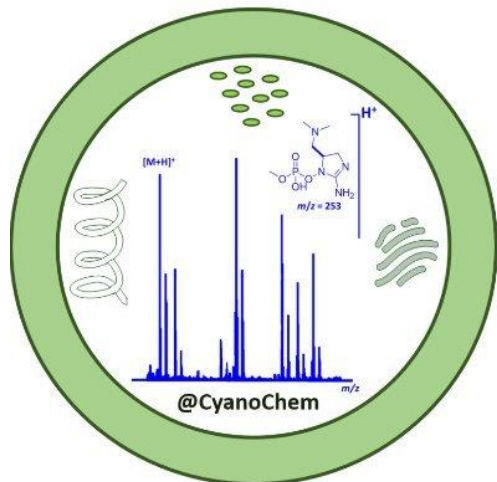


# ECOTOXICOLOGIA AQUÁTICA

Larissa Souza Passos

Bióloga e Mestranda em Toxicologia Ambiental



Piracicaba - SP  
2020



“Ramo da Toxicologia que integra conceitos de ecologia e toxicologia e estuda os efeitos das substâncias naturais ou sintéticas sobre os organismos vivos, populações e comunidades, animais (incluindo o homem) ou vegetais, terrestres ou aquáticos, que constituem a biosfera, incluindo a interação das substâncias com o meio nos quais os organismos vivem num contexto integrado”.

## ÁREAS DE ESTUDO EM ECOTOXICOLOGIA



Estudo das emissões e entradas dos poluentes no ambiente abiótico, distribuição e destino nos diferentes compartimentos;

---

Estudo das mudanças climáticas no planeta e seus efeitos para os organismos, populações, comunidades e ecossistemas;

---

Estudo da entrada e destino dos poluentes nas cadeias biológicas e suas formas de transferência como alimento via cadeia trófica;

---

Estudo qualitativo e quantitativo dos efeitos tóxicos dos poluentes ao ecossistema com consequências ao homem

---

## ÁREAS DE ESTUDO EM ECOTOXICOLOGIA

Estudo das emissões e entradas dos poluentes no ambiente abiótico, distribuição e destino nos diferentes compartimentos;

---

---

---

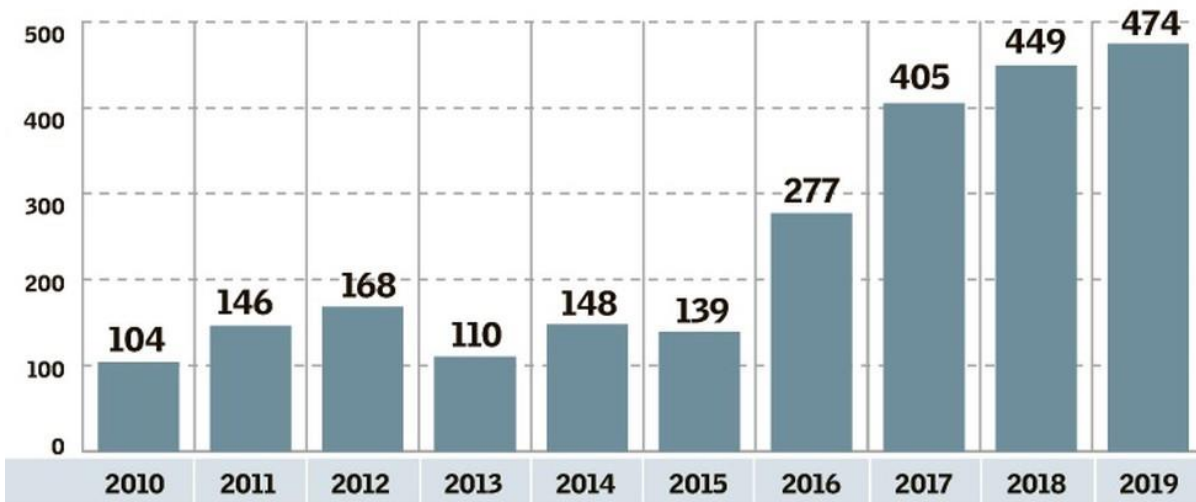


## PESTICIDAS

Como os pesticidas afetam os ambientes aquáticos?

### Ritmo acelerado

Registros de agrotóxicos no país



Fonte: Ministério da Agricultura

Os ecossistemas aquáticos são afetados pela lixiviação de materiais alóctones, como pesticidas, fertilizantes e metais, que podem contaminar os organismos presentes, como os peixes.



**Ecosistema aquático**  
(Lago de Palminhas, ES)

**Produção agrícola**



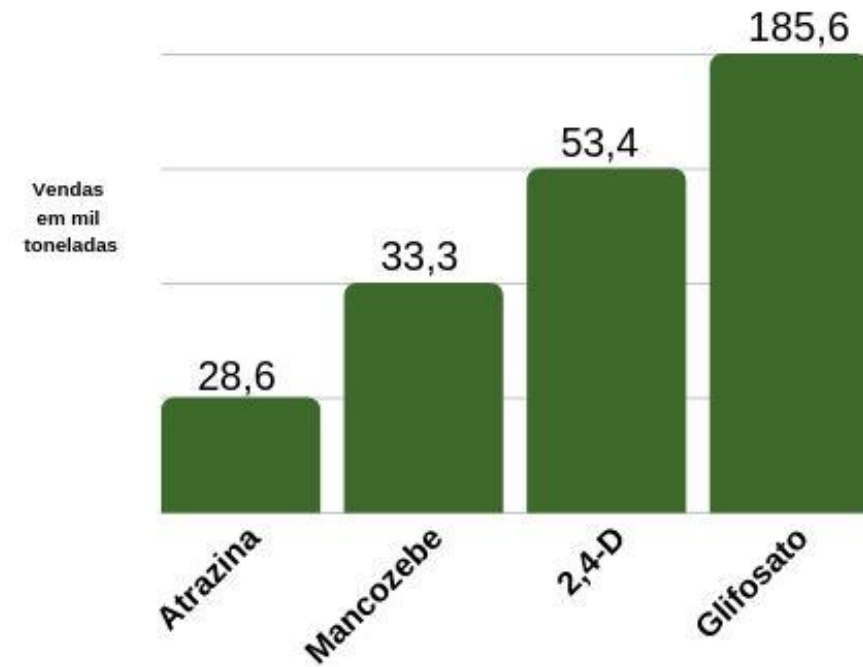
## PESTICIDAS

### Efeitos tóxicos do glifosato e identificação de um marcador molecular em *Astyanax lacustris* (Lütken 1875)



Avaliação da toxicidade nos peixes por meio de biomarcadores bioquímicos, genotóxicos, fisiológicos e moleculares.

### Agrotóxicos comercializados no Brasil



**PESTICIDAS****Glifosato****ANVISA (2018)**

- Não apresenta características mutagênicas, teratogênicas e carcinogênicas.
- Não é desregulador endócrino e não é tóxico para a reprodução.

