

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

BIOMARCADORES NA SAÚDE AMBIENTAL DO RIO SÃO FRANCISCO



Profa. Dra. Themis Silva - UFAL

15 de setembro de 2022, BELO HORIZONTE - MG

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



EXPEDIÇÕES CIENTÍFICAS DO SÃO FRANCISCO

... 2022
36 áreas de
pesquisa + ações
de extensão



2018 ...
20 áreas de
pesquisa

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



BIOMARCADORES

O uso integrado é sugerido como ferramenta de avaliação – Eficazes na detecção do impacto da poluição.

Um conjunto de biomarcadores e bioindicadores deve ser utilizado para melhor avaliar as condições ambientais.

BIOINDICADORES

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



BIOMARCADOR

Indicadores bioquímicos, fisiológicos, genéticos e histológicos usados para a avaliar os efeitos de contaminantes.



Estuda as respostas biológicas aos contaminantes



Pressupõe conceito de vigilância



Finalidade
Sinalizar precocemente efeitos capazes de comprometer as funções vitais do indivíduo → população

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



BIOINDICADOR

Espécie com sensibilidade ou tolerância a alterações ambientais
ANTROPOGÊNICAS



Espécies sentinelas – utilizadas como indicadores de efeitos da contaminação do seu habitat

Entidade biológica (táxon ou processo) que responde às características ambientais ou sua alteração

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco

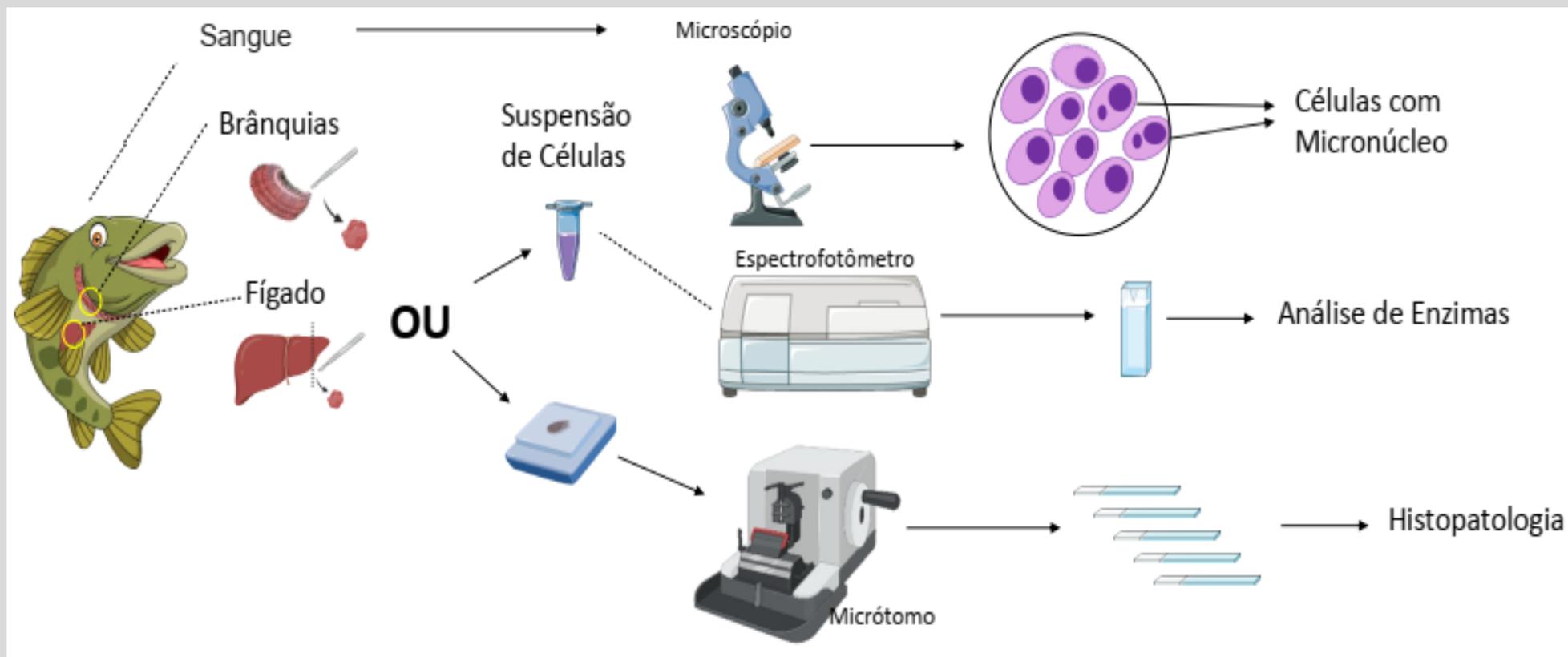


IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:
DESAFIOS E SOLUÇÕES



Biomarcadores e bioindicador nas expedições ?

