

Eixo: GESTÃO AMBIENTAL

CONCEITOS BÁSICOS DE ECOTOXICOLOGIA: BIOENSAIOS E BIOMARCADORES NO CONTROLE DA POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria de Gestão
e Recursos Humanos
Secretaria do Meio Ambiente
e Recursos Hídricos

CONTRATO DIDÁTICO



EXPECTATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Eixo: GESTÃO AMBIENTAL

CURSO

CONCEITOS BÁSICOS DE ECOTOXICOLOGIA:

BIOENSAIOS E BIOMARCADORES

NO CONTROLE DA POLUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Legislação Ambiental

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

Alternativas para o monitoramento da qualidade da água

- *Ensaio ecotoxicológicos*
- *Biomarcadores*

Eficiência de estações de tratamento



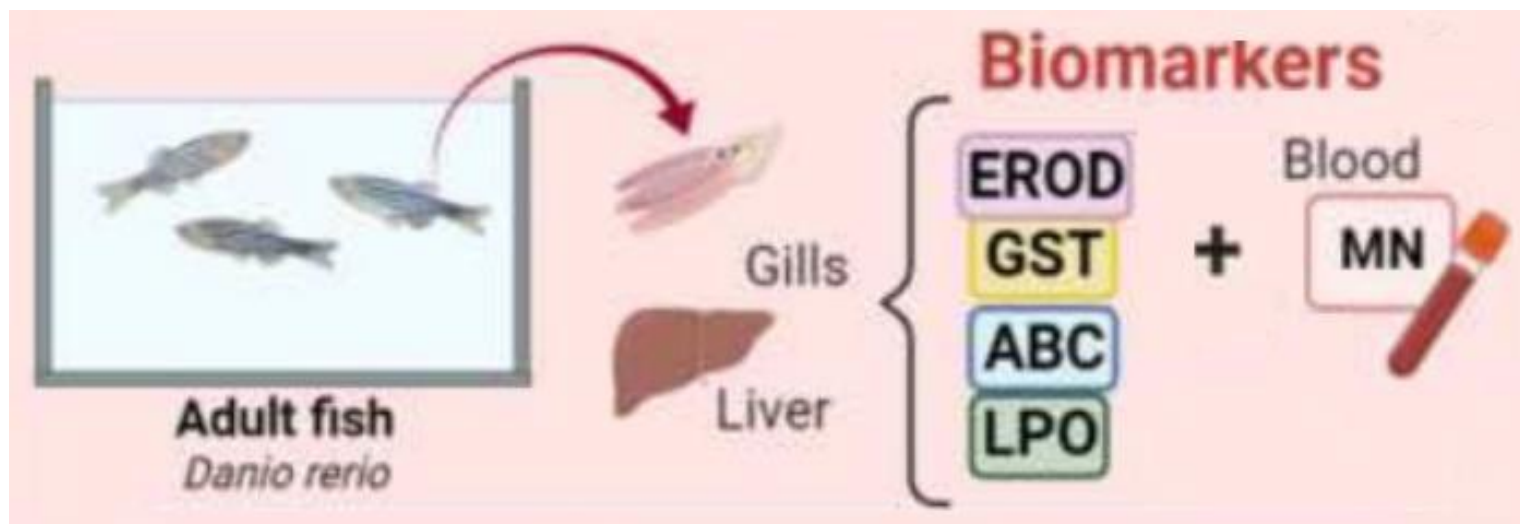
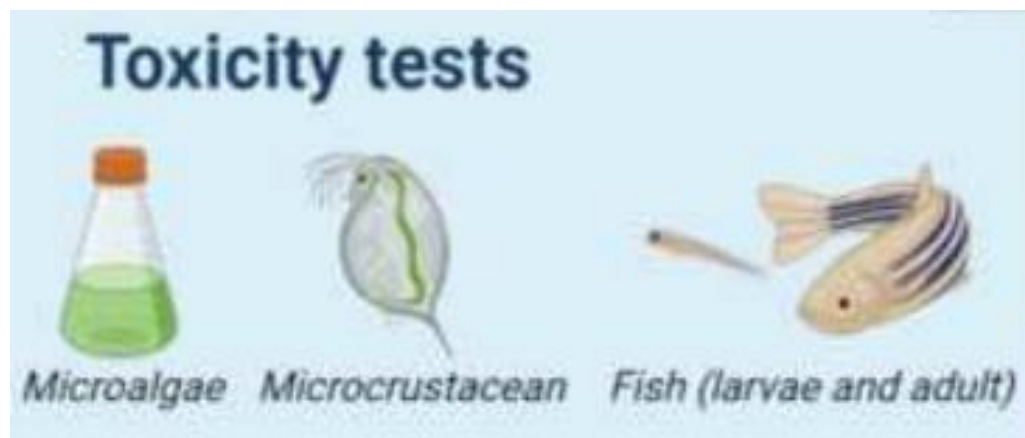
Navegantes: *lagoa de estabilização*
Mato Grande: *lodo ativado*

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



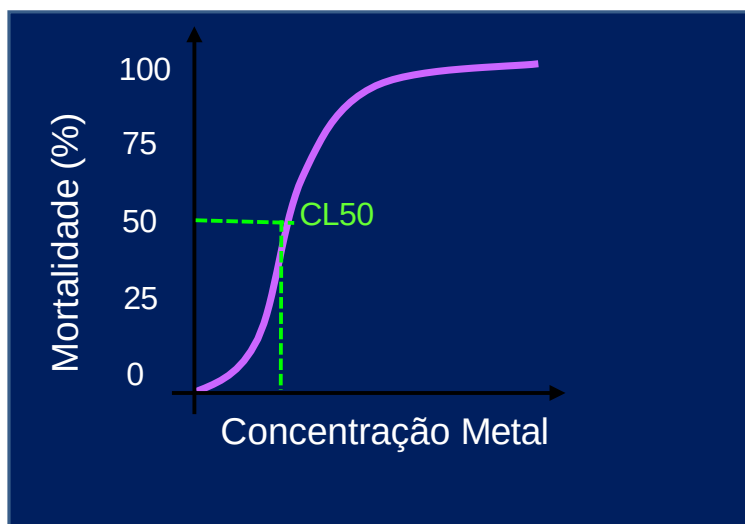
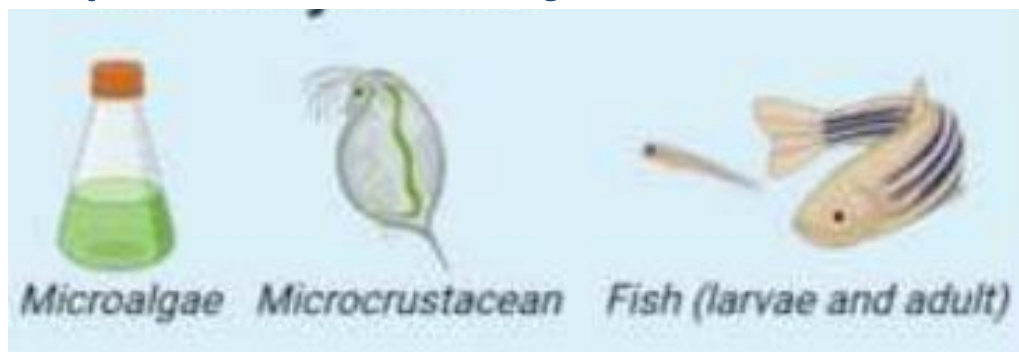
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Expressão dos Efeitos Tóxicos



CE₅₀ = concentração efetiva para 50% da população

CL₅₀ = concentração letal para 50% da população

CENO = concentração de efeito não observado

CEO = concentração de efeito observado

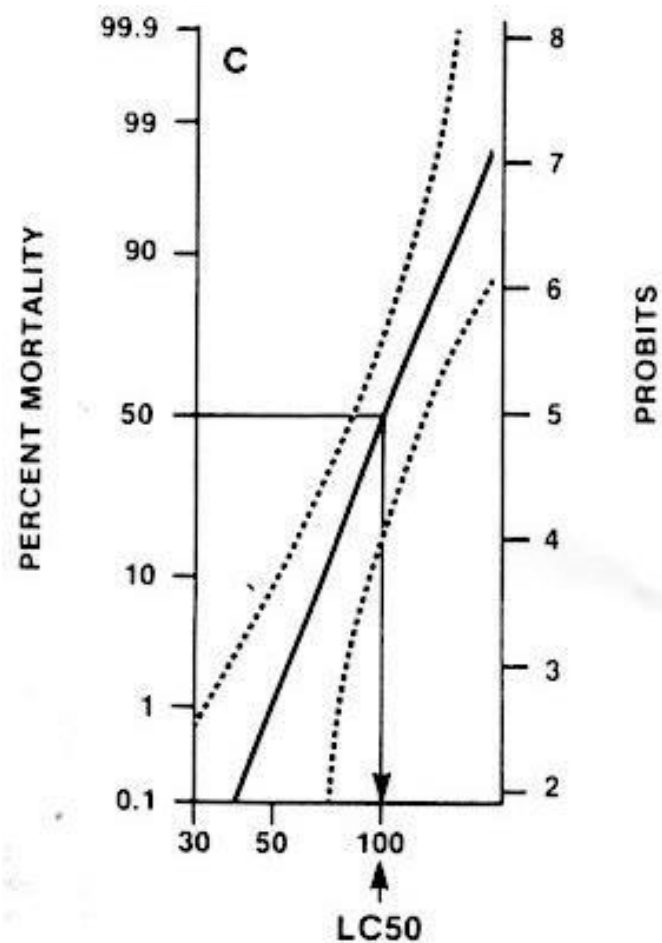
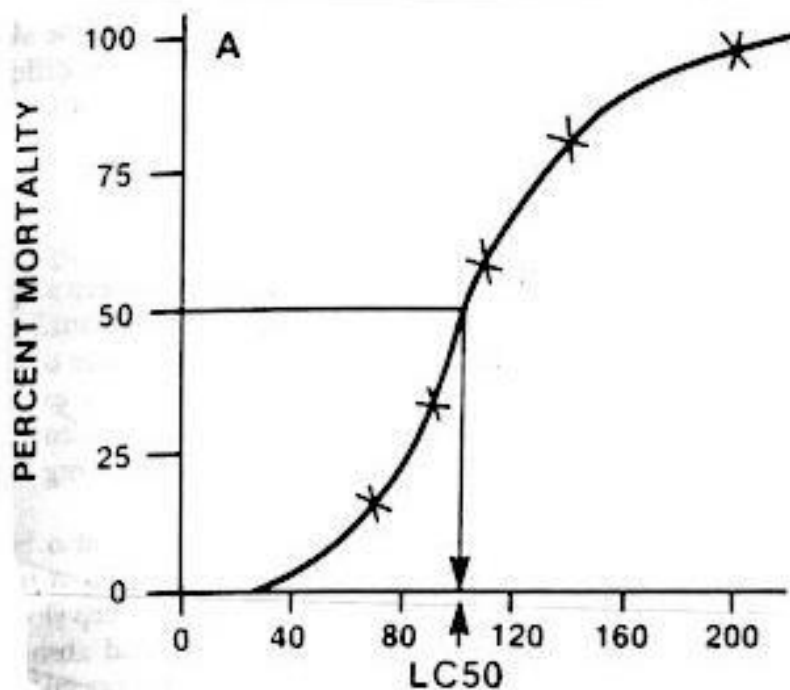
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Método dos Probitos

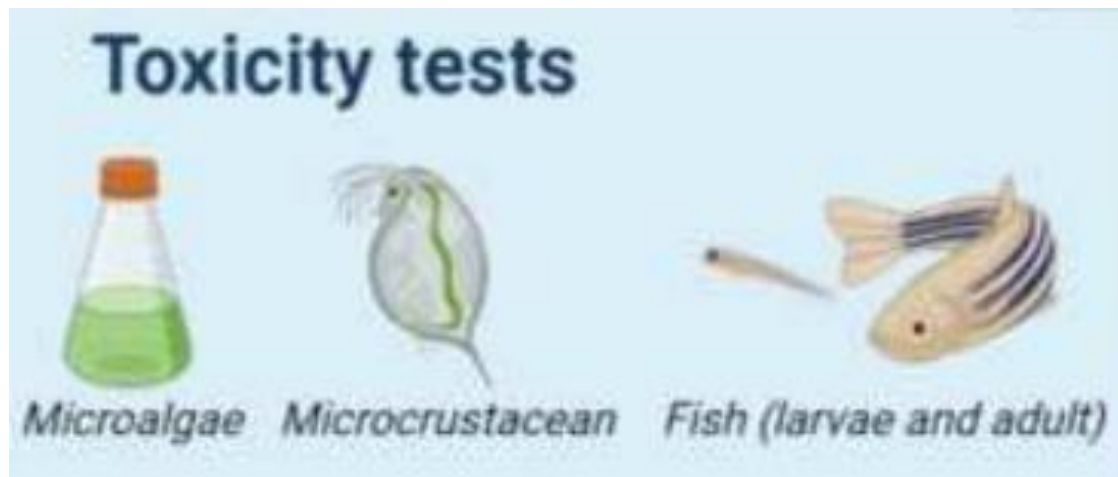


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



$$T U_a = \frac{100}{E C_{50}} \text{ or } \frac{100}{L C_{50}}$$

(U.S.EPA 1991).

$$T U_c = \frac{100}{L O E C}$$

ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Test-Organism

Site	Efluent	<i>P. boryanum</i>	<i>D. magna</i>	<i>D. rerio</i> (larvae)	<i>D. rerio</i> (adult)
Navegantes WWTP – Rio Grande	Raw	TUc = 1	TUa = 1.55	TUc = 8	TUa = 2.30
	Treated	TUc = NC	TUa = NC	TUc = 8	TUa = 1.30
Mato Grande WWTP – Canoas	Raw	TUc = 2	TUa = 5.10	TUc = 8	TUa = 1.89
	Treated	TUc = NC	TUa = NC	TUc = 8	TUa = NC

TUa – Acute toxic unit; TUc – Chronic toxic unit.