**IARC (2015)**

- Provável carcinógeno humano

**ESTUDOS RECENTES**

- Estresse oxidativo, alteração comportamental e no desenvolvimento de peixes (Lanranzin et al., 2019; Tapkir et al., 2019; Ma et al., 2019)

## FSO – ÓLEO DIESEL



ELSEVIER

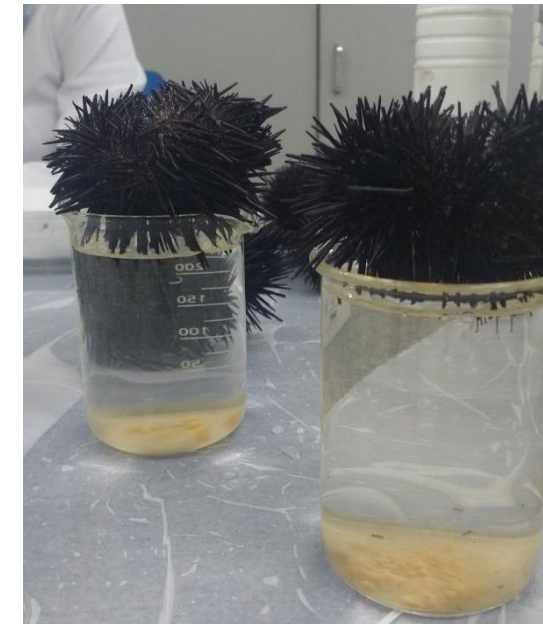
Ecotoxicology and Environmental Safety

Volume 162, 30 October 2018, Pages 59-62



Effects of the water-soluble fraction of diesel oil (WSD) on the fertilization and development of a sea urchin (*Echinometra lucunter*)

Tatiana Miura Pereira <sup>a</sup>, Julia Merçon <sup>a</sup>, Larissa Souza Passos <sup>a</sup>, Gabriel Carvalho Coppo <sup>a</sup>, Taciana Onesorge Miranda Lopes <sup>a</sup>, Dandara Silva Cabral <sup>a</sup>, Rodrigo Scherer <sup>b</sup>, Adriana Regina Chippari-Gomes <sup>a</sup> ✉



### Importância ecológica do ouriço-do-mar?

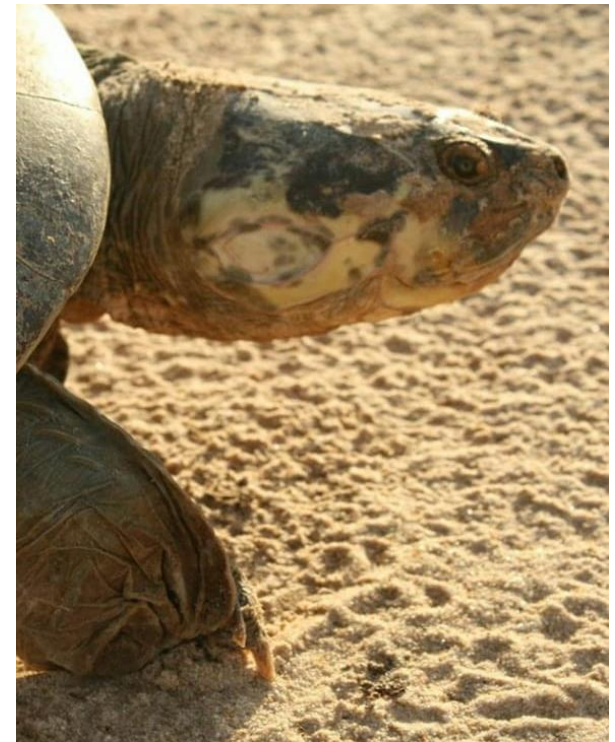
- Controle de macroalgas
- Coexistência de outras espécies de algas com as coralinas
- Espécie “aviso”





## MINÉRIO DE OURO

- Rios Araguaia e Crixás-Açu, Goiás
- *Podocnemis expansa* – Tartaruga-da-Amazônia





## MINÉRIO DE FERRO

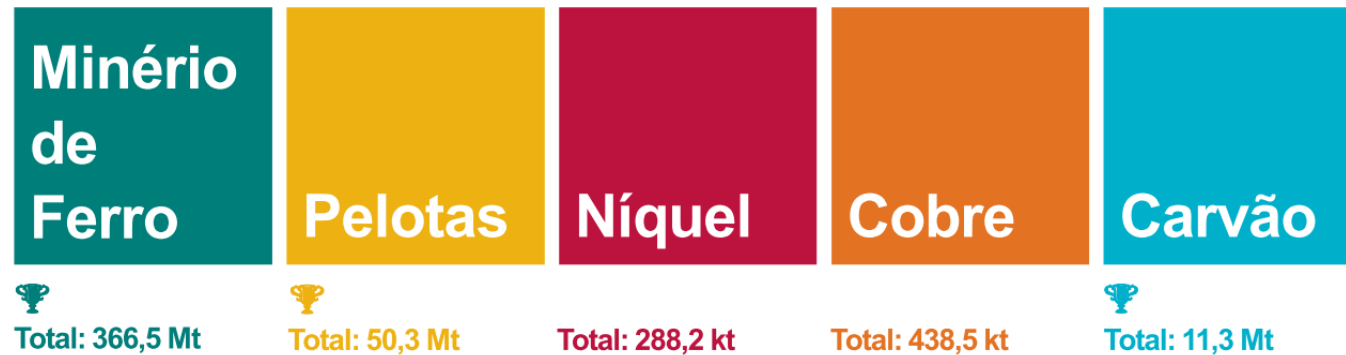
- Vale Mineradora, Vitória – ES
- Poluição aquática e atmosférica
- Estudo de toxicidade em *Epinephelus marginatus* (garoupa)





## Destaques da produção em 2017

Recorde anual



- Localizado na parte continental do município de Vitória - ES;
- Complexo controlado pela Vale S.A. que engloba quatro terminais marítimos, um pátio ferroviário e oito usinas de pelletização;
- Atividades do complexo representam 13% do PIB do estado do ES, sendo o maior polo de pelletização do mundo;
- Segundo maior exportador de minério de Ferro do Brasil;



## METAIS

- Manguezal Lameirão, Vitória – ES
- Estudos de toxicidade em ostras *Crassostrea virginica*



- As ostras filtram até 200 L de água por dia



## METAIS

- Serpente jararaca
- Vitória, ES



Ecological Indicators  
Volume 104, September 2019, Pages 166-171



The snake *Bothrops jararaca* (Squamata: Viperidae) is a suitable bioindicator of environmental exposure to cadmium: An experimental study

Alexandra Frossard <sup>a</sup>, Flaviana L.G. Leite <sup>a</sup>, Eduardo L.F. Silva <sup>a</sup>, Maria T.W.D. Carneiro <sup>b</sup>, João L.R. Júnior <sup>a</sup>, Levy C. Gomes <sup>a,1</sup>, Denise C. Endringer <sup>a,2</sup> ✉





## METAIS

- Reservas de Mamirauá e Amanã – Amazonas
- Jacaré-Açú





## METAIS

- Arquipélago de Trindade e Martim Vaz – ES
- Tartaruga verde

Fotos: Alexandra Frossard





Journal of Trace Elements in Medicine and  
Biology

Volume 62, December 2020, 126654



## Accumulation of trace metals in eggs and hatchlings of *Chelonia mydas*

Alexandra Frossard <sup>a</sup> ✉, Luiza Valli Vieira <sup>b</sup>, Maria Tereza Weitzel Dias Carneiro <sup>b</sup>, Levy Carvalho Gomes <sup>a</sup>,  
Adriana Regina Chippari-Gomes <sup>a</sup>

- A transferência materna de metais ocorreu em cascas de ovo e gema de ovo de *Chelonia mydas*.
- Os sedimentos dos ninhos aumentaram a quantidade de transferência de metal para os filhotes de *Chelonia mydas*.
- Cd, Ni, Pb, Mn e Fe se acumulam em diferentes proporções nos tecidos de filhotes de tartaruga verde.





