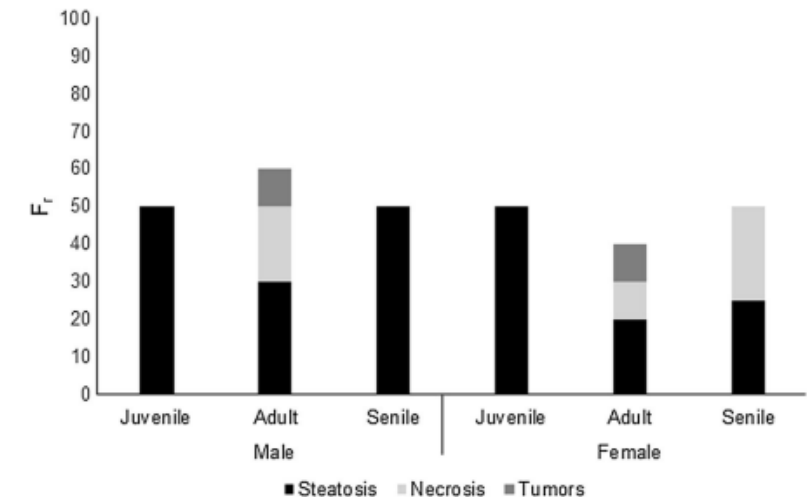


IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



*Austrolebias minuano*

**Fig. 3** Relative frequency of the different alterations found in the liver of both sexes at different stages of development of *A. minuano*



## Peixes Anuais



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



Qual é o valor do conhecimento dos mecanismos do envelhecimento que ocorrem nos peixes anuais e que podem ser aplicados para o bem estar humano que cada dia vive mais?



**Será que essa situação revela a magnitude da importância da biodiversidade que temos?**

## Peixes Anuais



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



Qual é o valor da obtenção/disponibilização de informações sobre a correlação de incidência de lesões neoplásicas e senilidade quando a incidência do câncer de fígado é a 3ª no Brasil?



Qual é o valor do conhecimento da tolerância à anoxia dos peixes anuais quando aplicado no combate a doenças como a COVID-19?



SYMPOSIUM

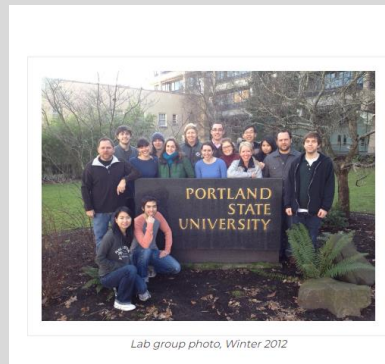
Hypoxia and Anoxia Tolerance in the Annual Killifish *Austrofundulus limnaeus*

Jason E. Podrabsky<sup>1</sup> and Natalie E. Wilson

Department of Biology, Portland State University, PO Box 751, Portland, OR 97207, USA

From the symposium “Life on the Edge: Biology of Organisms Inhabiting Extreme Environments” presented at the annual meeting of the Society for Integrative and Comparative Biology, January 3–7, 2016 at Portland, Oregon.

<sup>1</sup>E-mail: jpod@pdx.edu



Lab group photo, Winter 2012



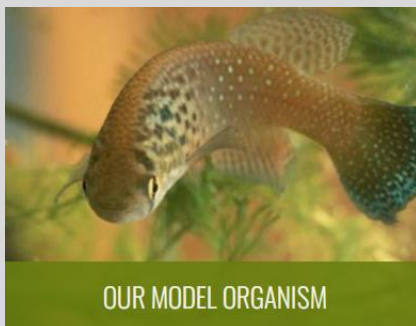
IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES



## Tolerância a Anoxia e Hipoxia no peixe anual *Astrofundulus limneus* (2016).



A resposta de embriões de *A. limnaeus* à hipoxia e anoxia é única em comparação com outros peixes e a maioria dos outros vertebrados

Consequências mais comuns em humanos: sequelas motoras ou distúrbios de fala permanentes, demências, perda de funções, perda da visão, perda de memória, estado vegetativo.

Estudos futuros sobre esta espécie podem fornecer informações sobre novos mecanismos que suportam a sobrevivência durante a limitação prolongada de oxigênio.