Genético
Bioquímico
Histológico



Fonte: Feitosa, 2022 (Ilustrações Biorender)

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco

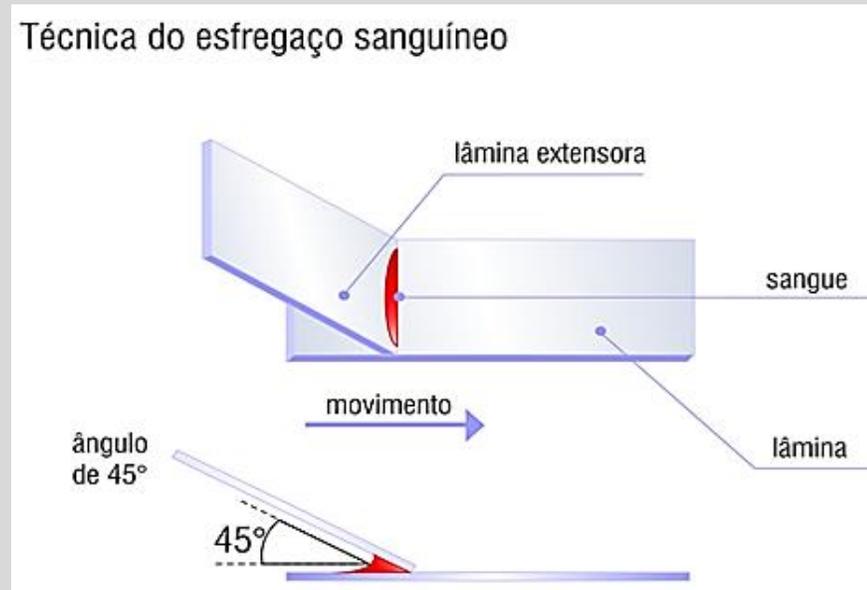


IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:
DESAFIOS E SOLUÇÕES



BIOMARCADOR GENÉTICO

Teste de Micronúcleo → Anormalidades Nucleares - Carrasco et al. (1990)



Avalia a genotoxicidade:

- do ambiente,
- de substâncias.

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco

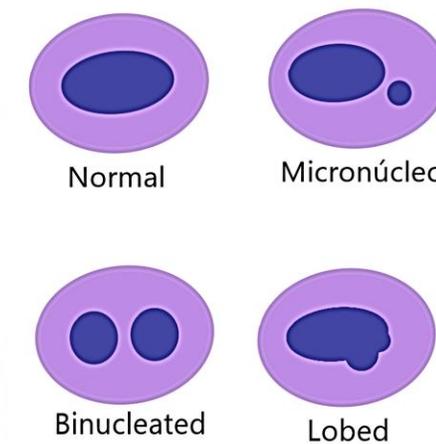
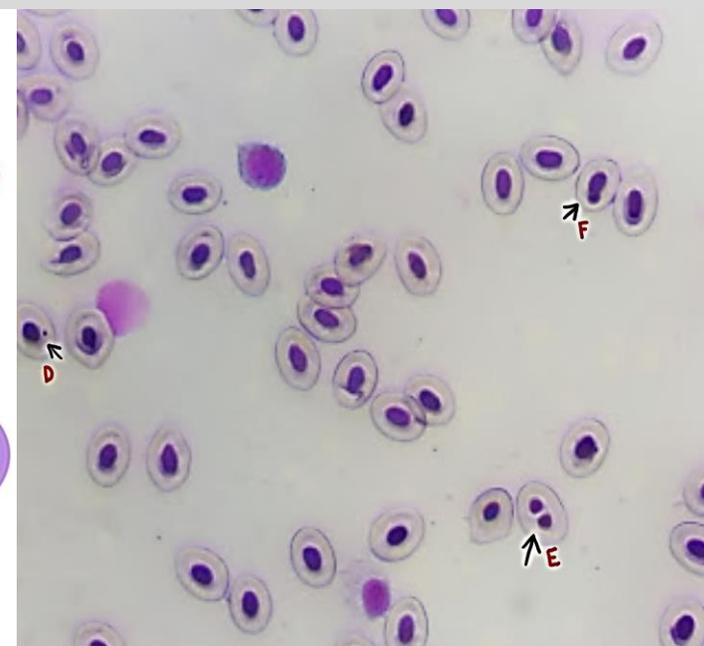
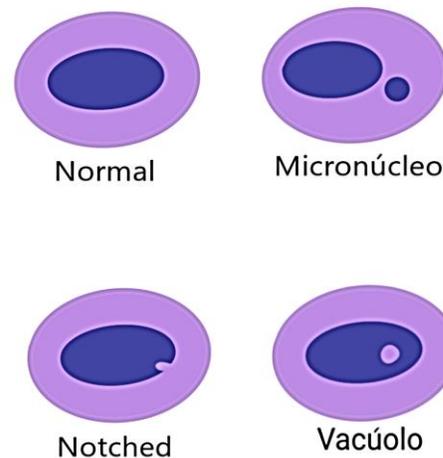
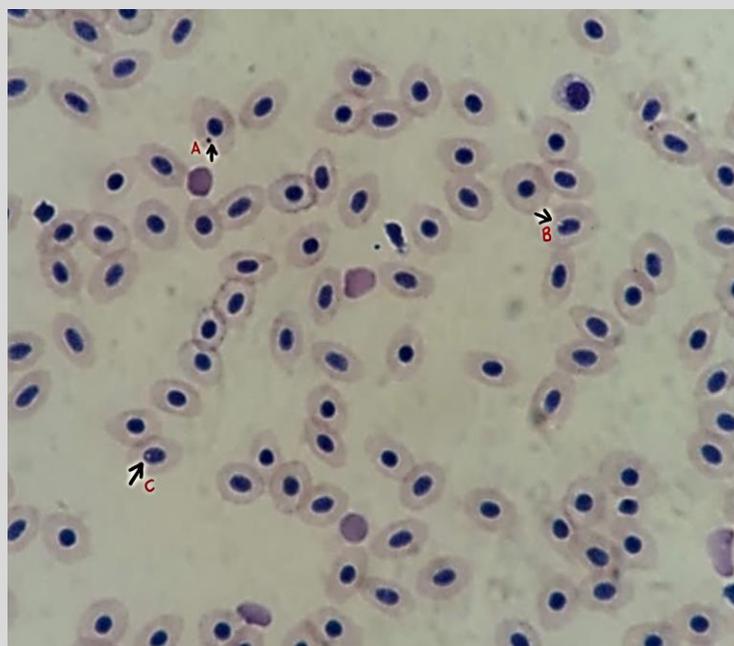


IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:
DESAFIOS E SOLUÇÕES



Anormalidades Nucleares Eritrocitárias (ANEs)

ANEs em peixes coletados durante as Expedições Científicas do São Francisco. A e D - Micronúcleo; B - núcleo tipo *notched*; C - núcleo vacuolizado; E - célula binucleada e F - núcleo tipo *lobed*. Baseado em Carrasco et al. (1990).