**Tartarugas-de-couro ou gigantes:** Espírito Santo - único local do Brasil em que esta espécie desova regularmente. Com a menor população entre as tartarugas marinhas no país, as gigantes fazem cerca de 120 ninhos por ano.



## METAIS




Science of The Total Environment

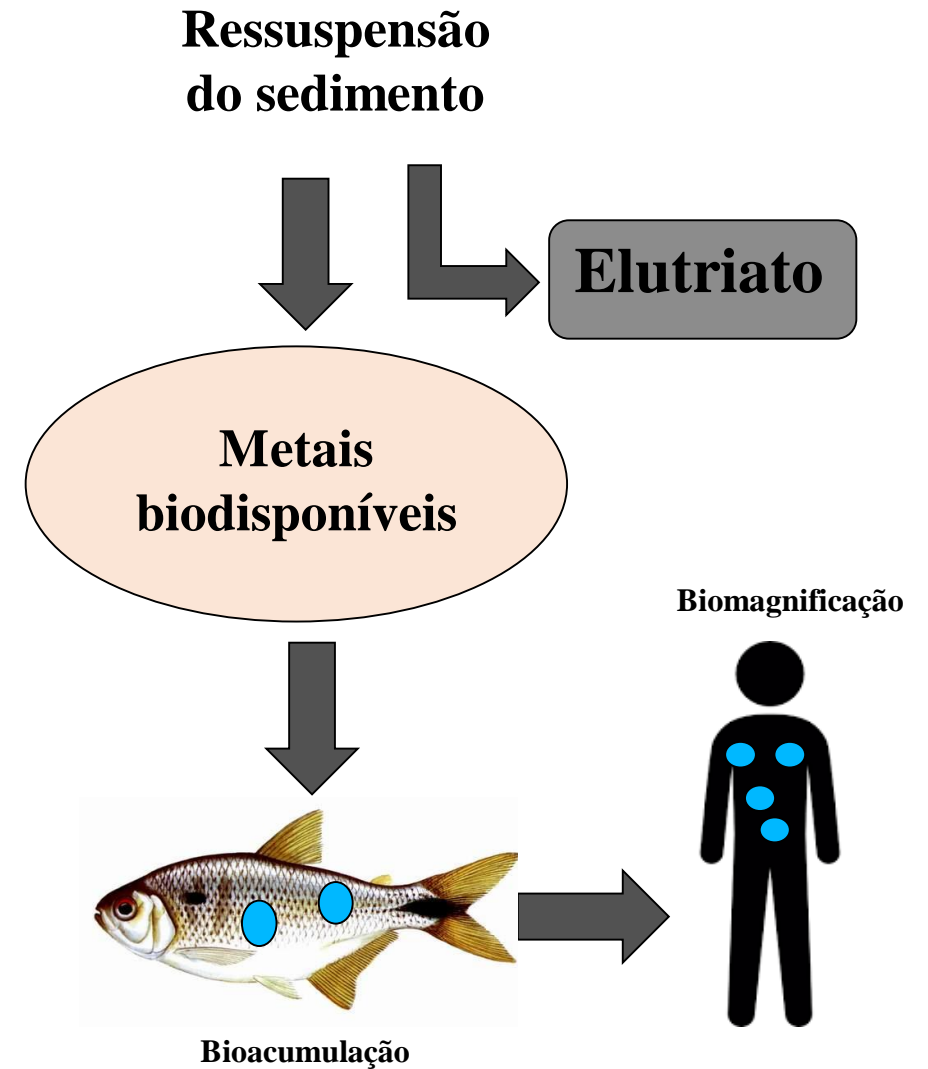
Volume 736, 20 September 2020, 139644



Short Communication

Is the Doce River elutriate or its water toxic to *Astyanax lacustris* (Teleostei: Characidae) three years after the Samarco mining dam collapse?

Larissa Souza Passos, Karla Giavarini Gnocchi, Tatiana Miura Pereira, Gabriel Carvalho Coppo, Dandara Silva Cabral, Levy Carvalho Gomes  





# Estuário do Rio Doce

Sedimento



+

Água



Elutriato



Fe Mn Cd

Pb Ni

Oceano Atlântico

## Concentração de metais no sedimento do Rio Doce

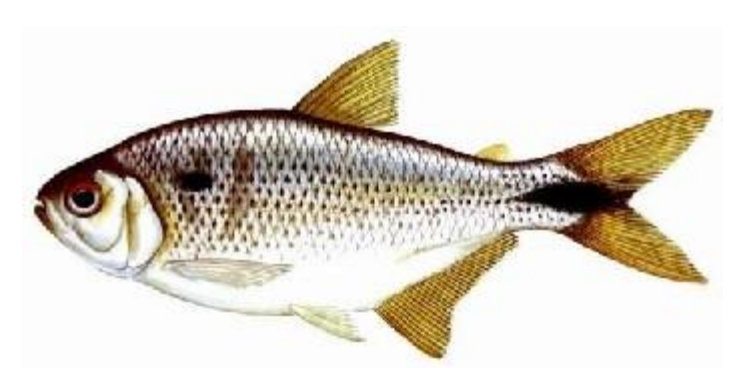
Metais	Concentração (mg/kg)
Manganês	1074,05
Ferro	26045,8
Cádmio	0,014
Chumbo	44,20
Níquel	27,26



## Bioacumulação de metais nos tecidos

### Fígado

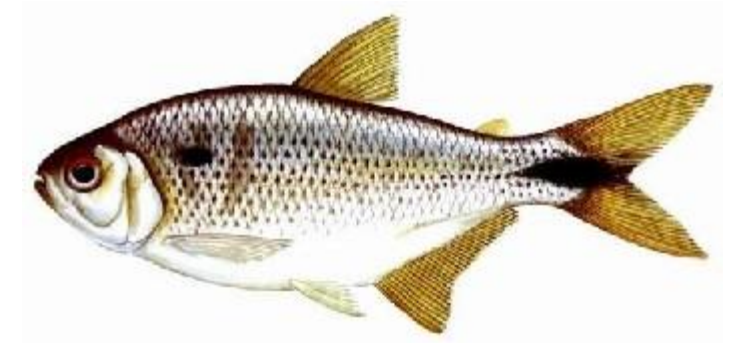
Tratamentos	Ferro (mg/kg)	Manganês (mg/kg)
C	185,16 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>
E0	775,15 <sup>b</sup>	4,82 <sup>b</sup>
E10	318,58 <sup>a</sup>	3,93 <sup>a</sup>
E50	163,68 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>
E100	143,91 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>