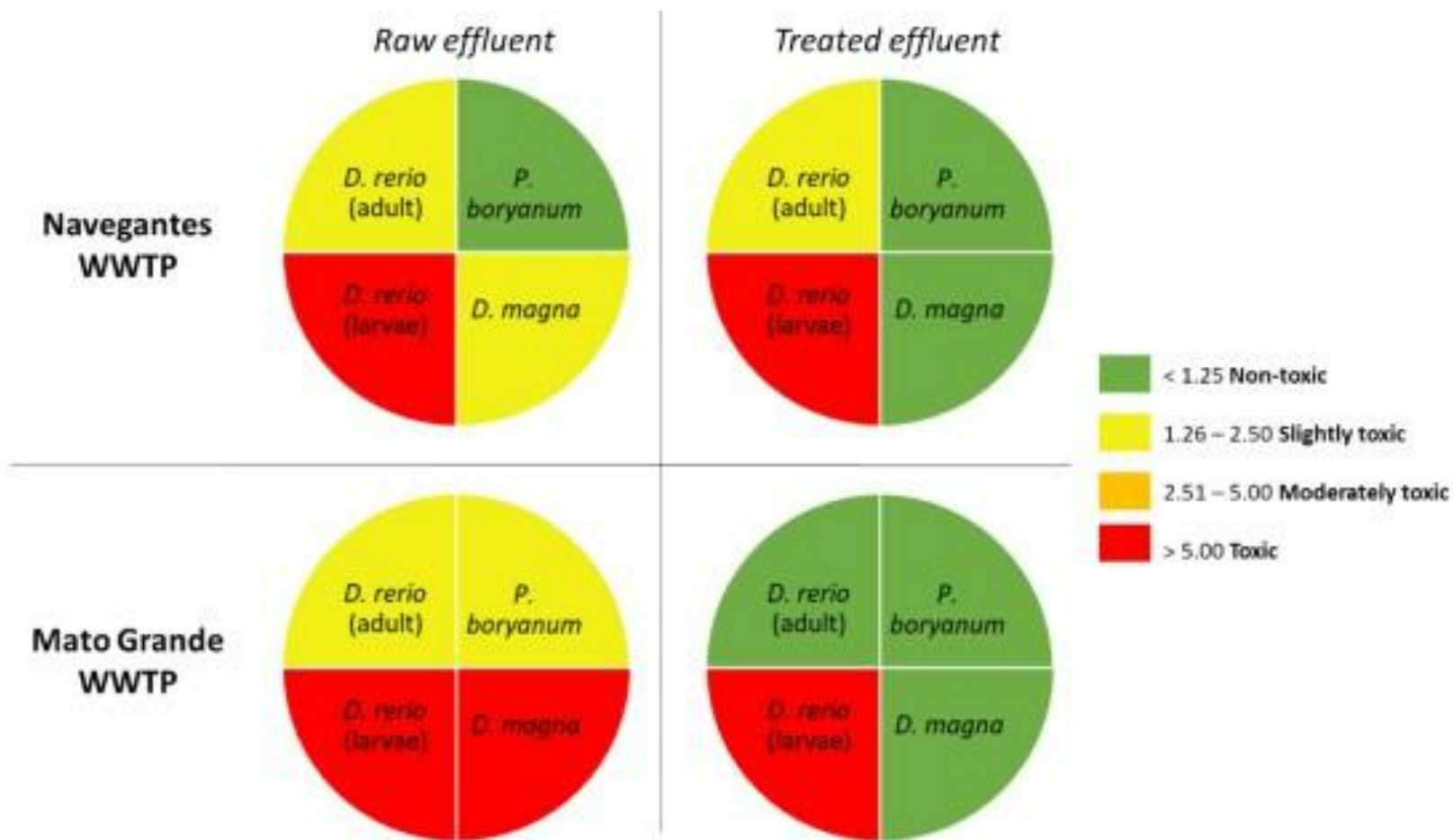
NC – Not Calculable due to the impossibility of calculating LOEC.

ROTEIRO DIDÁTICO

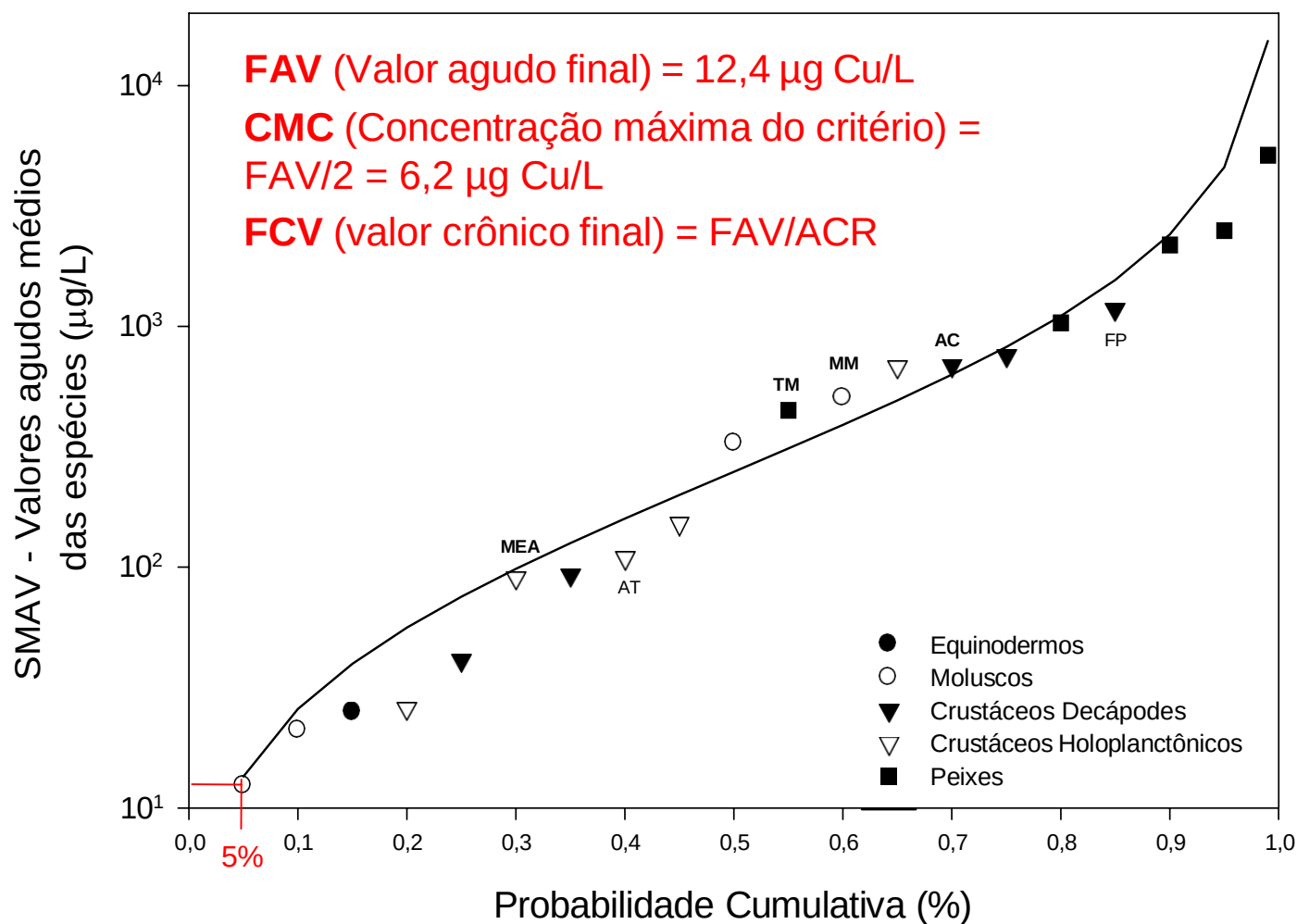
Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

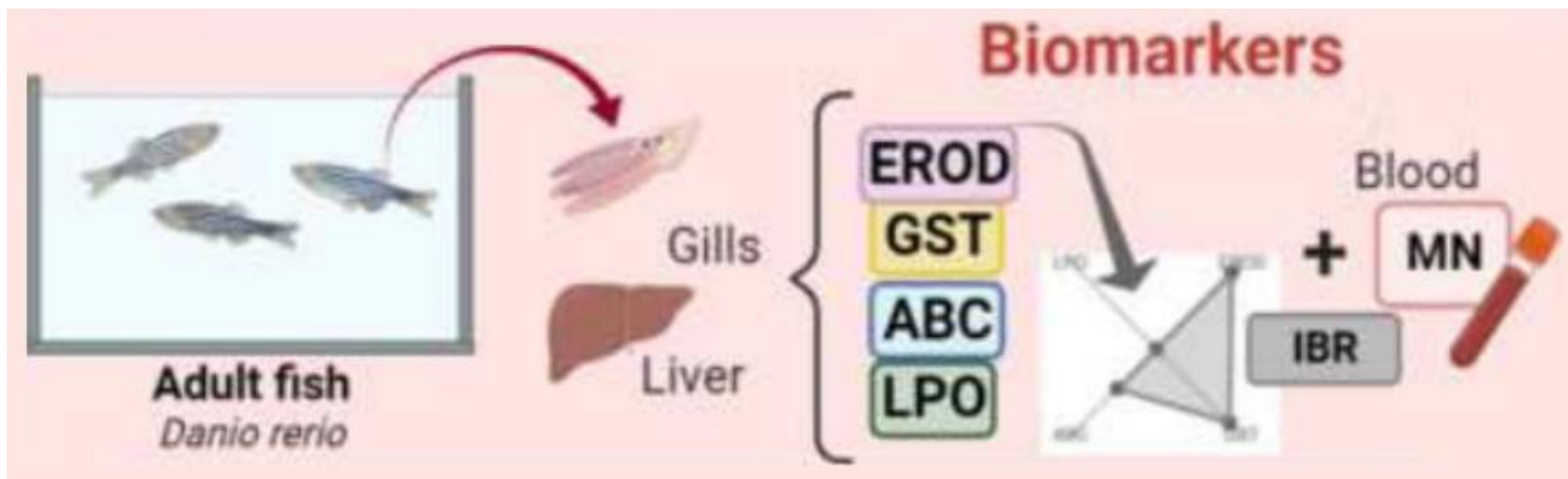


❖ Distribuição de Sensibilidade de Espécies (SSD)



ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

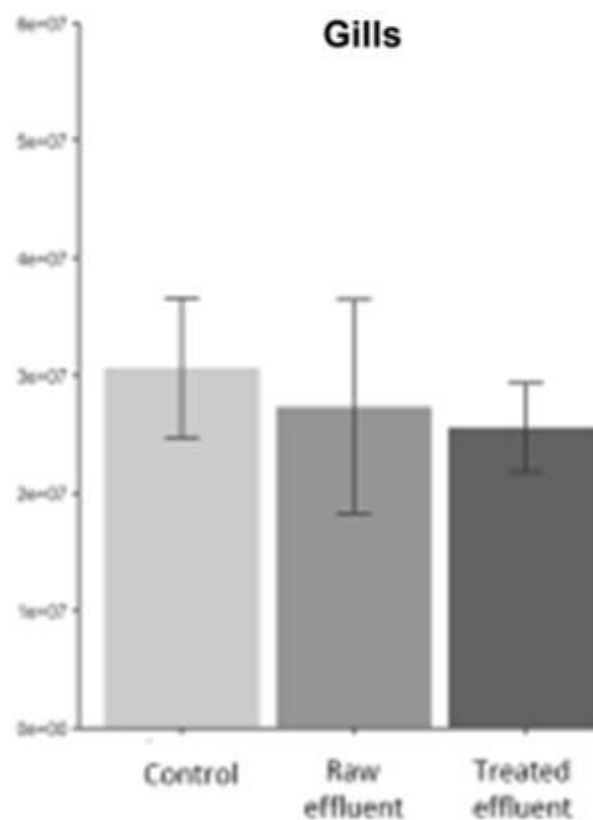
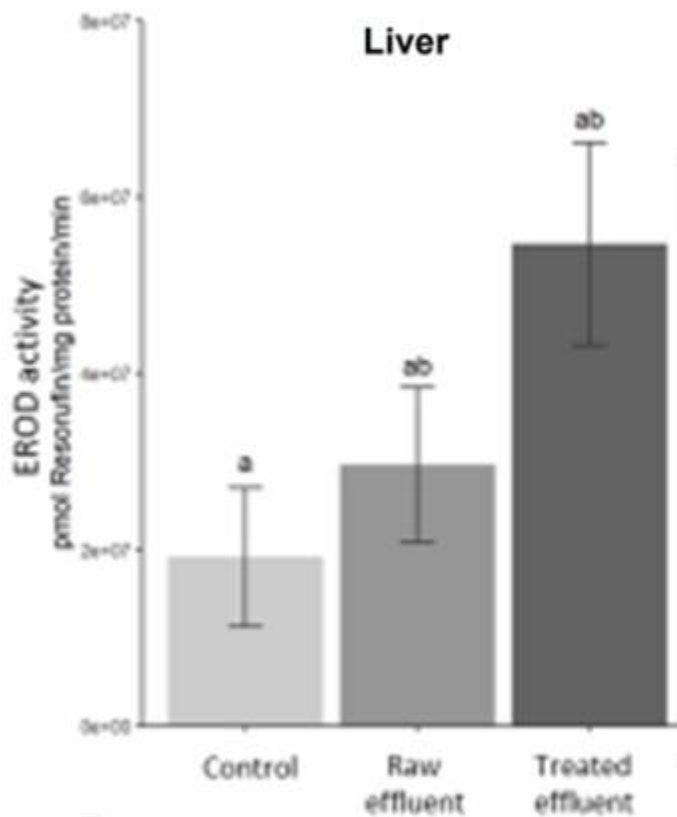


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



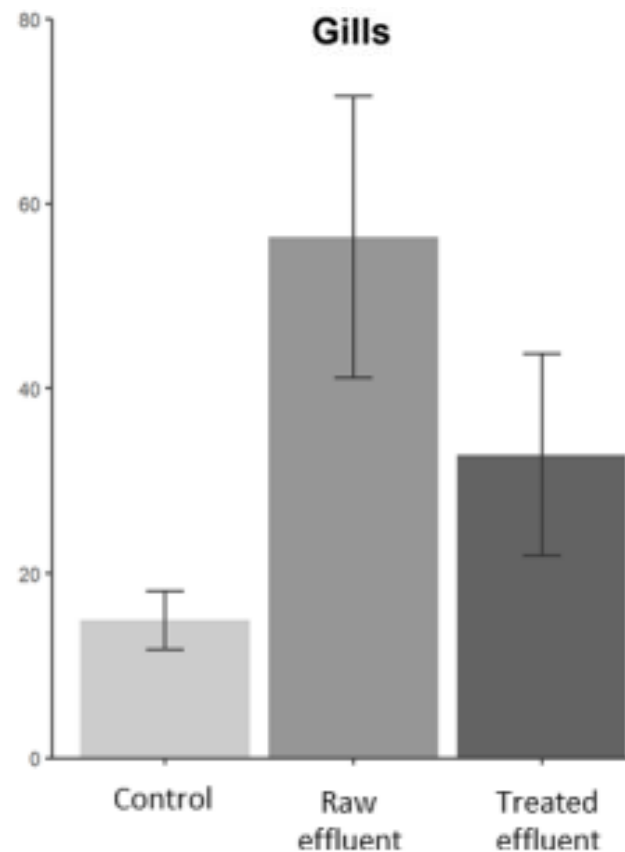
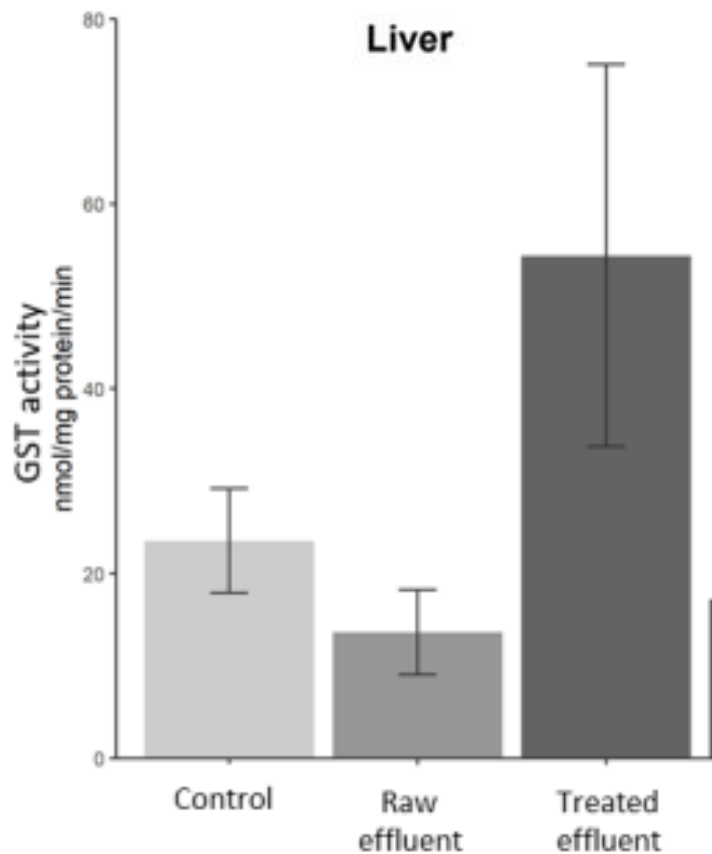
Navegantes WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



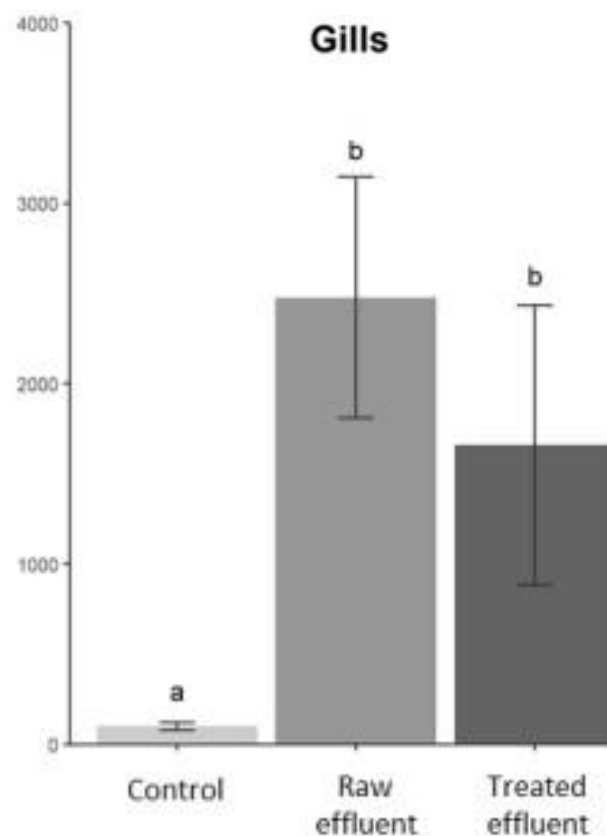
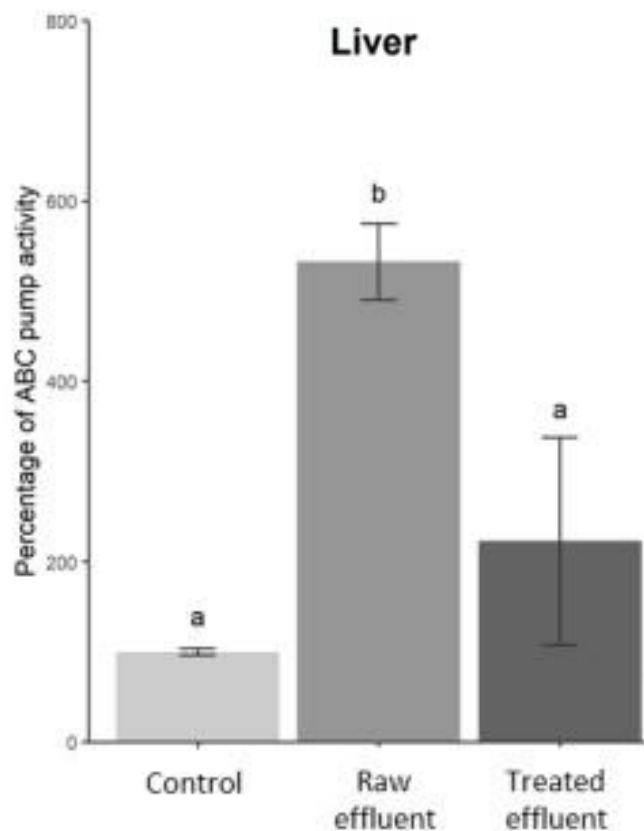
Navegantes WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



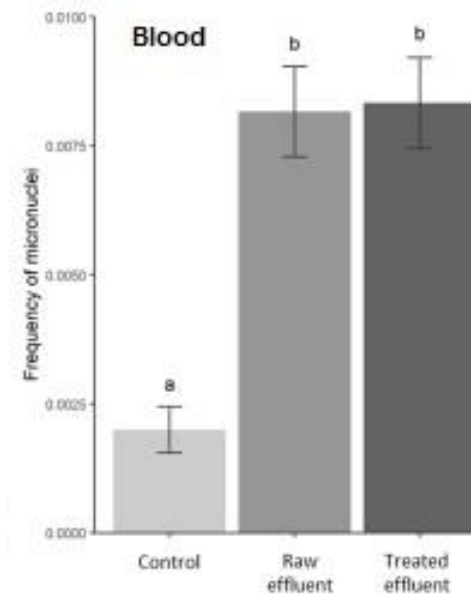
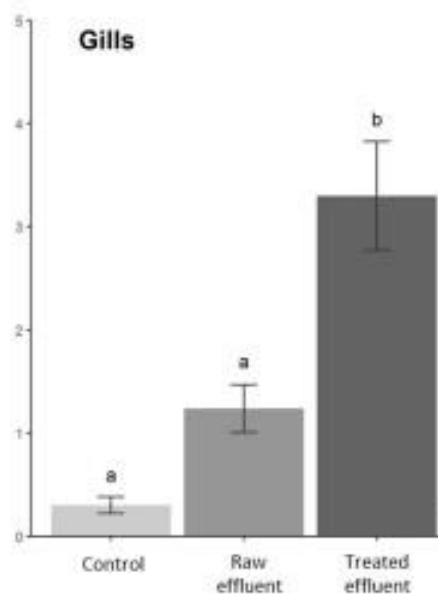
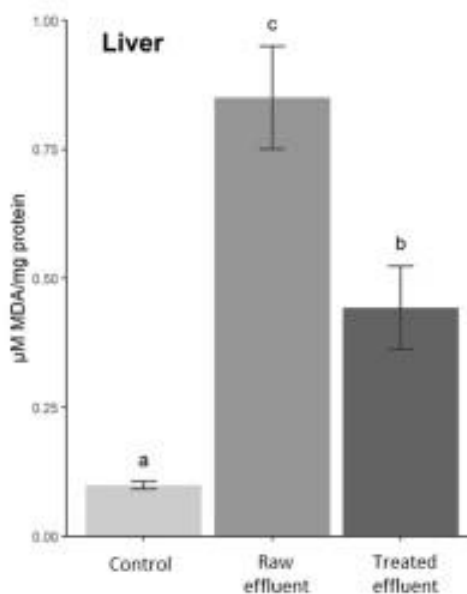
Navegantes WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Navegantes WWTP