## Tolerância de ovos de peixes anuais a anóxia

Estudos com ovos de *H. flagellatus* em situações de anoxia realizadas pela pesquisadora Dra. Claire Riggs (UP) durante 3 meses no CEPTA . Após o término do experimento alguns ovos ainda estavam viáveis.



*H. flagellatus*



Bom Jesus da Lapa/BA



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



Ovos encubados em ambiente controlado de anóxia



Sonda multiparâmetros em campo



## Modelo Biológico para avanços tecnológicos

- Ciclo de vida anual - Único vertebrado mantido em cativeiro;
- Criação e manutenção *ex situ* - Obtenção e conservação de ovos com baixo custo, alimentação variada natural;
- Desenvolvimento de uma história de vida única que inclui a capacidade de interromper o desenvolvimento em até três estágios de diapausa embrionária;
- Reunião de características de vários modelos biológicos – diapausa, grande quantidade de descendentes, número limitado inicial de animais adultos, infraestrutura para pesquisa de médio custo,
- Capacidade de se desenvolver ativamente diante de condições ambientais altamente variáveis e muitas vezes extremas que a maioria das espécies não pode suportar, ou que levariam a resultados anormais de desenvolvimento;
- Características fisiológicas de interesse em pesquisas médicas – envelhecimento, câncer e problemas respiratórios, entre outras.



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES



**Diet of four annual killifishes:  
an intra and interspecific comparison**

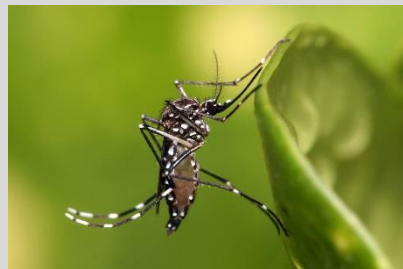
Gabriel Laufer<sup>1</sup>, Matías Arim<sup>1,2</sup>, Marcelo Loureiro<sup>1,3</sup>, Juan Manuel Piñeiro-Guerra<sup>1</sup>,  
Sabrina Clavijo-Baquet<sup>2</sup> and César Fagúndez<sup>4</sup>



## Serviços ecossistêmicos

Os rivulídeos são predadores generalistas nas poças temporárias, consumidores de topo de cadeia.

- controle natural de animais nocivos ao ser humano;
- Diminuição do uso de substâncias tóxicas como inseticidas
- Diminuição da contaminação do ecossistema por inseticidas.
- Controle de outros organismos no ecossistema.



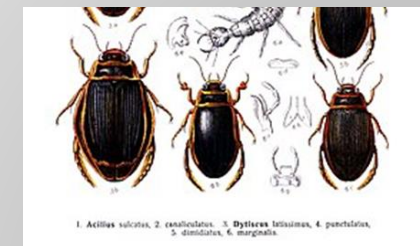
Maior vetor de disseminação de doenças letais conhecido.



causa de alergias, conjuntivite e urticária

**Gastos no controle**  
pragas em plantações de arroz no Japão  
população de mosquitos longe dos aeroportos e hotéis

A ordem Coleoptera possui o maior número de espécies dentre todos os seres vivos — em torno de 350 mil