## Bioacumulação de metais nos tecidos

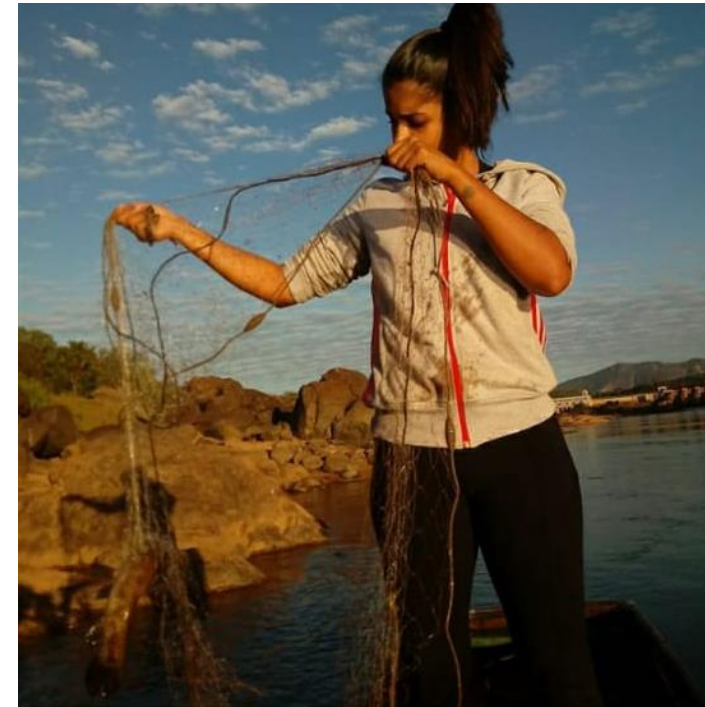
### Brânquias

Tratamentos	Ferro (mg/kg)	Manganês (mg/kg)
C	61,83 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>
E0	167,03 <sup>a</sup>	2,96 <sup>b</sup>
E10	27,47 <sup>a</sup>	2,16 <sup>a</sup>
E50	50,72 <sup>a</sup>	2,02 <sup>a</sup>
E100	98,54 <sup>a</sup>	2,47 <sup>a</sup>



## Análise de alterações na comunidades de peixes do baixo Rio Doce após o desastre de Mariana (MG), no estado do Espírito Santo

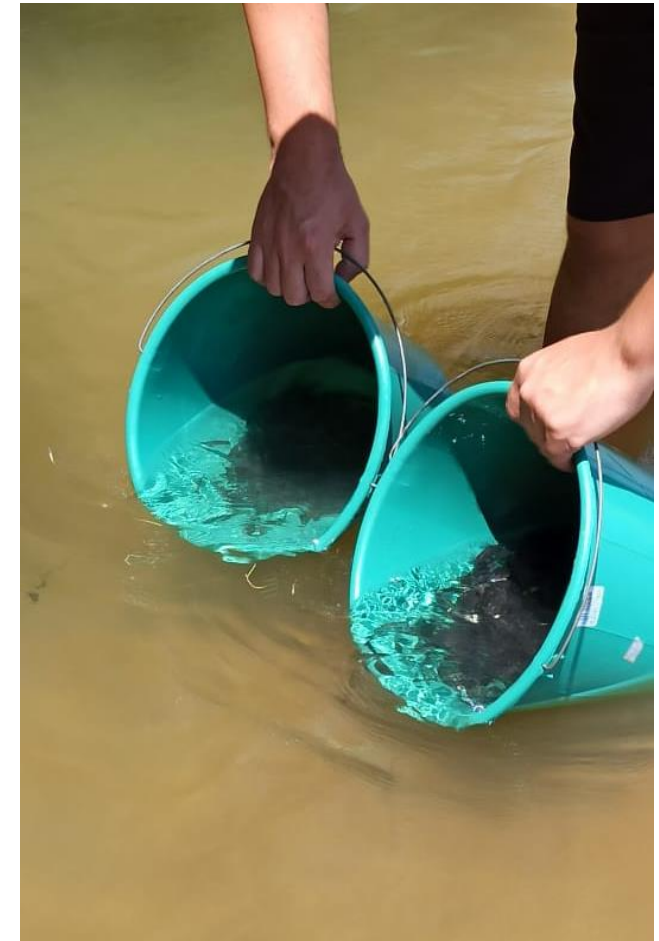
- Avaliação dos danos reprodutivos, bioquímicos e osmorregulatórios em lambaris do Rio Doce





## Contribuição para a recuperação da biota aquática do baixo Rio Doce

- Soltura de Robalo Peva – Cerca de 24 mil espécimes
- Os peixes foram marcados para monitoramento





## METAIS, ARSÊNICO, PESTICIDAS E MICROCISTINAS

- Estudo em 8 parques aquícolas no Brasil
- *Oreochromis niloticus* – tilápia-do-Nilo

RESEARCH ARTICLE



### Metals, arsenic, pesticides, and microcystins in tilapia (*Oreochromis niloticus*) from aquaculture parks in Brazil

Taciana Onesorge Miranda Lopes<sup>1</sup> · Larissa Souza Passos<sup>1</sup> · Luiza Valli Vieira<sup>2</sup> · Ernani Pinto<sup>3</sup> · Fabiane Dorr<sup>3</sup> · Rodrigo Scherer<sup>4</sup> · Nathacha de Andrade Salustriano<sup>4</sup> · Maria Tereza Weitzel Dias Carneiro<sup>2</sup> · Lais Frigini Postay<sup>1,4</sup> · Levy Carvalho Gomes<sup>1,4</sup>

Received: 26 March 2019 / Accepted: 17 March 2020

© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2020



## ÁREAS DE ESTUDO EM ECOTOXICOLOGIA



---

Estudo das mudanças climáticas no planeta e seus efeitos para os organismos, populações, comunidades e ecossistemas;

---

---



## ACIDIFICAÇÃO DOS OCEANOS/ AQUECIMENTO GLOBAL



Marine Environmental Research

Volume 161, October 2020, 105106



The success of the fertilization and early larval development of the tropical sea urchin *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) is affected by the pH decrease and temperature increase

Tatiana Miura Pereira  , Karla Giavarini Gnocchi, Julia Merçon, Bruna Mendes, Barbara Martins Lopes, Larissa Souza Passos, Adriana Regina Chippari Gomes