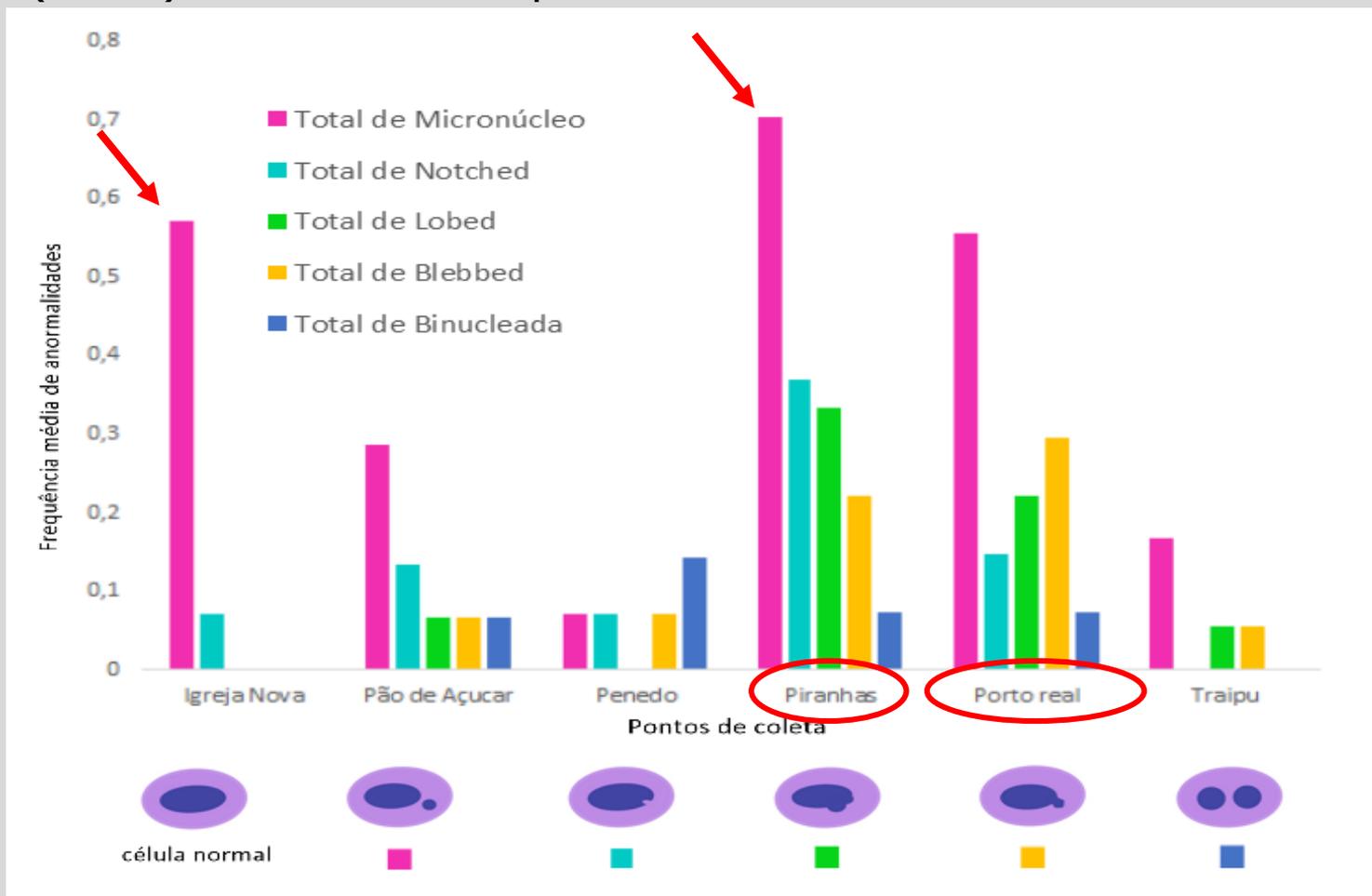
Fonte: Valentim; Silva (2021).

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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

Frequência média de Anormalidades Nucleares Eritrocitárias (ANEs) nos diferentes pontos de coleta - 2019.



Espécie
Piranha-verdadeira
Pygocentrus piraya

Fonte: Valentim; Silva, 2021.