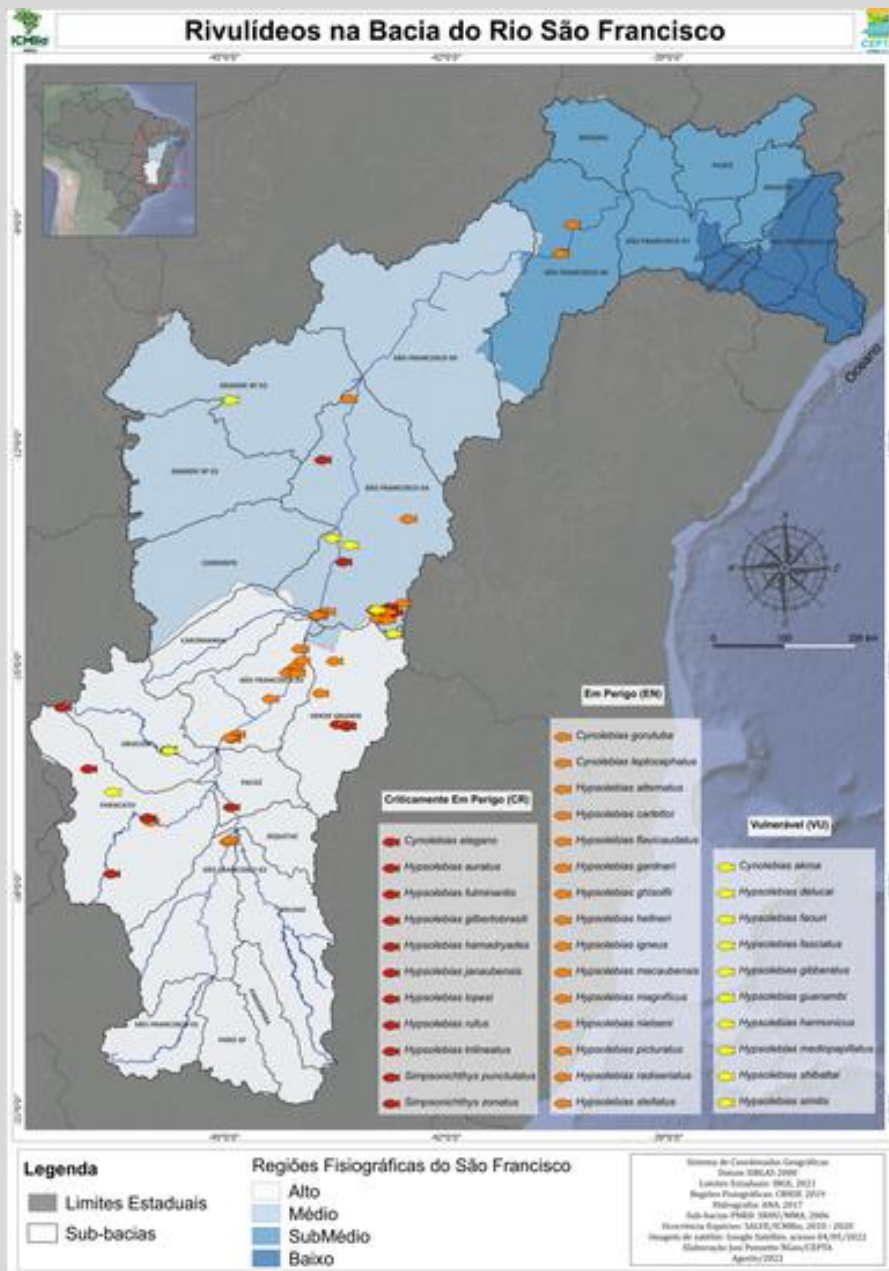




# Importância da Biodiversidade e dos Serviços Ecosistêmicos para a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:**  
**DESAFIOS E SOLUÇÕES**



## LISTA DE PEIXES ANUAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (período 32 anos)

57 espécies da família Rivulidae descritas na Bacia do Rio São Francisco

*Hypsolebias* 40 spp. - 33 estão ameaçadas de extinção.  
*Cynolebias* 15 spp. - 4 estão ameaçadas de extinção.  
*Simpsonichthys* 2 spp. - 2 estão ameaçadas de extinção.

39 espécies estão ameaçadas de extinção.