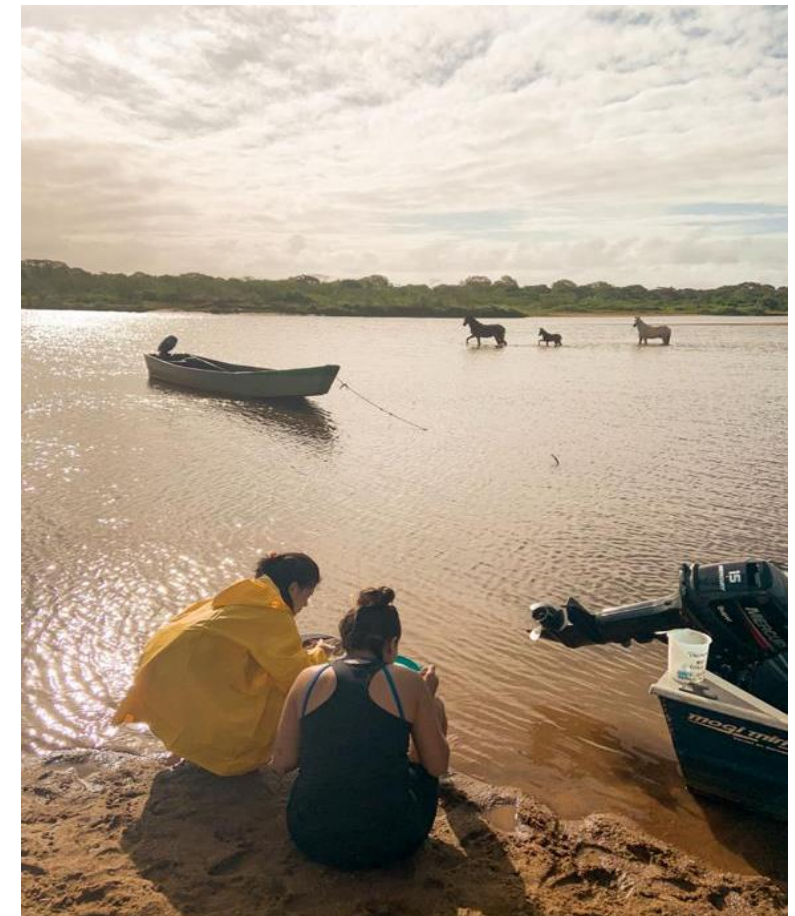
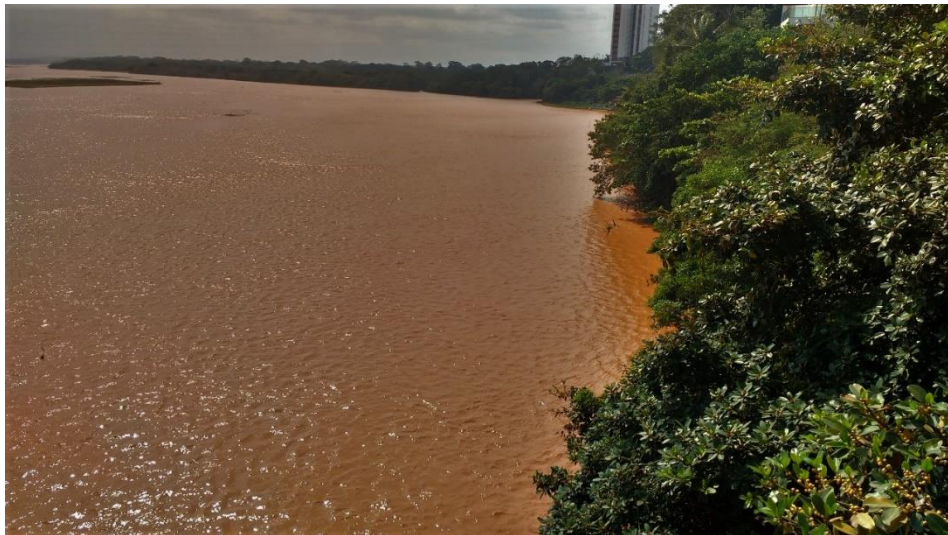


## ÁREAS DE ESTUDO EM ECOTOXICOLOGIA



Estudo da entrada e destino dos poluentes nas cadeias biológicas e suas formas de transferência como alimento via cadeia trófica;

**Avaliação dos isótopos estáveis das espécies coletadas em um local, a fim de determinar a posição trófica de cada espécie na cadeia alimentar**



## ÁREAS DE ESTUDO EM ECOTOXICOLOGIA

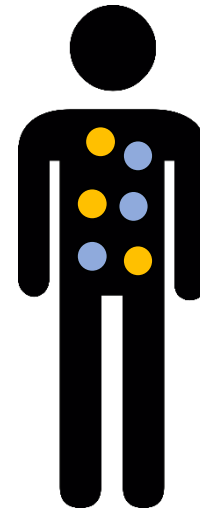
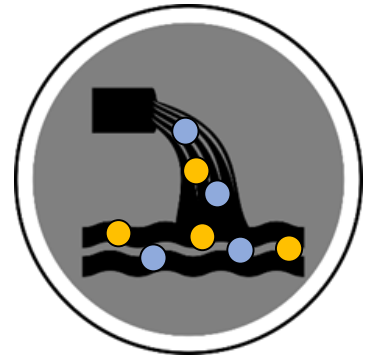


---

Estudo qualitativo e quantitativo dos efeitos tóxicos dos poluentes ao ecossistema com consequências ao homem

---





### BIOACUMULAÇÃO

Acúmulo de compostos químicos ou isótopos em elevadas concentrações nos organismos.

### BIOMAGNIFICAÇÃO

Aumento da concentração de uma substância nos organismos vivos ao longo da cadeia alimentar, passando a se acumular no nível trófico mais elevado.