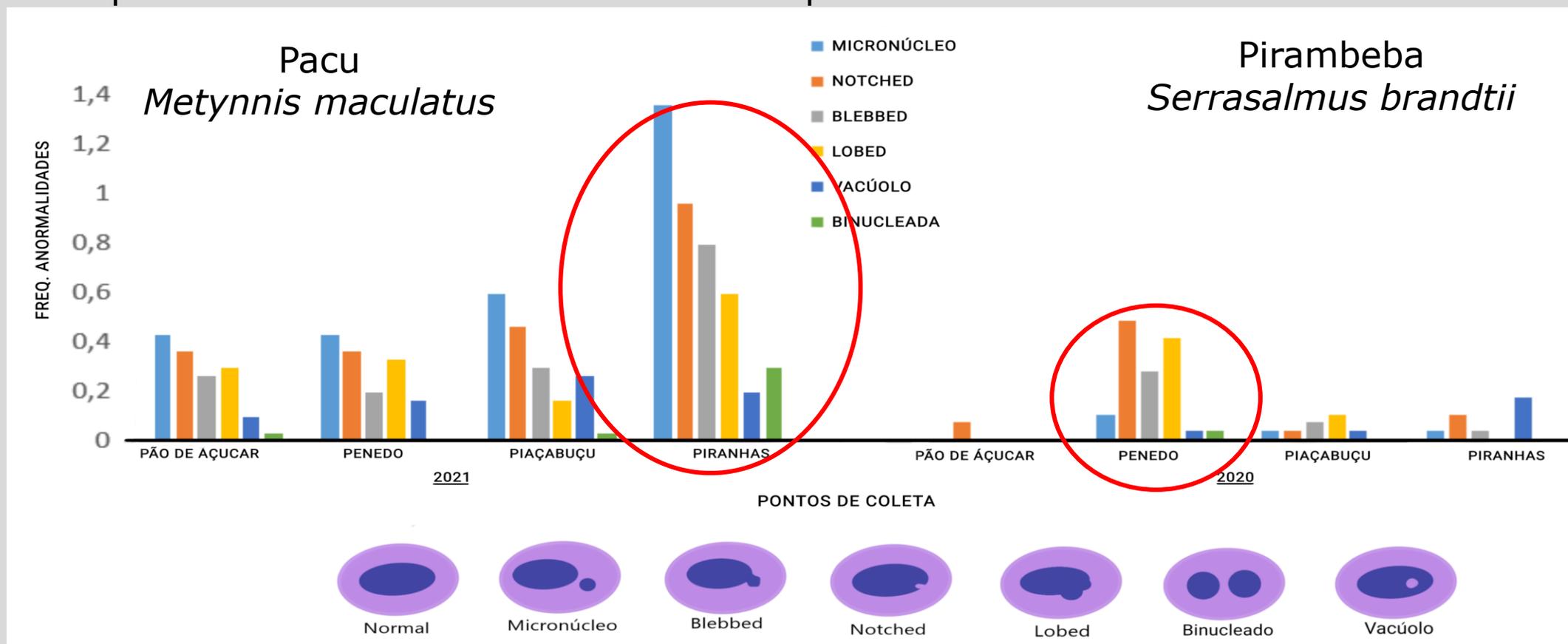
Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



Frequência média de ANEs nos diferentes pontos de coleta amostrados.



Fonte: Valentim; Silva, 2021.

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



Comparação dos diferentes anos

ANORMALIDADES	2019	2020	2021
MNS	2,35	0,16	2,832
ANEs	4,88	1,97	9,06
Vazão (m³/s)	813	1.421	951

- Vários trabalhos mostram que a maior frequência de micronúcleos ocorre em peixes de áreas próximas a plantações (KÖNEN; ÇAVAS et al., 2008; ÇAVAS, 2011) ou em locais com outras atividade antropogênica (PORTO et al., 2005; MARQUES et al., 2009; AZEVEDO et al., 2012);
- As ANs podem ser induzidas em resposta à exposição a agentes genotóxicos presentes no ambiente (GUILHERME et al., 2008).