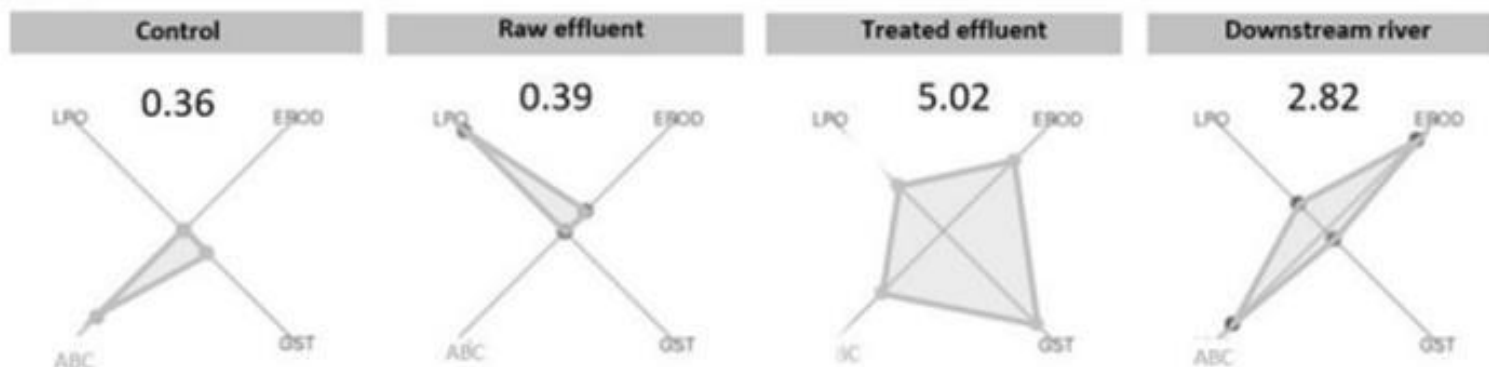
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio

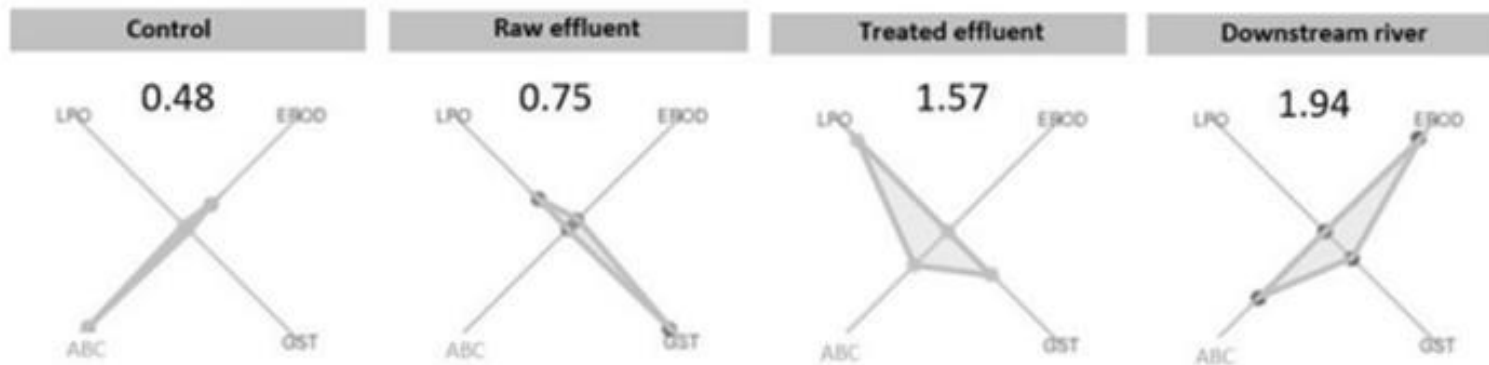


Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Liver



Gills



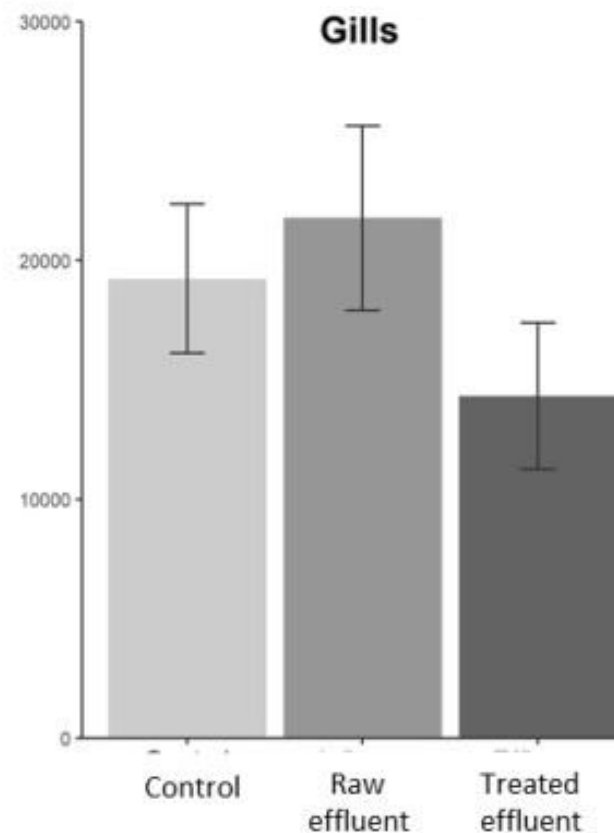
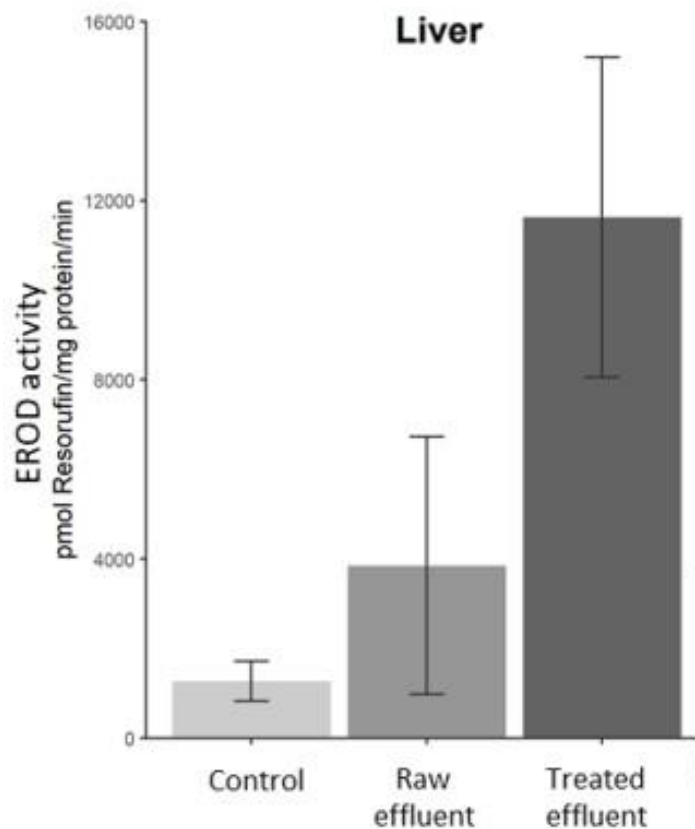
Navegantes WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



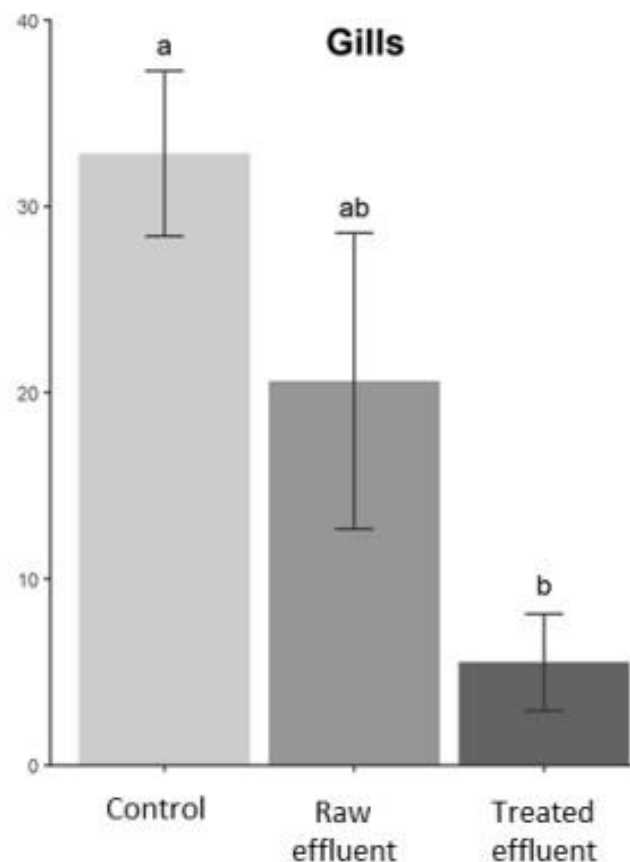
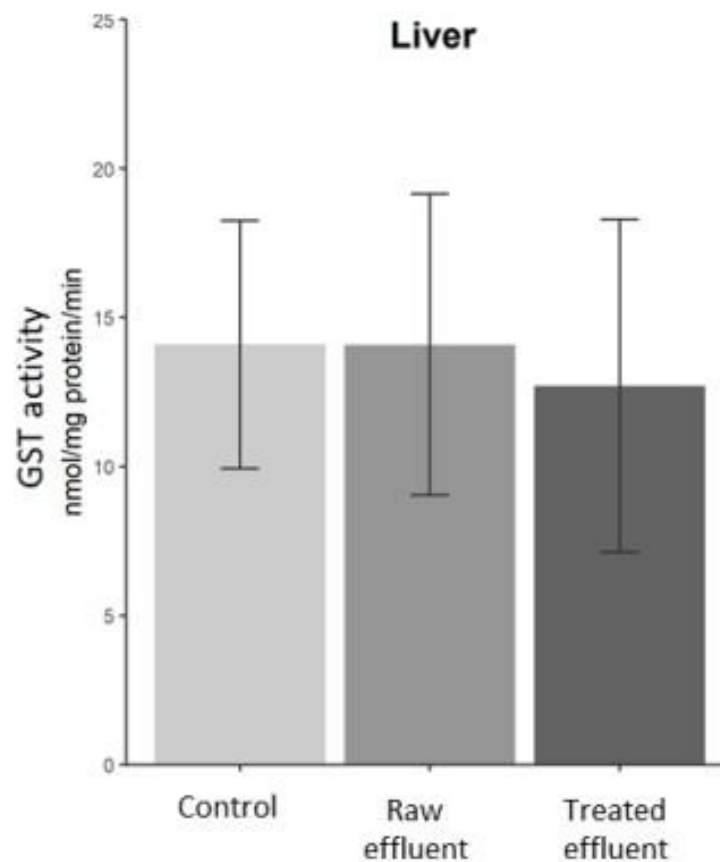
Mato Grande WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