Animal topo de cadeia, e.g. tubarão

Avaliação da toxicidade de contaminantes

Análise do risco ou perigo que o poluente oferece ao ambiente

Determinar biomarcadores de ambientes poluídos

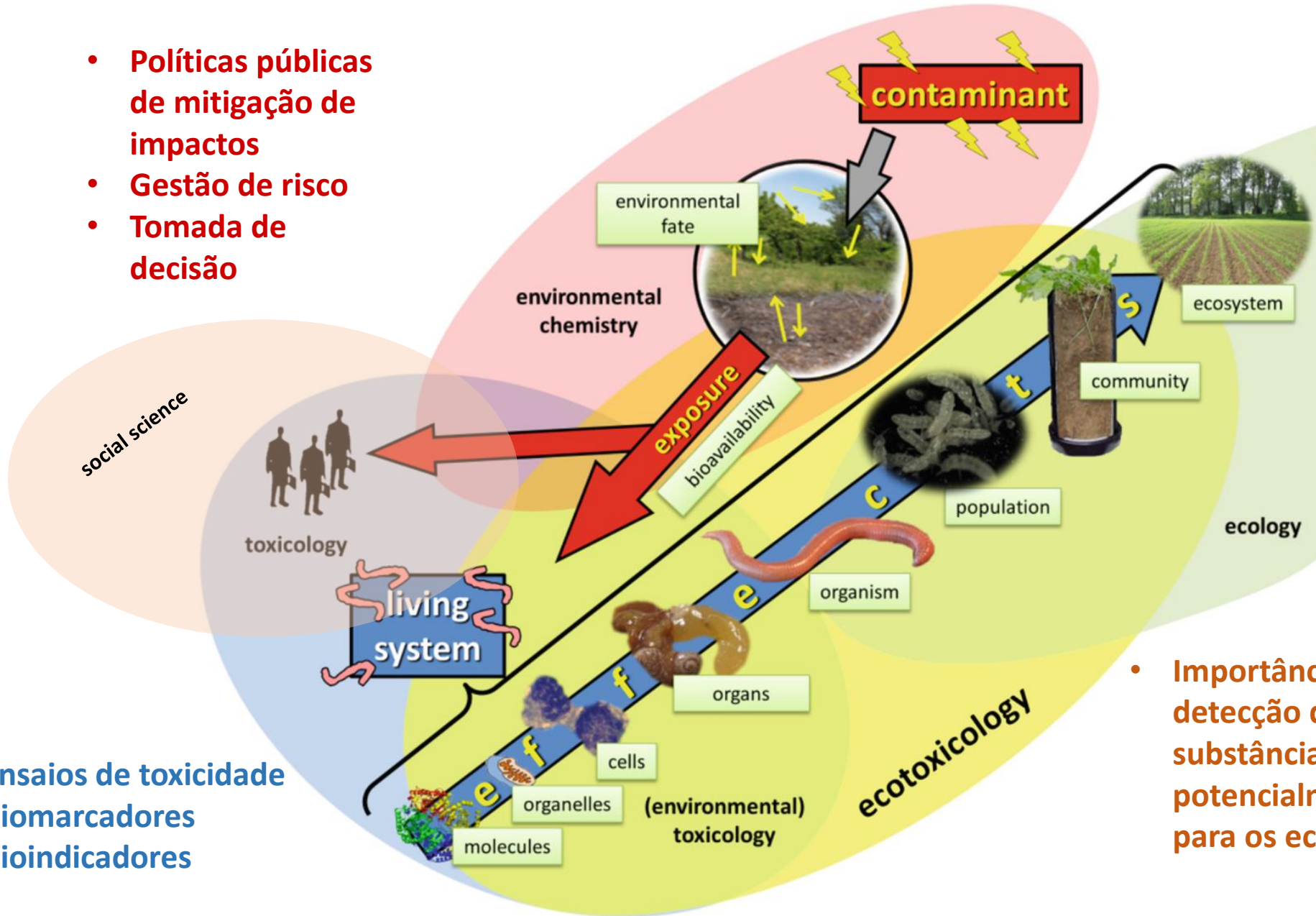
Desenvolver estratégias de biomonitoramento de contaminação ambiental



(Bláha e Hofman, 2020)

- Políticas públicas de mitigação de impactos
- Gestão de risco
- Tomada de decisão

- Ecologia de populações
- Ecologia de Ecosistemas
- Biodiversidade



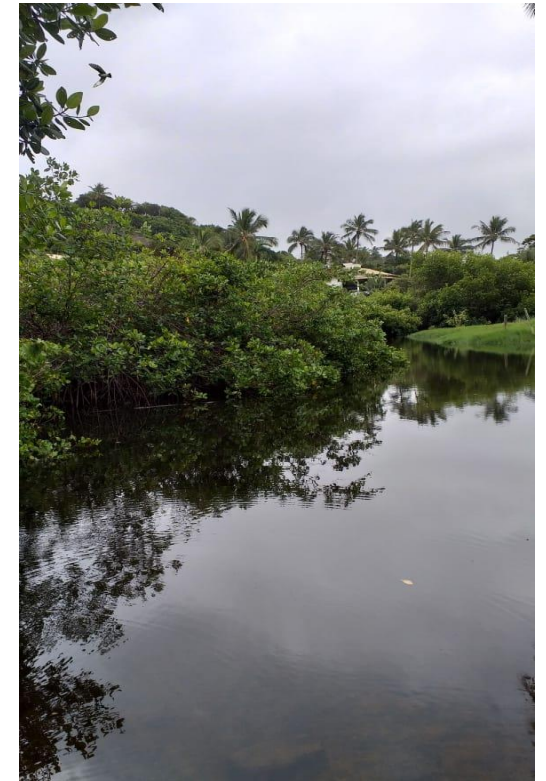
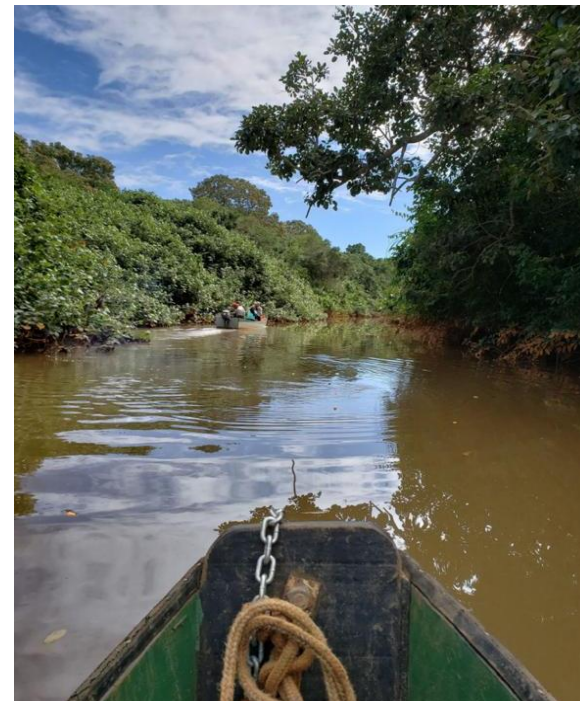
- Ensaios de toxicidade
- Biomarcadores
- Bioindicadores

- Importância para a detecção de substâncias potencialmente tóxicas para os ecossistemas



Estudos de **impactos ambientais** por meio da medição da alteração da organização estrutural e funcional das comunidades biológicas ou dos ecossistemas:

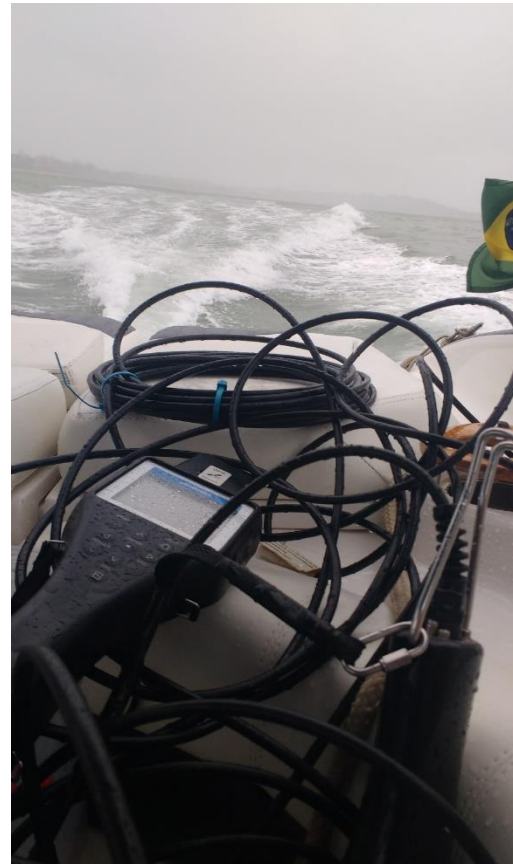
- Impacto de espécies exóticas;
- Perda real da diversidade de espécie;
- Integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos;
- **Qualidade da água**, solo e ar.