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco

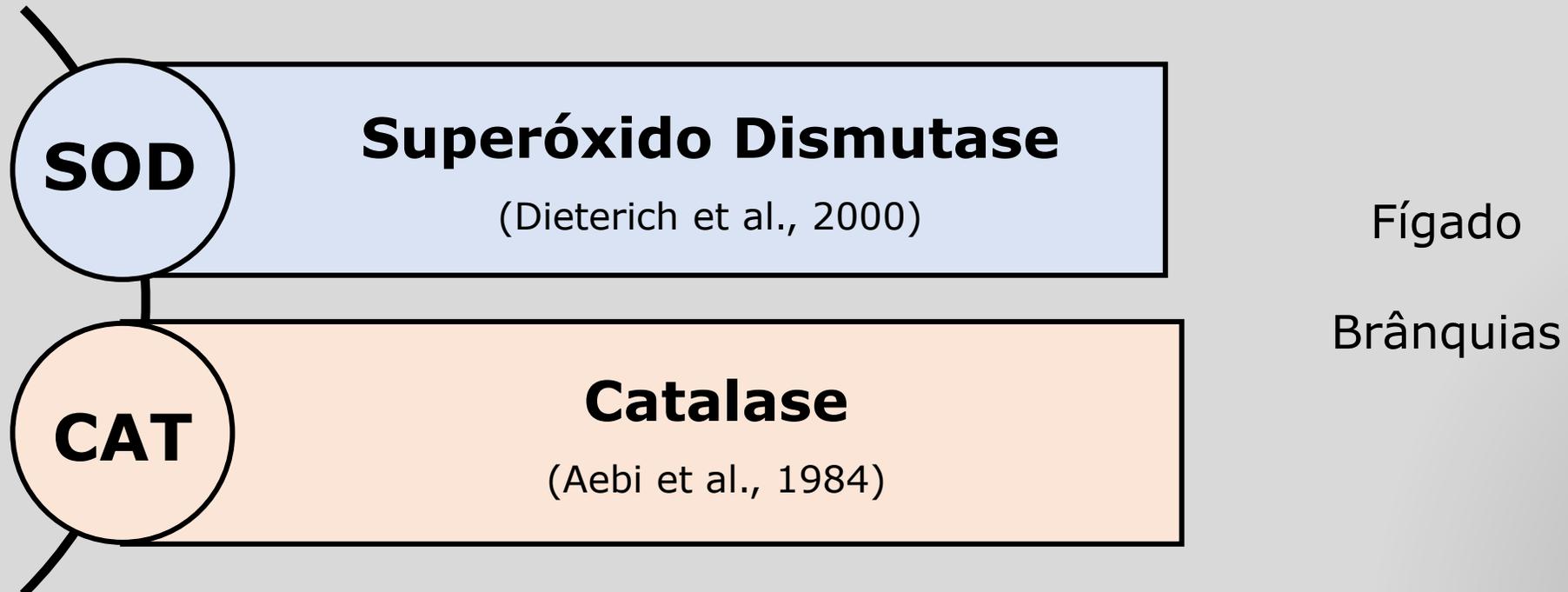


IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:
DESAFIOS E SOLUÇÕES



BIOMARCADOR BIOQUÍMICO

Estresse oxidativo - Enzimas antioxidantes



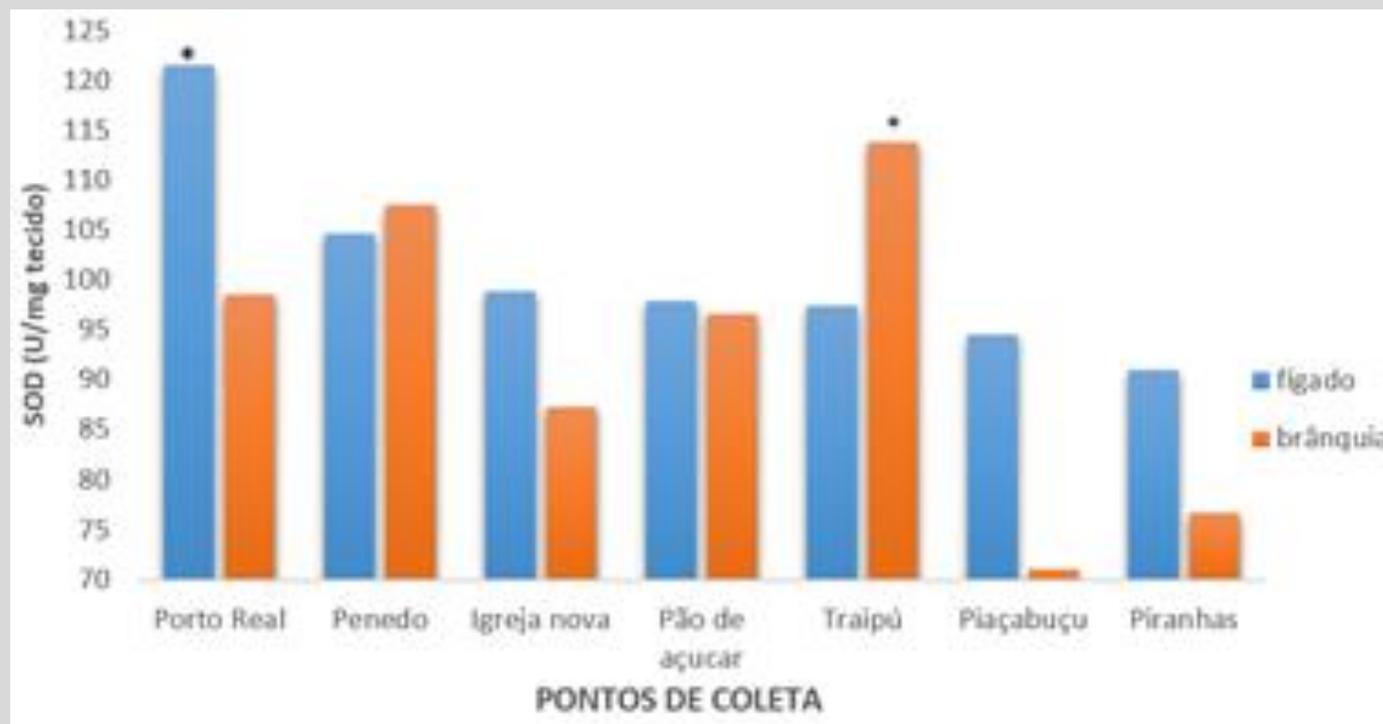
Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



Atividade SOD - 2019



Fonte: Vasconcelos, 2020.