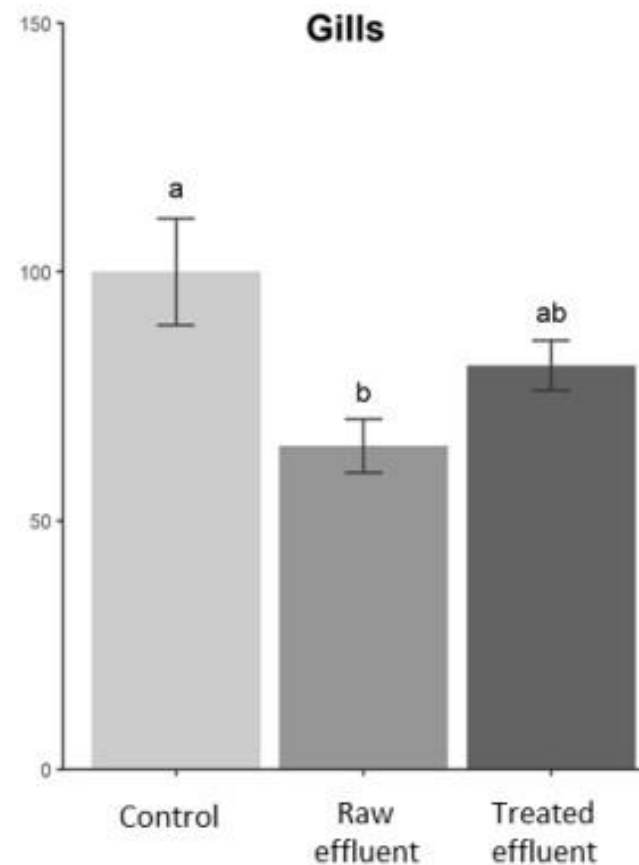
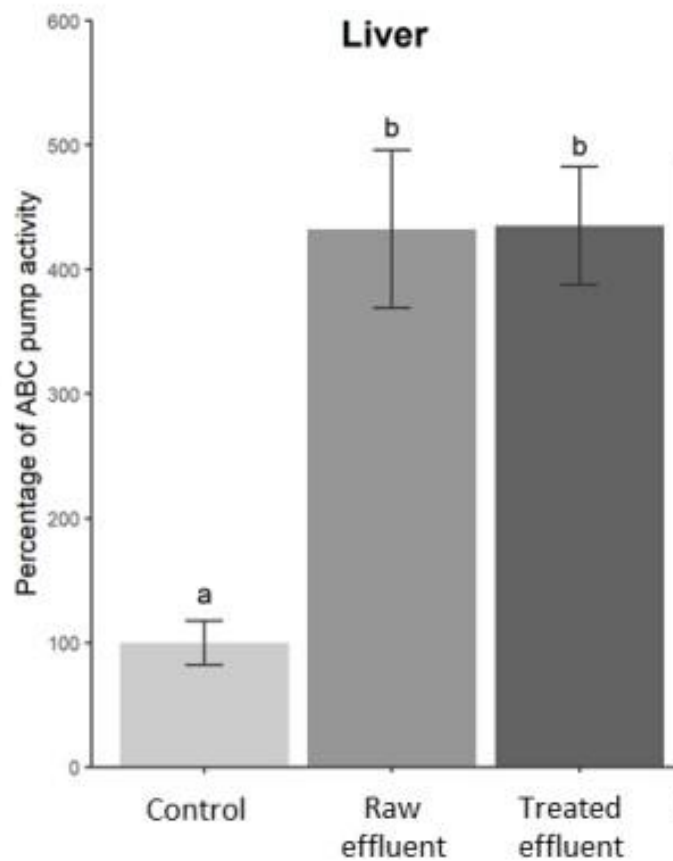
Mato Grande WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



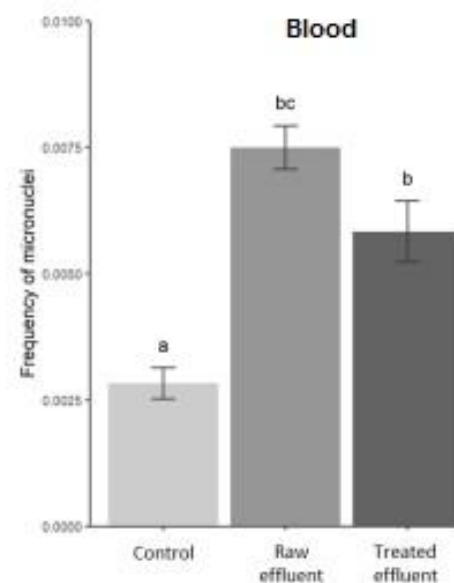
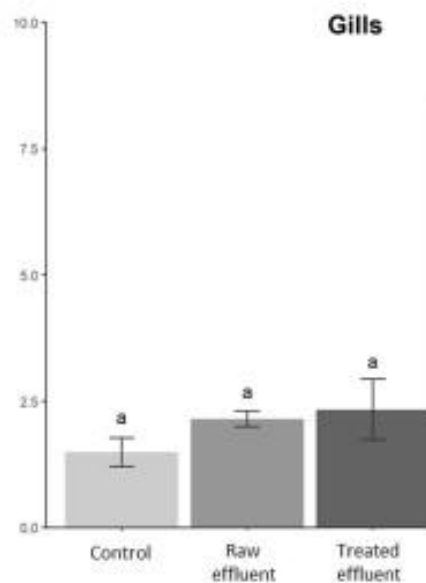
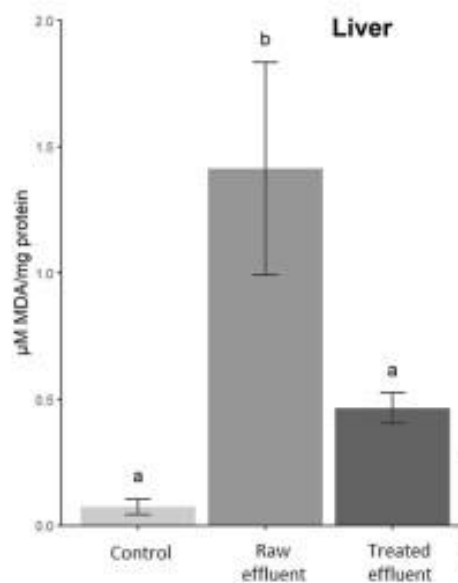
Mato Grande WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Mato Grande WWTP

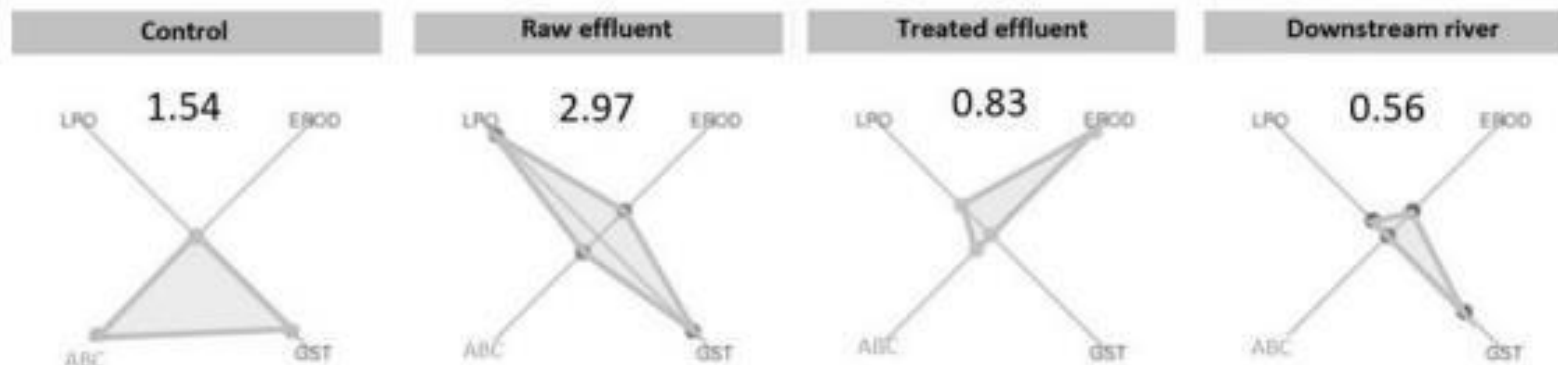
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio

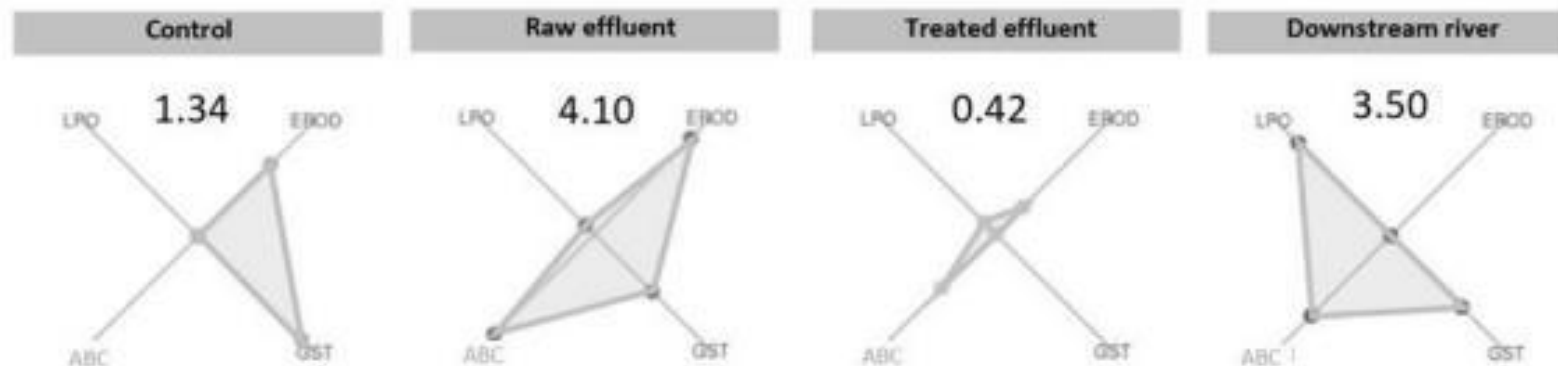


Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Liver



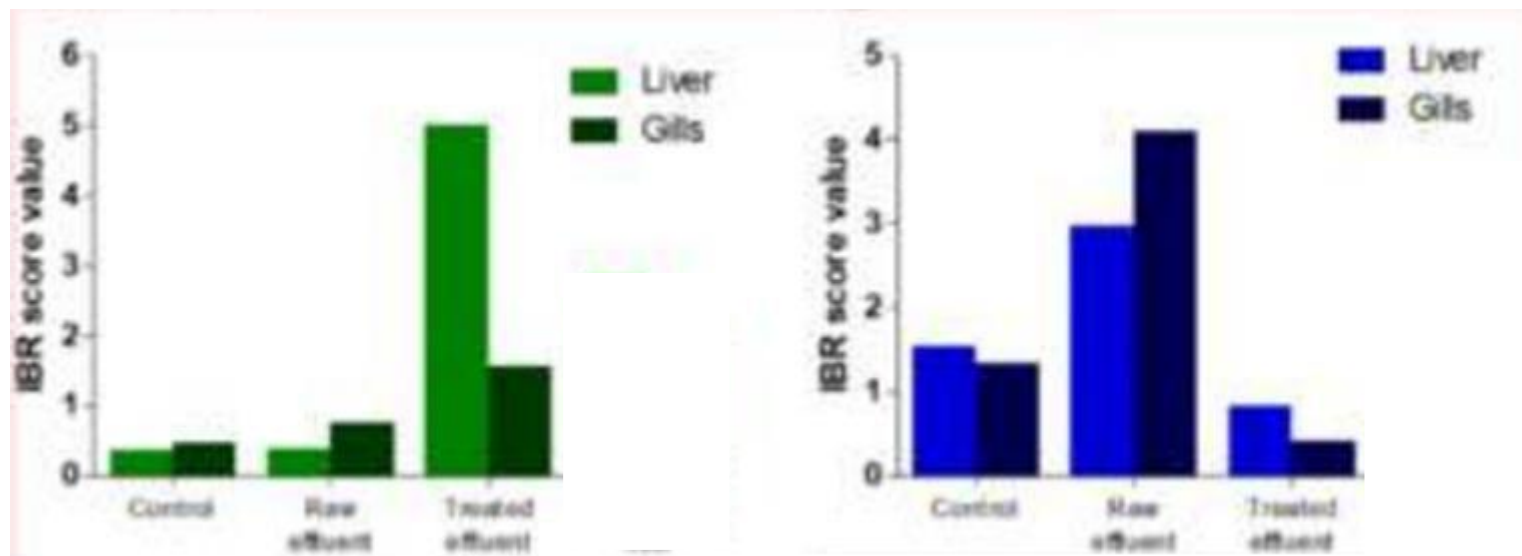
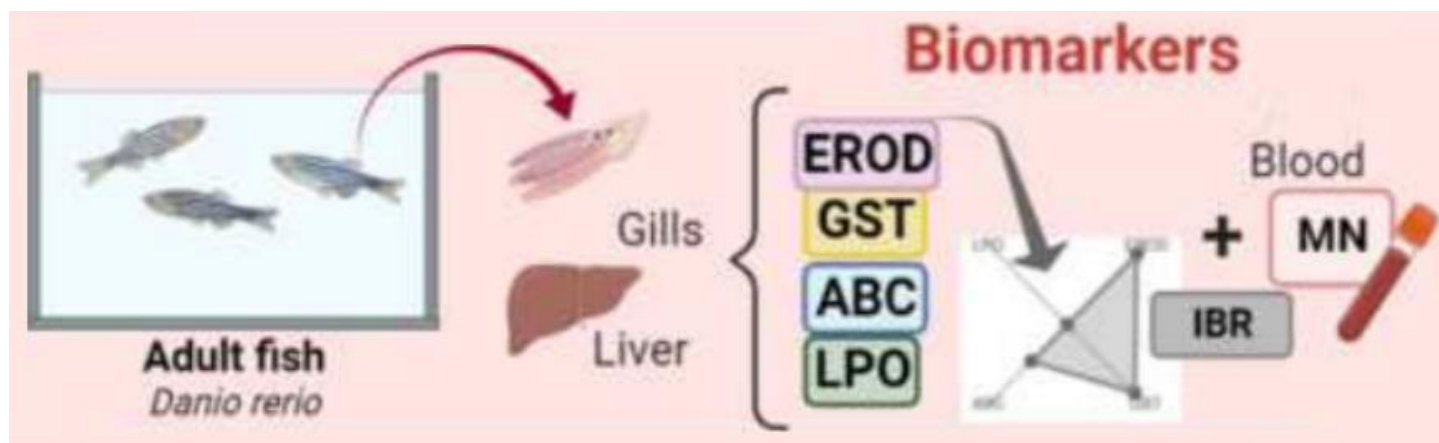
Gills