**BIOMONITORAMENTO:** "O uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas por ações antropogênicas".



Foz do Rio Doce, Regência, ES

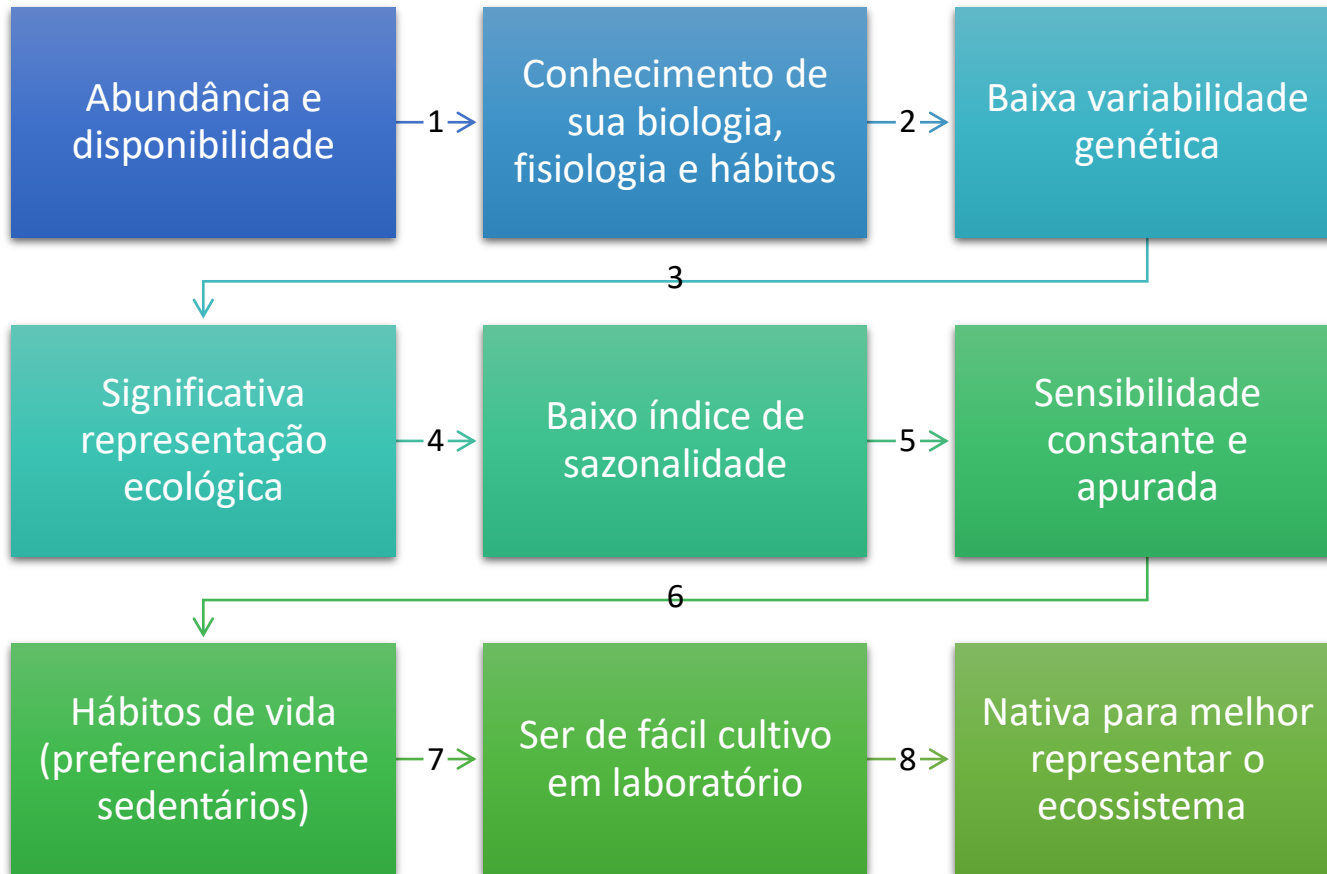


Litoral sul do ES

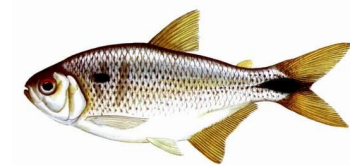


Lago de Palminhas, ES

**BIOINDICADOR:** modelo biológico que reflita as condições ambientais.



*Oreochromis niloticus*  
Tilápia-do-Nilo



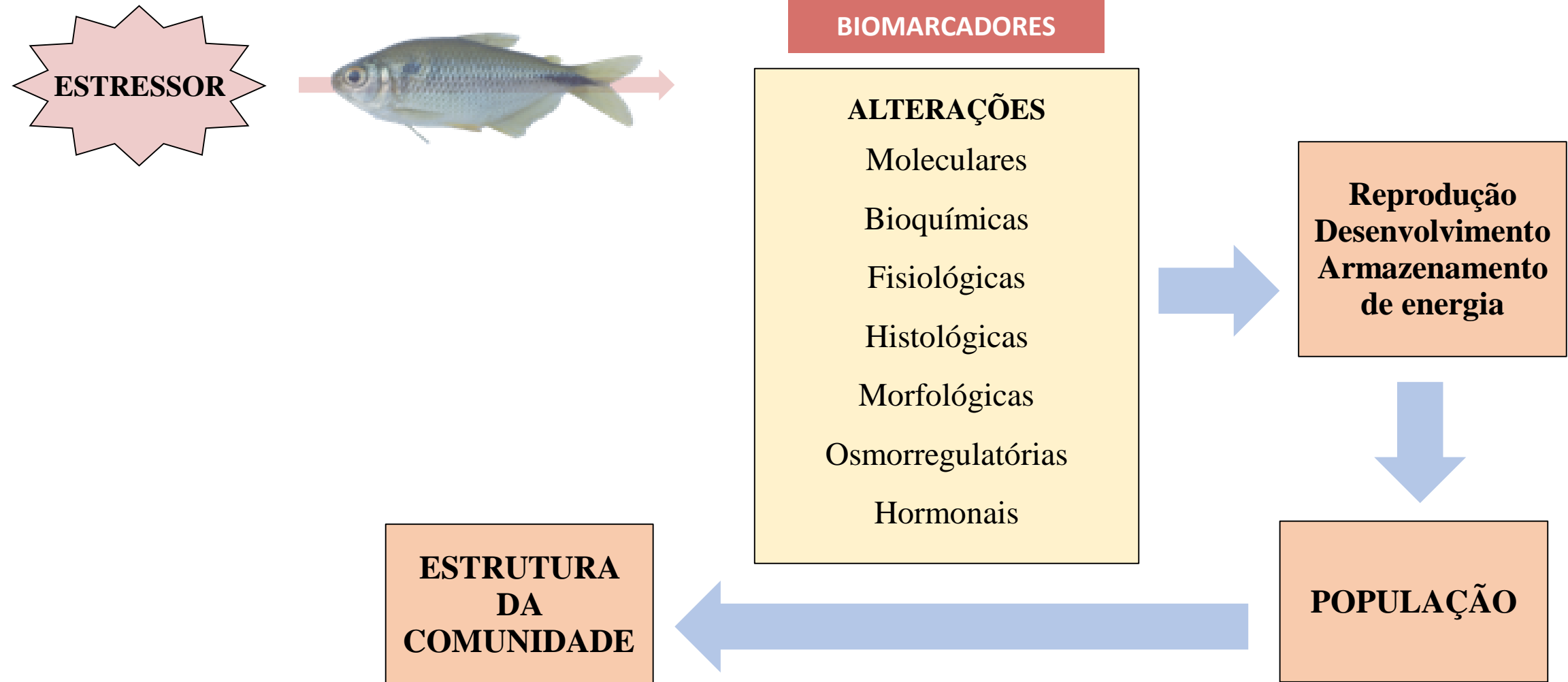
*Astyanax lacustris*  
Lambari do rabo amarelo