Atividade CAT - 2019

- Maior atividade em Piranhas

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco

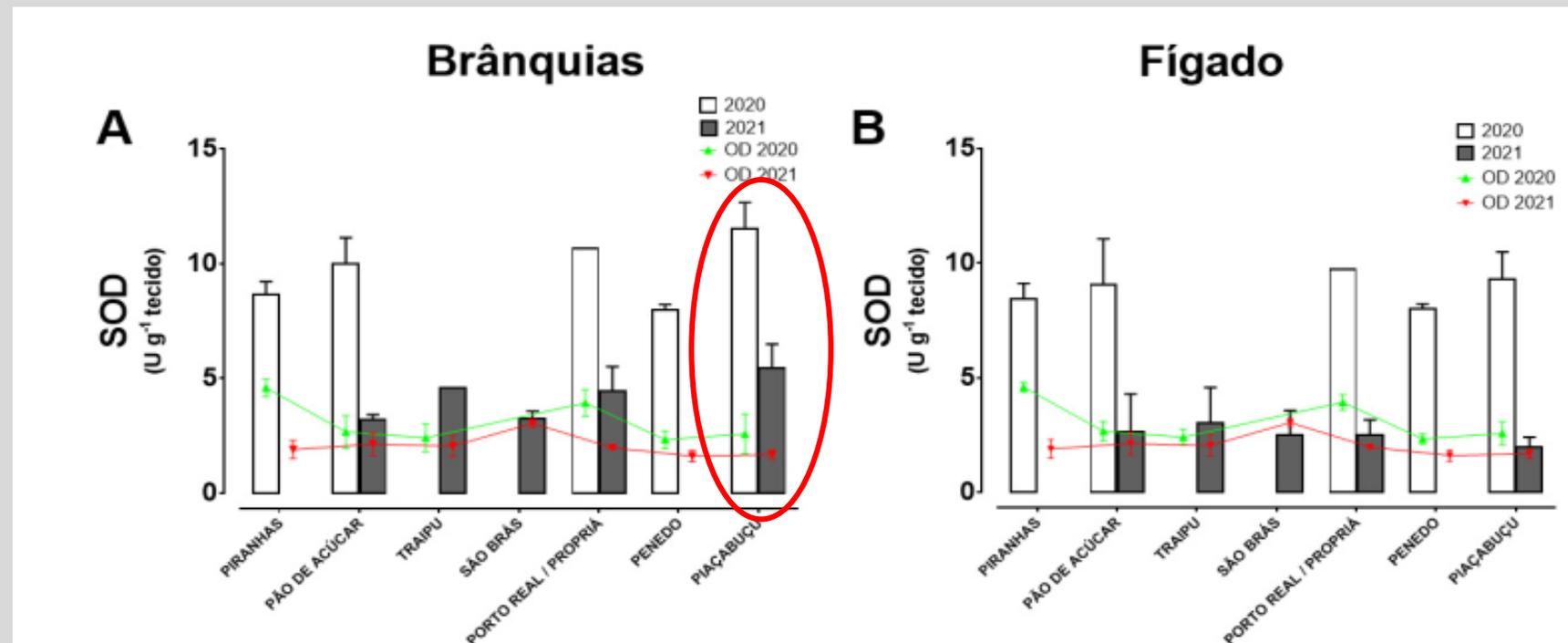


IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:
DESAFIOS E SOLUÇÕES



Atividade SOD - 2020 e 2021

Atividades da enzima superóxido dismutase (SOD) em brânquias (A) e fígado (B) de tucunaré nos anos 2020 e 2021.



Fonte: Feitosa, 2021.

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



O que outros trabalhos mostram?

- Elevada atividade da SOD ocorre quando existe exposição dos organismos a metais pesados, herbicidas e pesticidas (FAROMBI et al., 2007; MODESTO; MARTINEZ, 2010);
- Batista et al. (2014) - pontos mais contaminados mostram elevada atividade da CAT – comparados com peixes de ambientes não impactados - diferença de quase 200%.

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



Biomarcadores Histopatológico

2019

Fígado 93%
alteração

Brânquia 53%

2020

**100% das
amostras
alteração
patológica**

2021

**100% das
amostras
alteração
patológica**

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



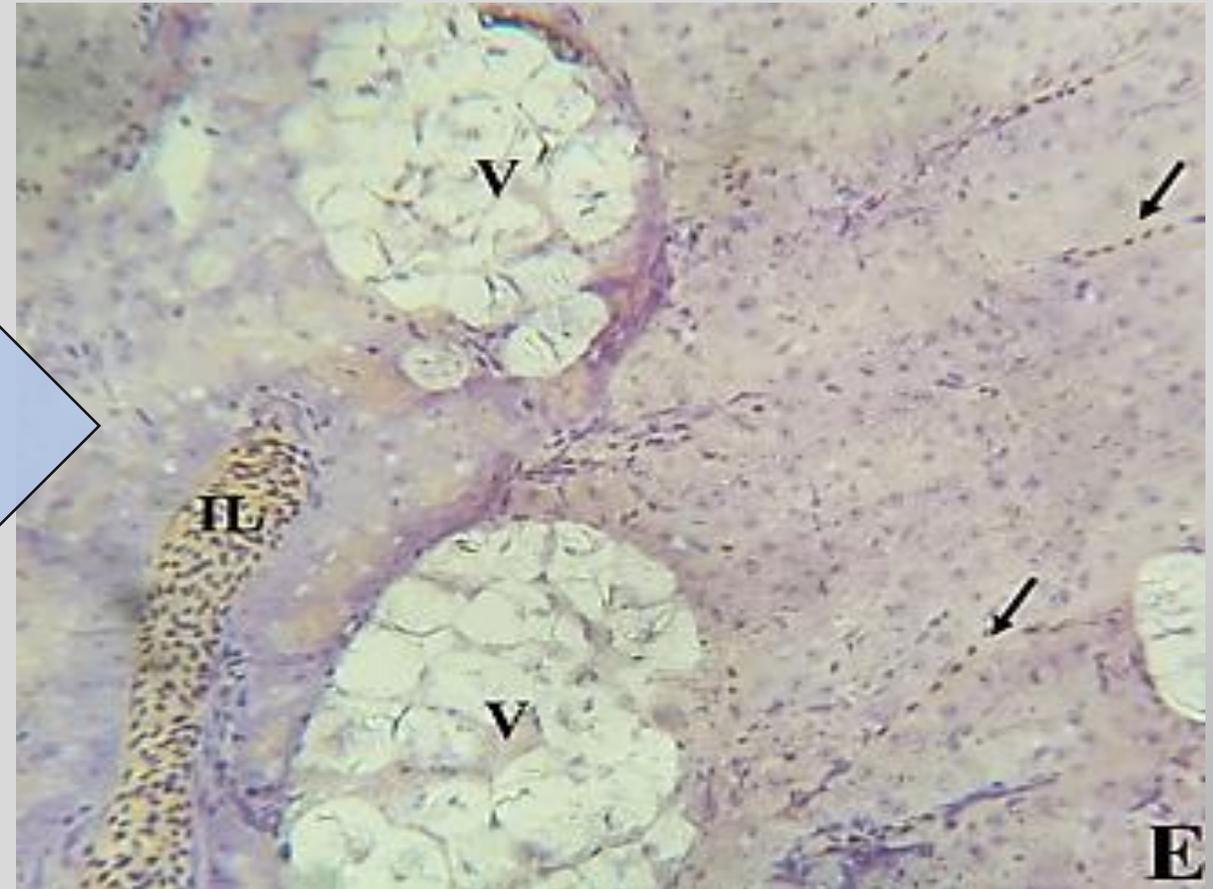
IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO
GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:
DESAFIOS E SOLUÇÕES