Mato Grande WWTP

ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Legislação Ambiental

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

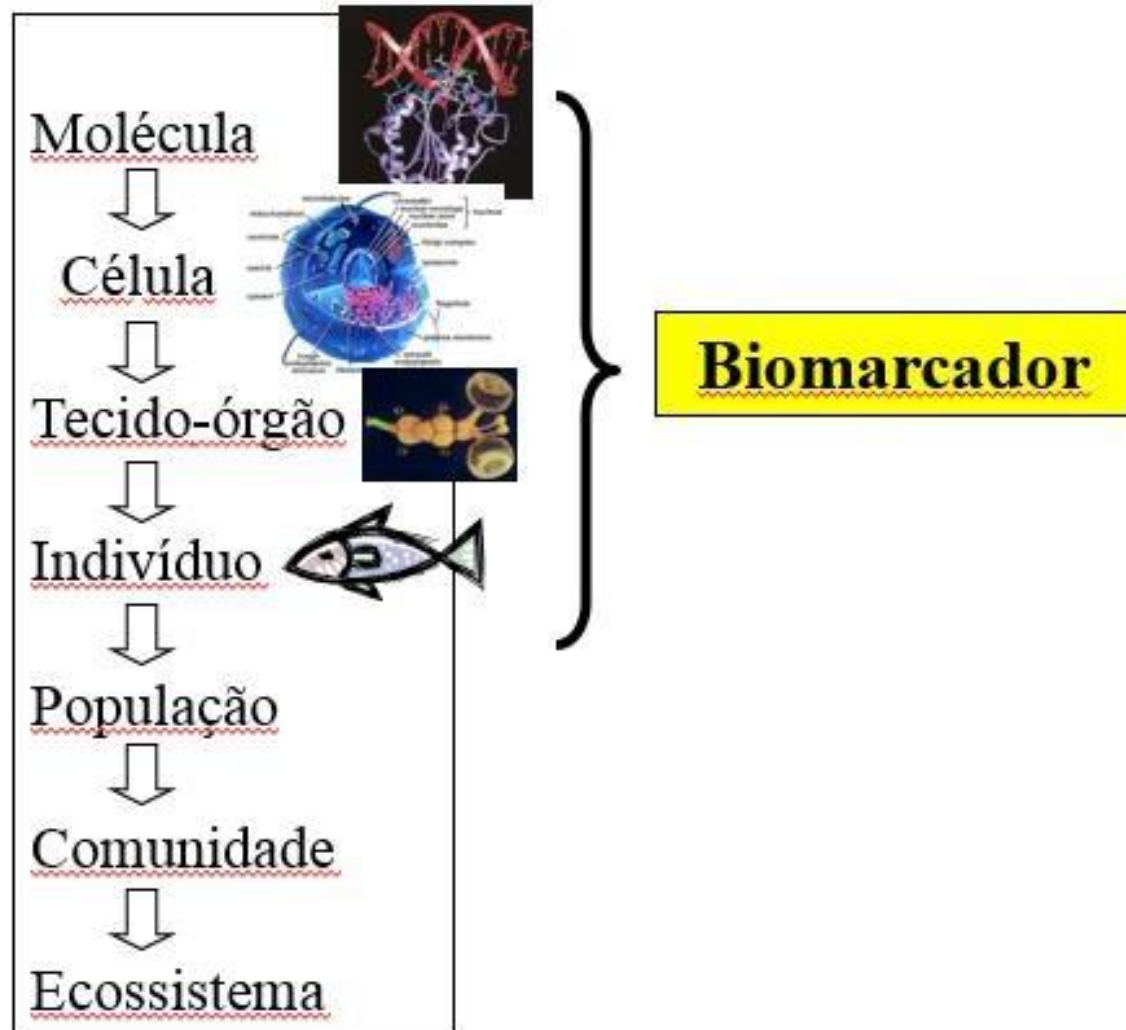
Alternativas para o monitoramento da qualidade da água

- *Medidas diretas*
- *Biomarcadores*

ROTEIRO DIDÁTICO

Uso de recursos hídricos: aspectos ecotoxicológicos

Efeitos
Nível de organização biológica



ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Estuário da Lagoa dos Patos

- Crescimento populacional
- Expansão do pólo industrial

Qual biomarcador utilizar?



Mecanismo de toxicidade do contaminante



Seleção do biomarcador

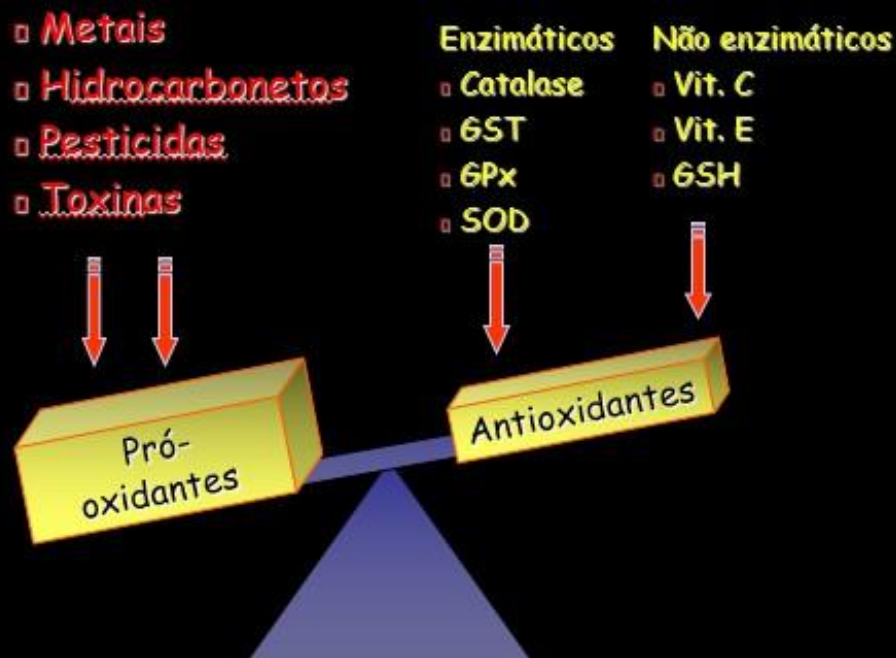
ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Uso de respostas antioxidantes e estresse oxidativo como biomarcadores de poluição aquática

A relação entre as concentrações dos pró-oxidantes e dos antioxidantes determina a probabilidade de geração de estresse oxidativo na célula