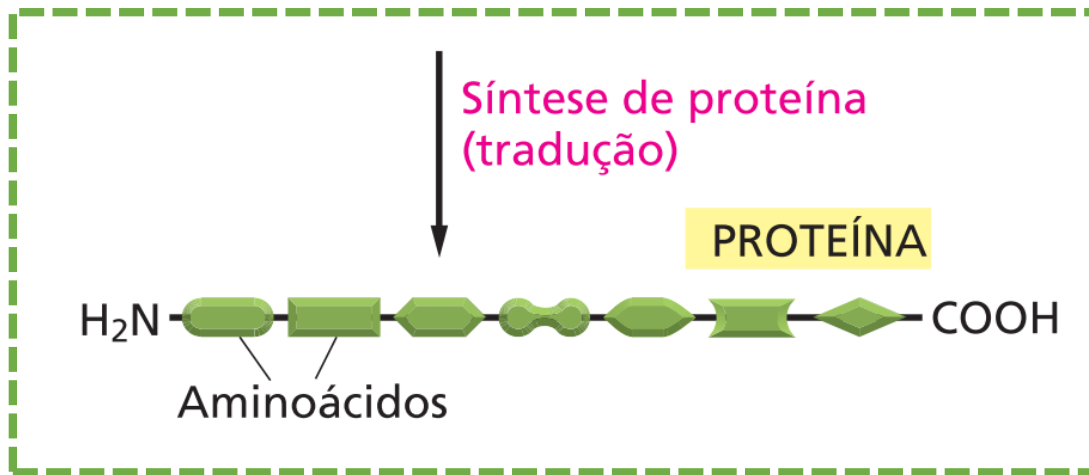


*Danio rerio*  
Peixe zebra

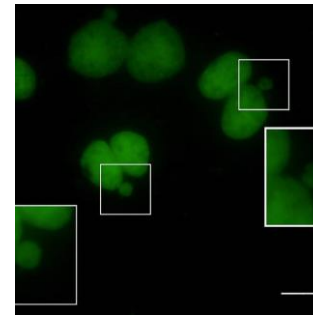


**BIOMARCADOR:** avaliação e compreensão do grau de impacto e os efeitos causados por contaminantes (bióticos ou abióticos) nos organismos.

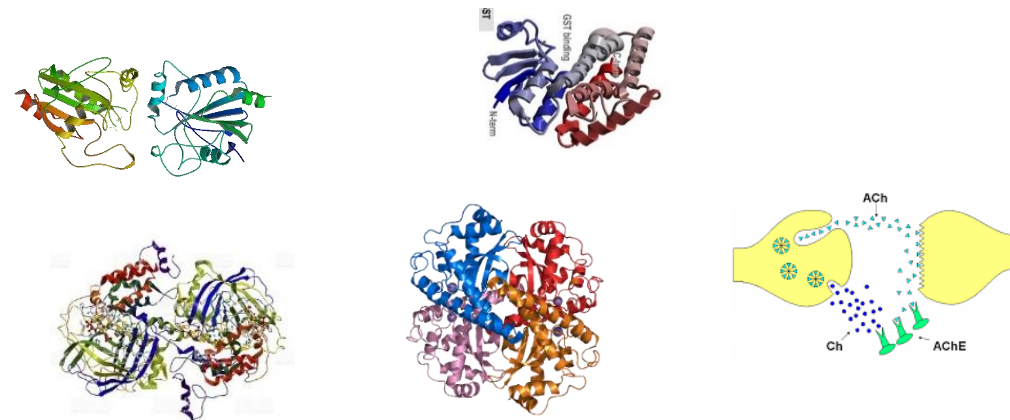


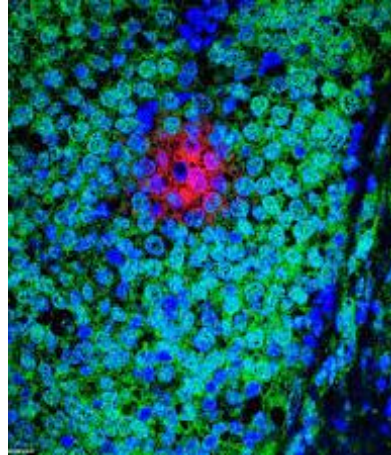


## ○ Análises genotóxicas



## ○ Análises bioquímicas





**Biomarcadores de exposição**



**Biomarcadores de resposta e mecanismos de toxicidade**



Exposição

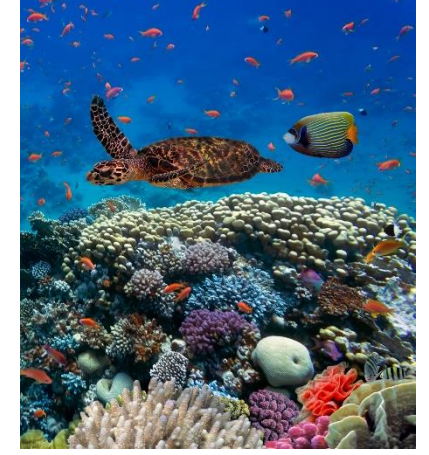
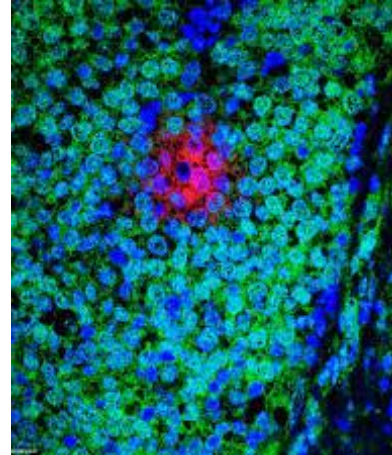
Resposta  
molecular

Resposta  
tecidual e  
orgânica

Efeito  
individual

Efeito  
populacional

Efeitos  
ecossistêmicos



Políticas de  
Conservação

Políticas de Mitigação

Diversos desastres ambientais ocorreram, e vem ocorrendo ao longo dos anos em nosso país. Tendo em vista os enormes prejuízos socioambientais causados, escolham um dos exemplos abaixo e descrevam o ocorrido, os impactos ambientais gerados, os ecossistemas atingidos, as causas do desastre e as medidas mitigadoras empregadas (se for o caso).

- 1. Vazamento de óleo na Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro (2000)**
- 2. Vazamento de óleo na Bacia de Campos (2011)**
- 3. Rompimento da barragem de Mariana, em Minas Gerais (2015)**
- 4. Rompimento da barragem de Brumadinho, em Minas Gerais (2019)**
- 5. Derramamento de óleo no litoral nordestino (2019)**

**OBRIGADA!**