2019

**Fígado
93%**

- Infiltração leucocitária (IL)
- Vacuolização dos hepatócitos (V)
- Dilatação dos vasos,
- Necrose



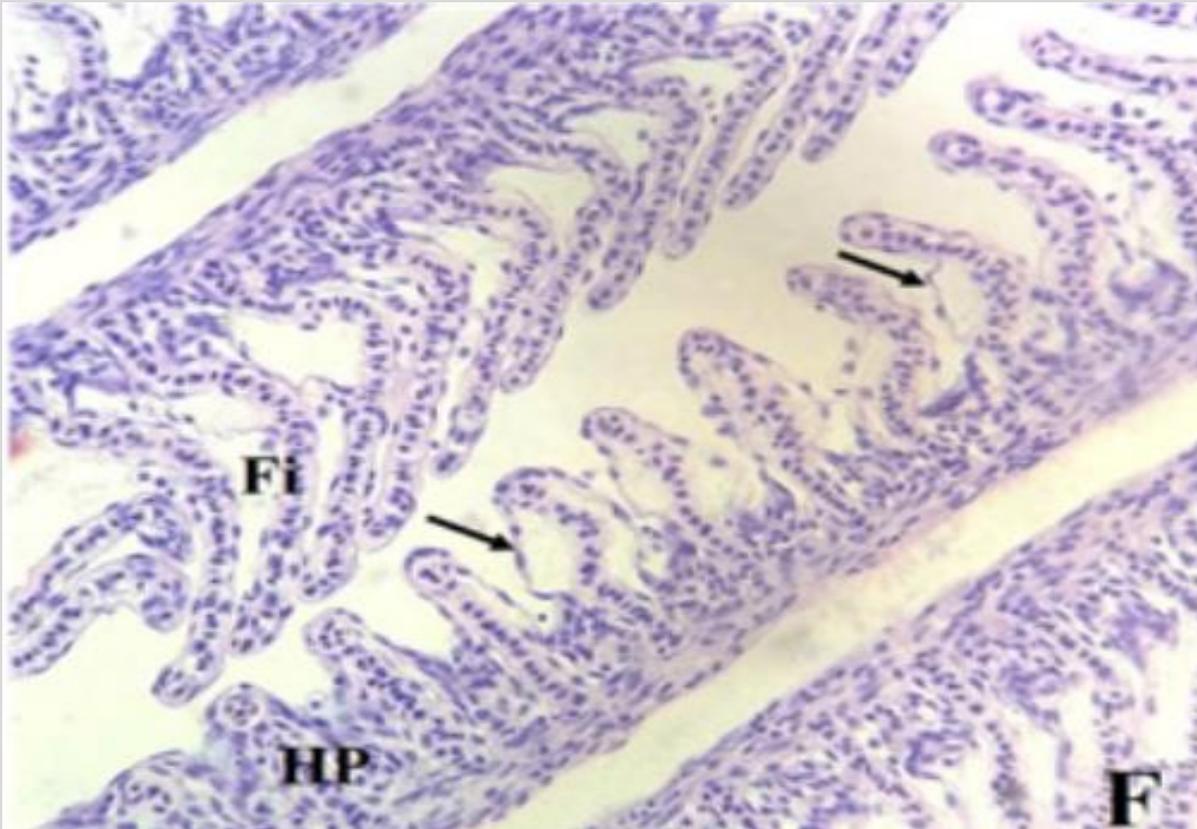
Tucunaré (*Cichla monoculus*). Setas - sinusoides. HE (40x) Fonte: Dantas et al. (2020).

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco

2020

- Brânquias analisadas, principais alterações:

Piranha-vermelha (*Pygocentrus piraya*) - Traipu



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

GESTÃO HÍDRICA NO RIO SÃO FRANCISCO:

DESAFIOS E SOLUÇÕES



Característica examinada

Hipertrofia

Hiperplasia (HP)

Desarranjo lamelar

Fusão lamelar completa

Fusão lamelar incompleta (Fi)

Deslocamento epitelial (seta)

Espessamento de tecido proliferativo

Aneurisma

HE (40x). Fonte: Dantas et al. (2021).