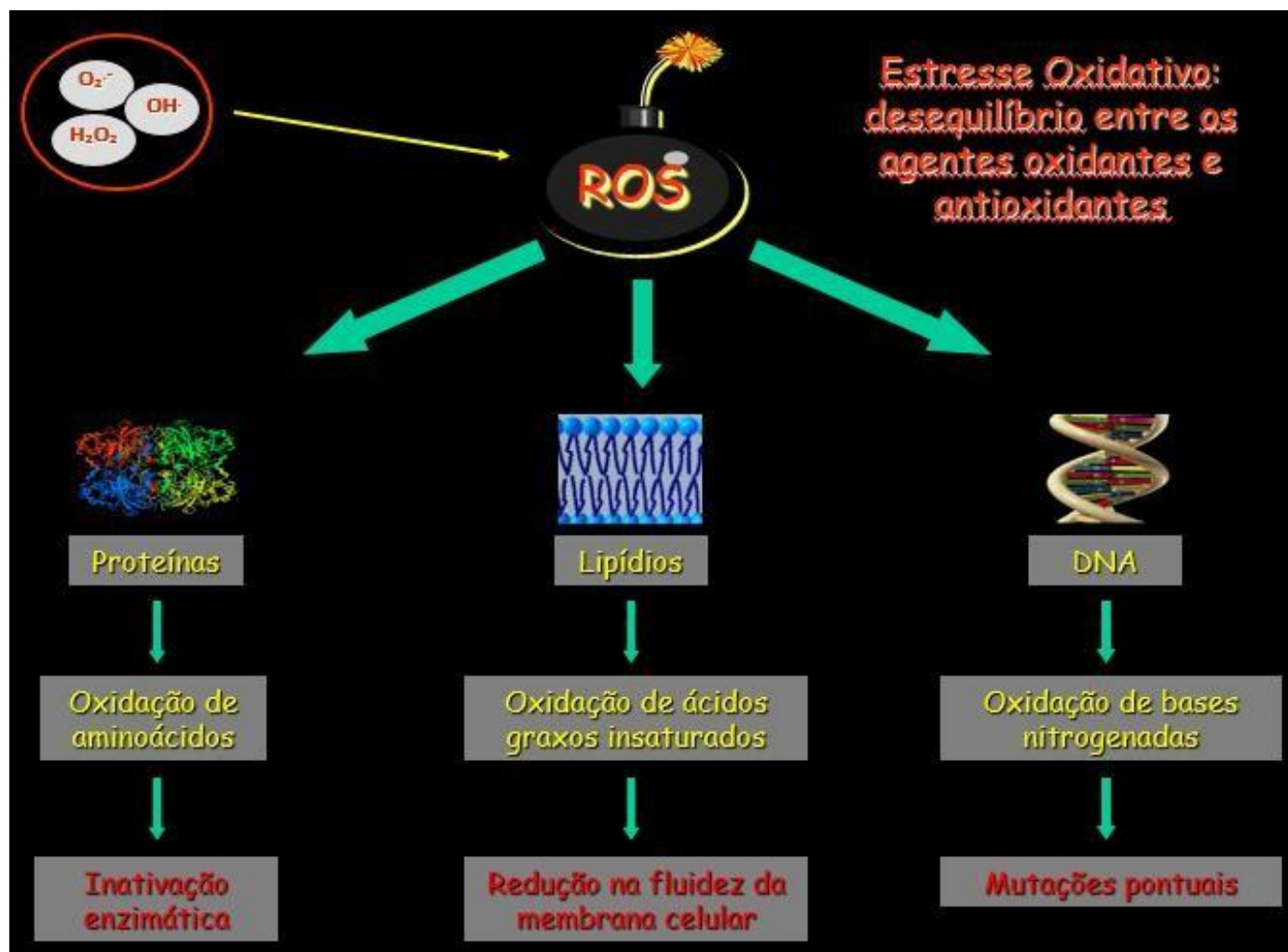


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



ESTUDOS DE CAMPO



Saco do Justino
Controle



Coroa do Boi
Poluído



*Paralichthys
orbignyanus*

Sangue

Dano de DNA
Ensaio Cometa
Teste de Micronúcleos

Fígado

CAT

GST

NT

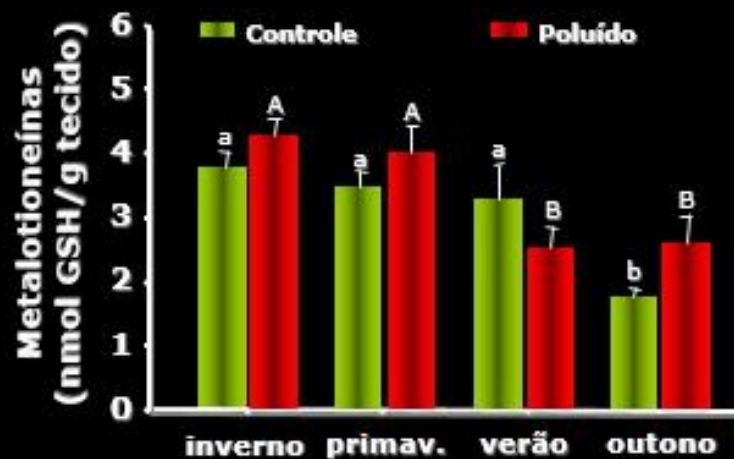
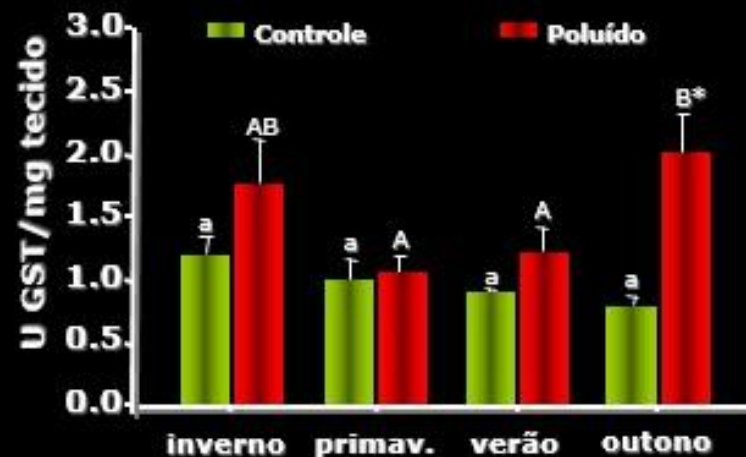
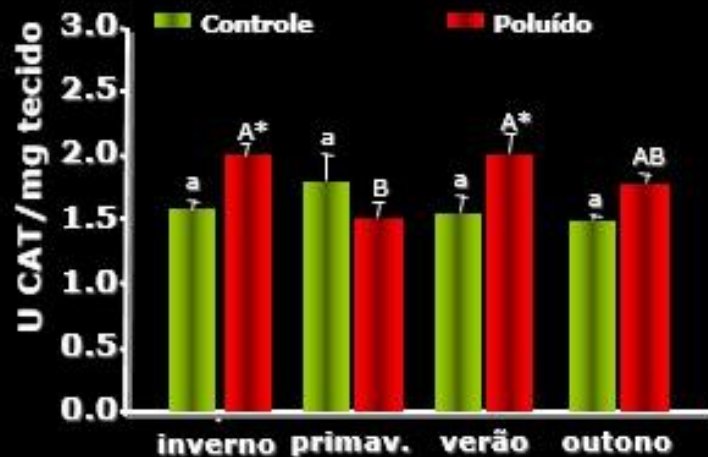
LPO

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Biomarcadores de Exposição

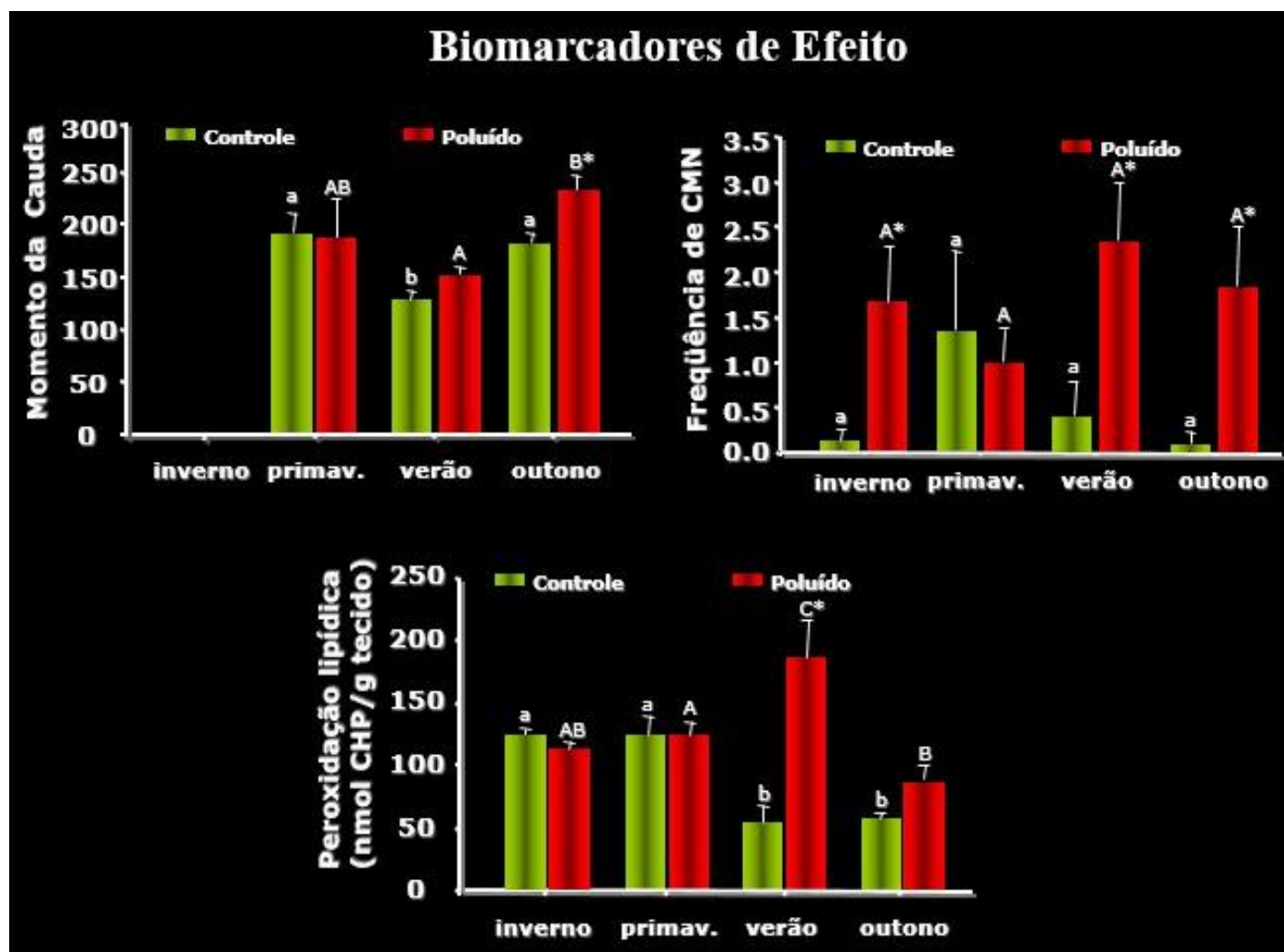


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



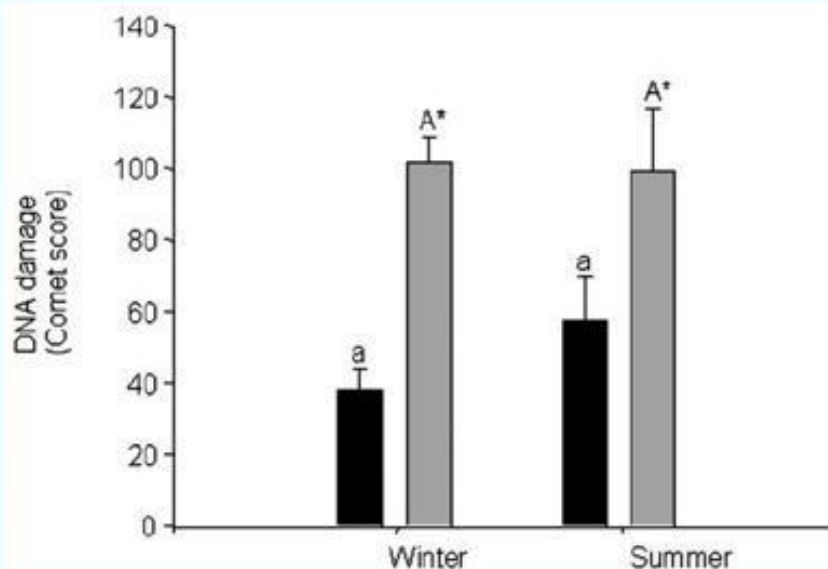
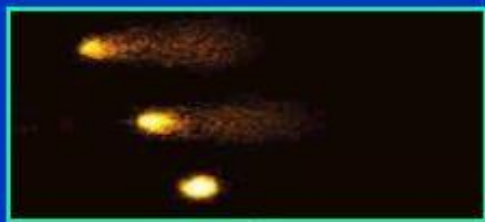
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Micropogonias furnieri



Dano de DNA aumentado nas corvinas coletadas no local poluído

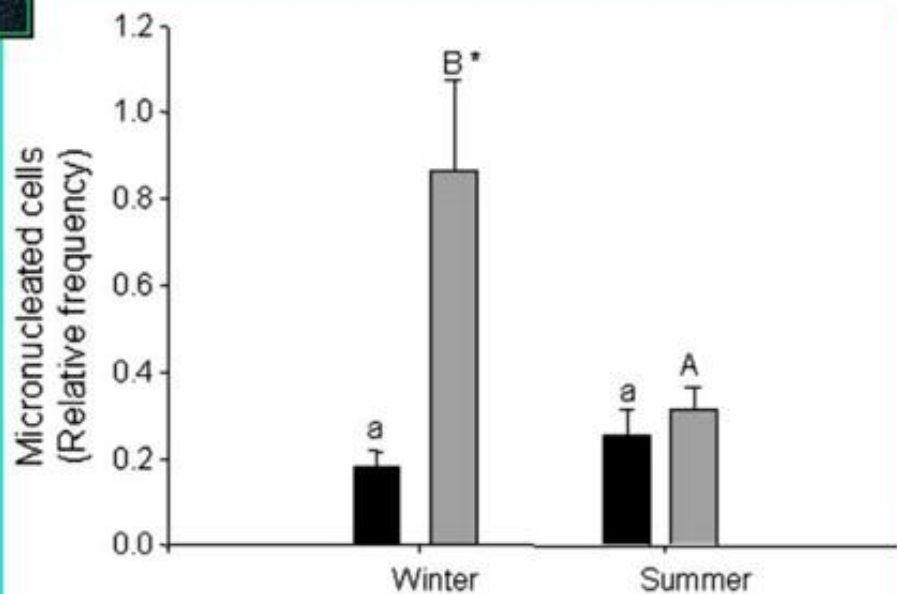
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Micropogonias furnieri



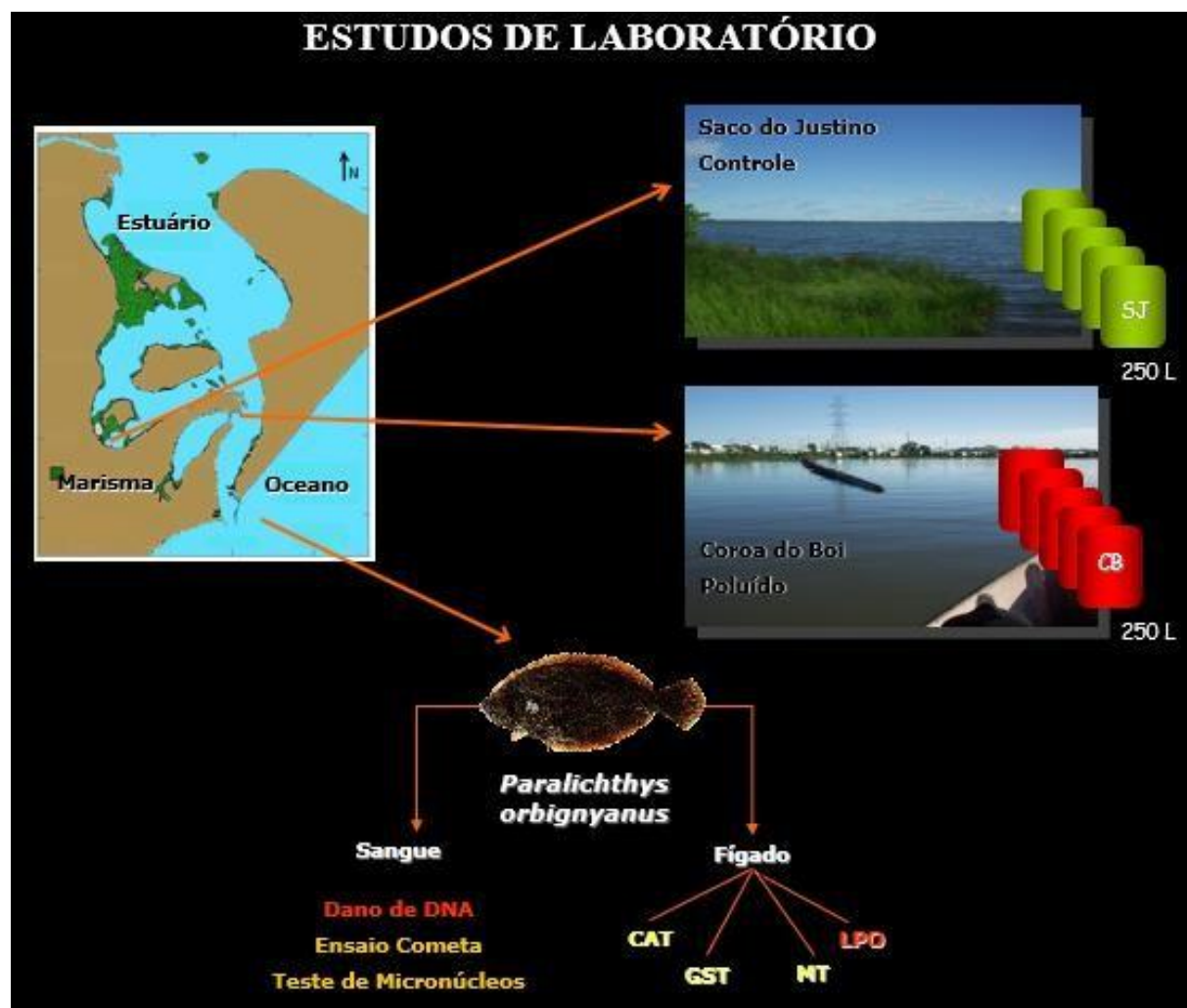
Frequência de células micronucleadas aumentada nas corvinas coletadas no local poluído, dependente da época do ano.