**13 CR    15 EN    11 VU**

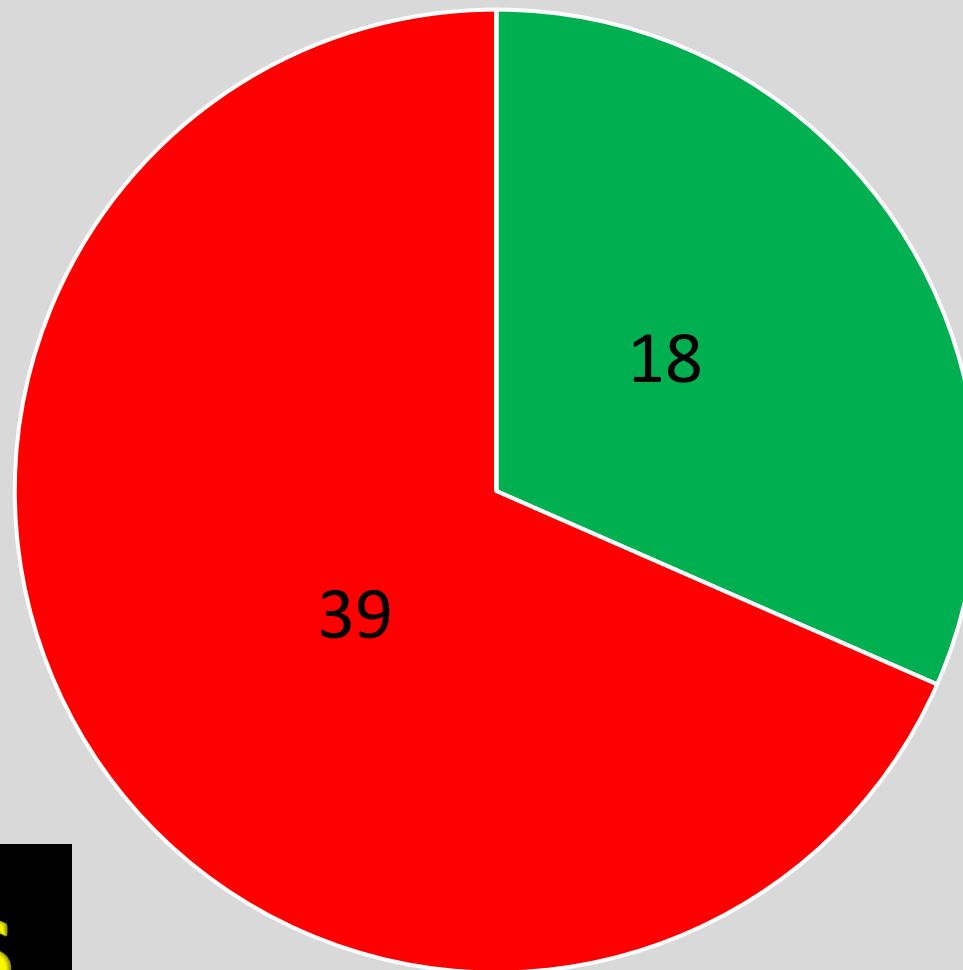
<b><i>Hypsolebias adornatus</i></b>	(Costa 2000)	<b>BA</b>	<i>Hypsolebias pterophyllus</i>	Costa 2012	BA
<b><i>Hypsolebias alternatus</i></b>	(Costa & Brasil 1994)	<b>MG</b>	<b><i>Hypsolebias radiseriatus</i></b>	Costa 2012	<b>MG</b>
<b><i>Hypsolebias auratus</i></b>	(Costa & Nielsen 2000)	<b>MG</b>	<b><i>Hypsolebias rufus</i></b>	(Costa, Nielsen & de Luca 2001)	<b>MG</b>
<b><i>Hypsolebias brunoi</i></b>	(Costa 2003)	<b>GO</b>	<i>Hypsolebias sertanejo</i>	Costa 2012	MG
<i>Hypsolebias caeruleus</i>	Costa 2013	BA	<b><i>Hypsolebias shibattai</i></b>	Nielsen et al 2014	<b>BA</b>
<b><i>Hypsolebias carlettoi</i></b>	(Costa & Nielsen 2004)	<b>BA</b>	<i>Hypsolebias similis</i>	(Costa & Hellner 1999)	MG
<b><i>Hypsolebias delucaii</i></b>	(Costa 2003)	<b>MG</b>	<b><i>Hypsolebias splendissimus</i></b>	<b>Costa, Amorim &amp; Mattos 2018</b>	<b>BA</b>
<b><i>Hypsolebias faouri</i></b>	Britzke, Nielsen & Oliveira 2016	<b>BA</b>	<b><i>Hypsolebias stellatus</i></b>	(Costa & Brasil 1994)	<b>MG</b>
<b><i>Hypsolebias fasciatus</i></b>	(Costa & Brasil 2006)	<b>MG</b>	<i>Hypsolebias trifasciatus</i>	Nielsen et al 2014	BA
<i>Hypsolebias flagellatus</i>	Costa 2003	BA	<b><i>Hypsolebias trilineatus</i></b>	(Costa & Brasil 1994)	<b>MG</b>
<b><i>Hypsolebias flavicaudatus</i></b>	<b>(Costa &amp; Brasil 1990)</b>	<b>PE</b>	<b><i>Hypsolebias virgulatus</i></b>	(Costa & Brasil 2006)	<b>MG</b>
<b><i>Hypsolebias fulminantis</i></b>	(Costa & Brasil 2006)			<b>Nielsen et al 2018</b>	<b>BA</b>
<b><i>Hypsolebias gardneri</i></b>	<b>Costa, Amorim &amp; Nielsen 2018</b>			Costa 2001	BA
<b><i>Hypsolebias ghisolfii</i></b>	(Costa, Cyrino & Nielsen 2018)			Costa 2001	BA
<b><i>Hypsolebias gibberatus</i></b>	(Costa & Brasil 2006)			Costa 2017	<b>BA</b>
<b><i>Hypsolebias gilbertobrasili</i></b>	Costa 2012			Costa 2001	BA
<b><i>Hypsolebias guanambi</i></b>	Costa & Amorim 2018			Costa 1998	BA
<b><i>Hypsolebias hamadryades</i></b>	<b>Costa, Amorim &amp; Nielsen 2018</b>			Costa 2017	<b>MG</b>
<b><i>Hypsolebias harmonicus</i></b>	(Costa 2010)	<b>BA</b>	<b><i>Cynolebias leptocephalus</i></b>	Costa & Brasil 1993	<b>BA</b>
<b><i>Hypsolebias hellneri</i></b>	(Berkenkamp 1993)	<b>MG</b>	<i>Cynolebias obscurus</i>	Costa 2014	BA