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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

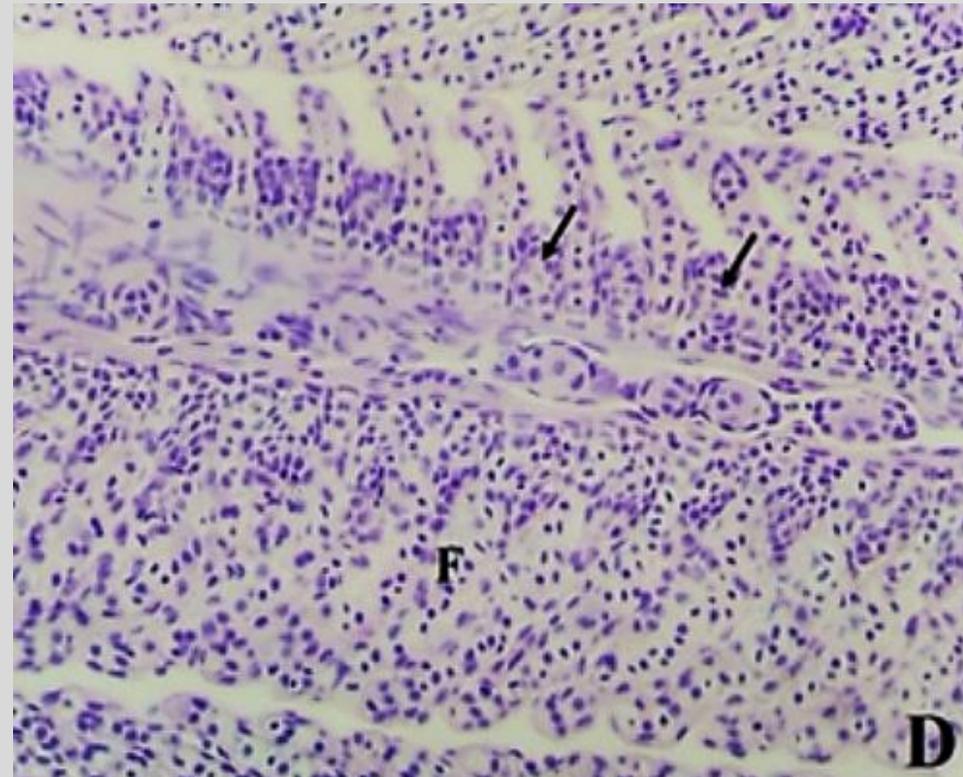
2021 Brânquias



IMPORTANTE

Hiperplasia leva a fusão parcial ou completa das lamelas - comprometendo a passagem da água - respiração.

Pirambeba (*Serrasalmus brandtii*) - Piranhas



São inúmeros os problemas ambientais que acometem o Baixo São Francisco estes estão diretamente relacionados ao aumento de patologias nos tecidos do fígado e nas brânquias dos peixes analisados.

Setas - Hiperplasia
F - fusão lamelar completa.

HE (40x). Fonte: Dantas et al. (2021).

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



O uso dos biomarcadores mostra-se uma ferramenta útil para verificar a qualidade da água do Rio São Francisco.

 O tucunaré e a pirambeba apresentaram os maiores índices para os três biomarcadores utilizados → carnívoras - ↑ bioacumular e biomagnificar – excelentes bioindicadores.

 Os resultados comprometem a sobrevivência das espécies – e a manutenção de tão importante recurso alimentar.

Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



RESULTADOS

Descrevem um amplo panorama da condição do ecossistema aquático do Baixo São Francisco;

Podem subsidiar ações por parte de todas as esferas da sociedade, buscando melhorar a qualidade ambiental do rio e de todos que vivem e dependem deste importante corpo hídrico.

AÇÕES

Tratamento de efluentes,
Controle e fiscalização dos agroquímicos,
Restauração das matas ciliares,
Respeitar legislação sobre as vazões estabelecidas.



Biomarcadores na saúde ambiental do Rio São Francisco



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



Referências

- Reynolds, W. J. et al. Comparison of biomarker and pathological responses in flounder (*Platichthys flesus* L.) induced by ingested polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contamination. *Chemosphere*, v. 52, n. 7, p. 1135-1145, 2003.
- Araújo, F. G. et al. Biomarkers and bioindicators of the environmental condition using a fish species (*Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803) in a tropical reservoir in Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 78, p. 351-359, 2017.
- Lam, P. K., & Gray, J. S. The use of biomarkers in environmental monitoring programmes. *Marine Pollution Bulletin*, 46(2), 182-186. 2003.
- Freitas, C. E. C., & Siqueira-Souza, F. K. O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da bacia amazônica. *Revista Agrogeoambiental*. 2009.
- Carrasco, K.R. et al. Assessment of the Piscine Micronucleus Test as an in situ Biological Indicator of Chemical Contaminant Effects. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v.47, 1990.
- Könen, S.; Çavas, T. Genotoxicity testing of the herbicide trifluralin and its commercial formulation Treflan using the piscine micronucleus test. *Environ. Mol. Mutagen*, v. 6, p. 434- 438. 2008.
- Farombi E. O. et al. Biomarkers of oxidative stress and heavy metal levels as indicators of environmental pollution in African catfish (*Clarias gariepinus*) from Nigeria Ogun River. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. v. 4, n. 2, p. 158-65, 2007.
- Batista, M. T. O. et al. Tissue levels of the antioxidant enzymes superoxide dismutase and catalase in fish *Astyanax bimaculatus* from the Una River Basin. *An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 9, n.4, p. 15-4, 2014.
- Soares, E.C.; Silva, J.V.; Navas, R. O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais. Maceió: Edufal, 2020, 401p.
- Soares, E.C.; Silva, J.V O Baixo São Francisco: características ambientais e sociais. Maceió: Eufal, 2022. v.2, 483 p.



IV SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO SÃO FRANCISCO

**GESTÃO HÍDRICA NO
RIO SÃO FRANCISCO:**

DESAFIOS E SOLUÇÕES

Obrigada!

Themis Silva

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL

CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA

LABORATÓRIO DE AQUICULTURA E ANÁLISE DE ÁGUA - LAQUA

themis.silva@ceca.ufal.br

Priscylla Costa Dantas

Maraísa Bezerra de Jesus Feitosa - LAQUA