<b><i>Hypsolebias igneus</i></b>	(Costa 2000)	<b>BA</b>	<i>Cynolebias ochraceus</i>	Costa 2014	BA
<b><i>Hypsolebias janaubensis</i></b>	(Costa 2006)	<b>MG</b>	<i>Cynolebias oticus</i>	Costa 2014	BA
<b><i>Hypsolebias lopesi</i></b>	Nielsen et al 2010)	<b>BA</b>	<i>Cynolebias parietalis</i>	Costa 2014	MG
<b><i>Hypsolebias macaubensis</i></b>	(Costa & Suzart 2006)	<b>BA</b>	<i>Cynolebias perforatus</i>	Costa & Brasil 1991	MG
<b><i>Hypsolebias magnificus</i></b>	(Costa & Brasil 1991)	<b>BA</b>	<i>Cynolebias rediventus</i>	Costa 2014	BA
<b><i>Hypsolebias mediopapillatus</i></b>	(Costa 2006)	<b>BA</b>	<i>Cynolebias roseus</i>	Costa 2014	BA
<b><i>Hypsolebias nielsenii</i></b>	(Costa 2005)	<b>MG</b>	<b><i>Simpsonichthys punctulatus</i></b>	Costa & Brasil 2007	<b>GO</b>
<i>Hypsolebias nitens</i>	Costa 2012	BA	<b><i>Simpsonichthys zonatus</i></b>	<b>(Costa &amp; Brasil 1990)</b>	<b>MG</b>
<b><i>Hypsolebias picturatus</i></b>	(Costa 2000)	<b>BA</b>			

32 anos

# Peixes anuais da Bacia do São Francisco



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



32%  
68%

**32 anos**

■ Outras categorias ■ CR - EN - VU



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES



Consolidar e ampliar  
estratégias de conservação  
dos peixes rivulídeos  
ameaçados de extinção e dos  
seus ambientes, em cinco  
anos

## Plano de Ação Nacional de Conservação de Rivulídeos Ameaçados de Extinção – Ciclo II 2022-2027

<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-rivulideos>



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**

**DESAFIOS E SOLUÇÕES**



Assegurar a qualidade ambiental do ecossistema aquático para conservar populações saudáveis de peixes ameaçados do Velho Chico, em cinco anos.

**Plano de Ação Nacional de Conservação de Espécies Ameaçadas da Fauna Aquática do Rio São Francisco – Ciclo II**

<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-sao-francisco>



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

**GESTÃO HÍDRICA NO  
RIO SÃO FRANCISCO:**  
DESAFIOS E SOLUÇÕES

# Obrigada!



[maria.neto@icmbio.gov.br](mailto:maria.neto@icmbio.gov.br)

Instagram: ceptaicmbio

Youtube: CEPTA - ICMBio

Site: <https://www.icmbio.gov.br/cepta/>