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

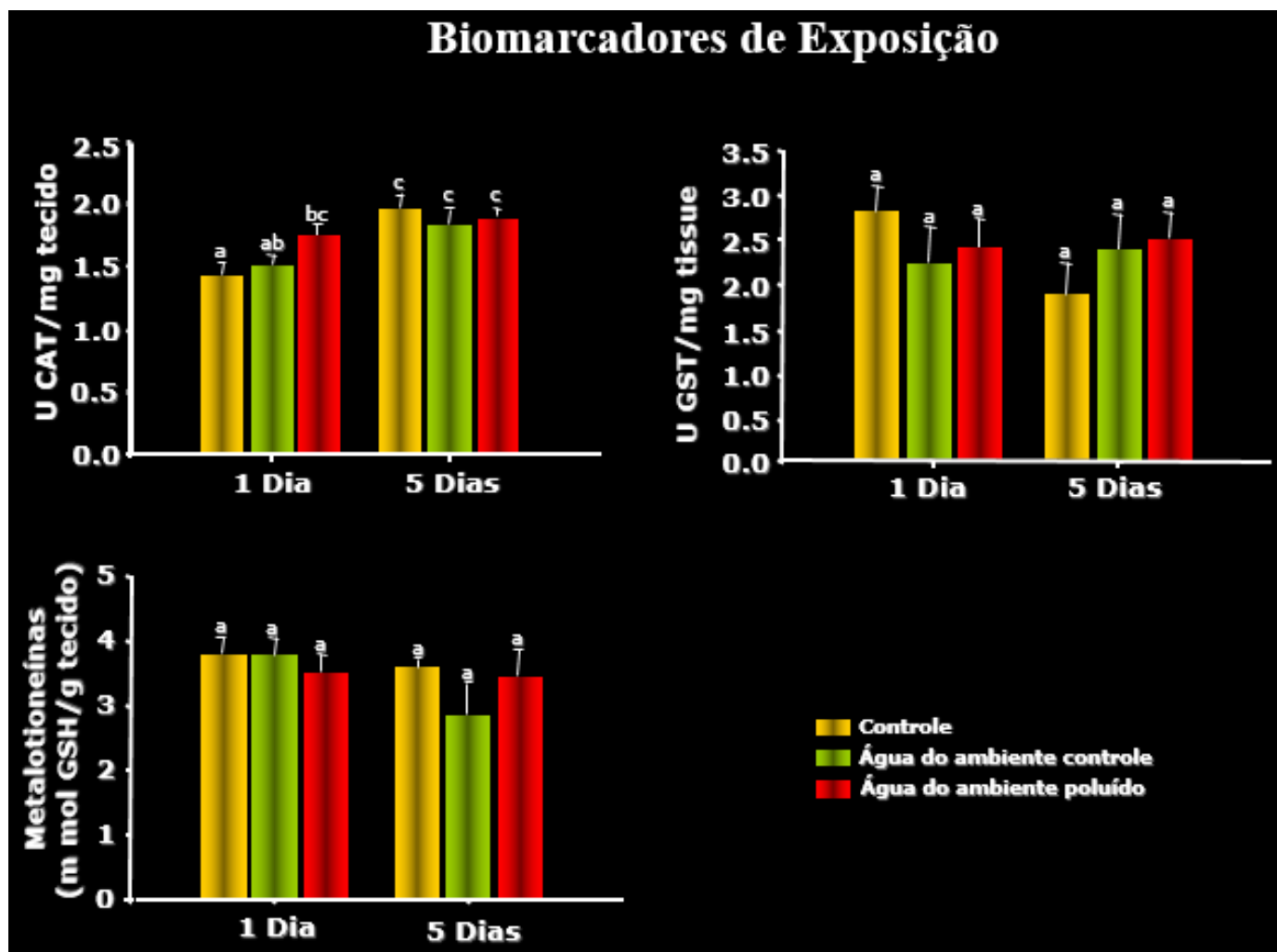


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio

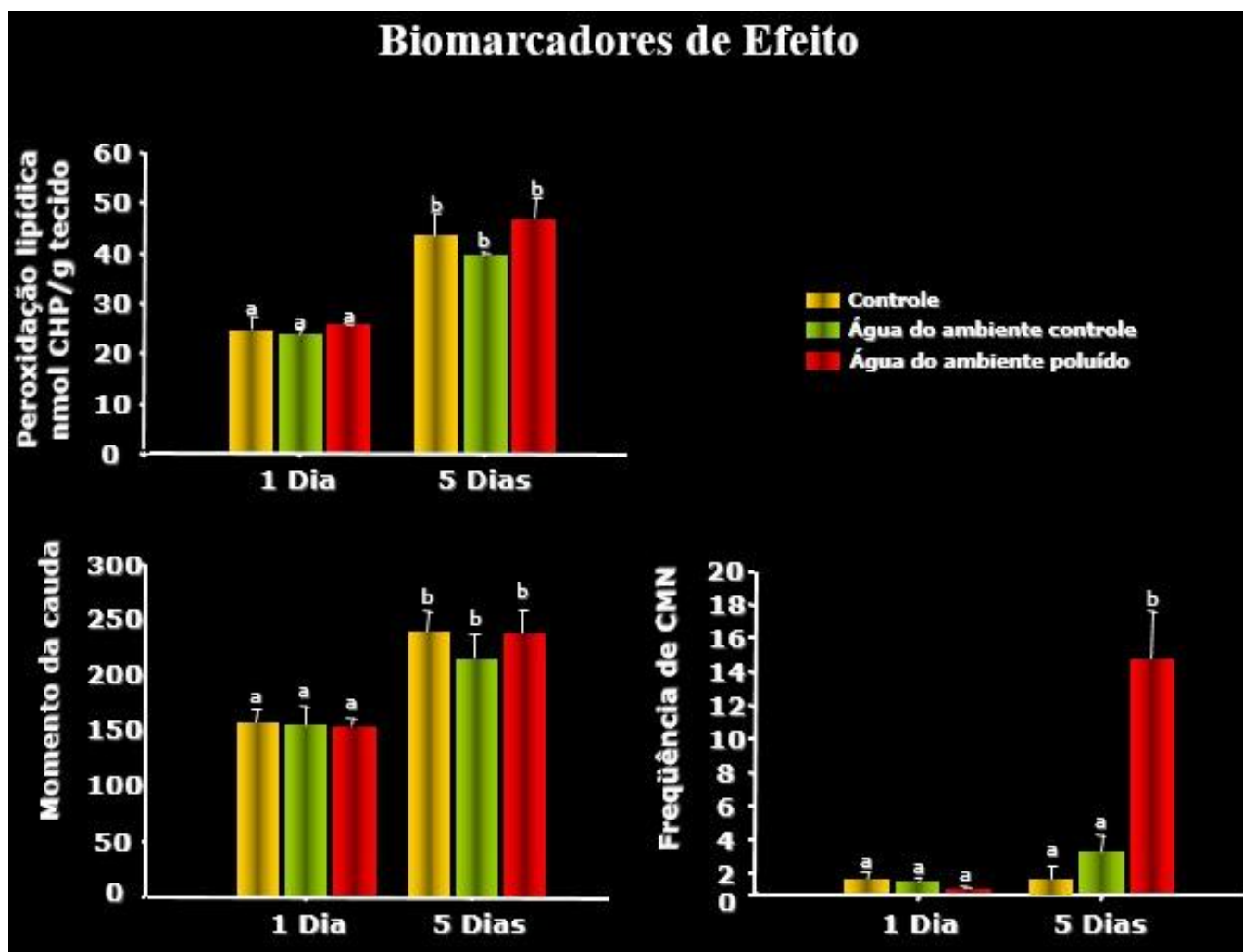


Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Qual biomarcador utilizar?



Mecanismo de toxicidade do contaminante



Seleção do biomarcador

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



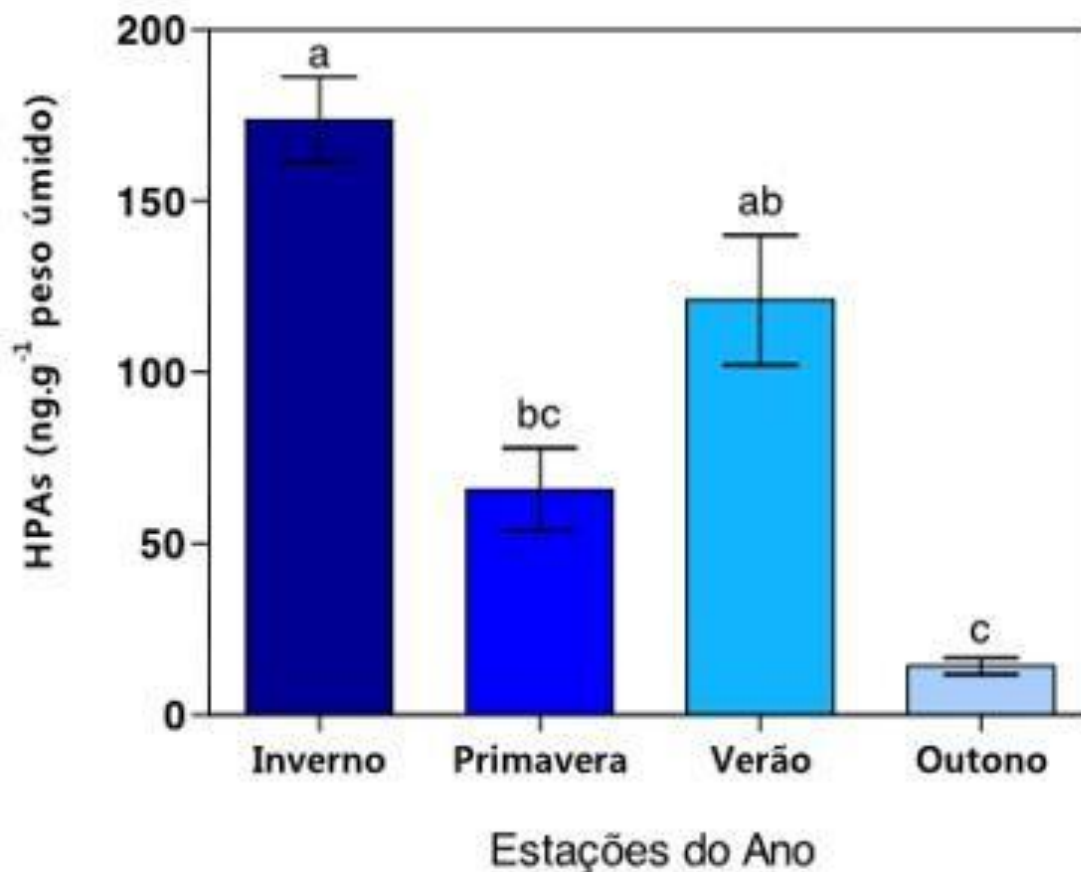
Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



-  **Controle**
-  **Poluído I**
-  **Poluído II**
-  **Poluído III**
-  **Poluído IV**

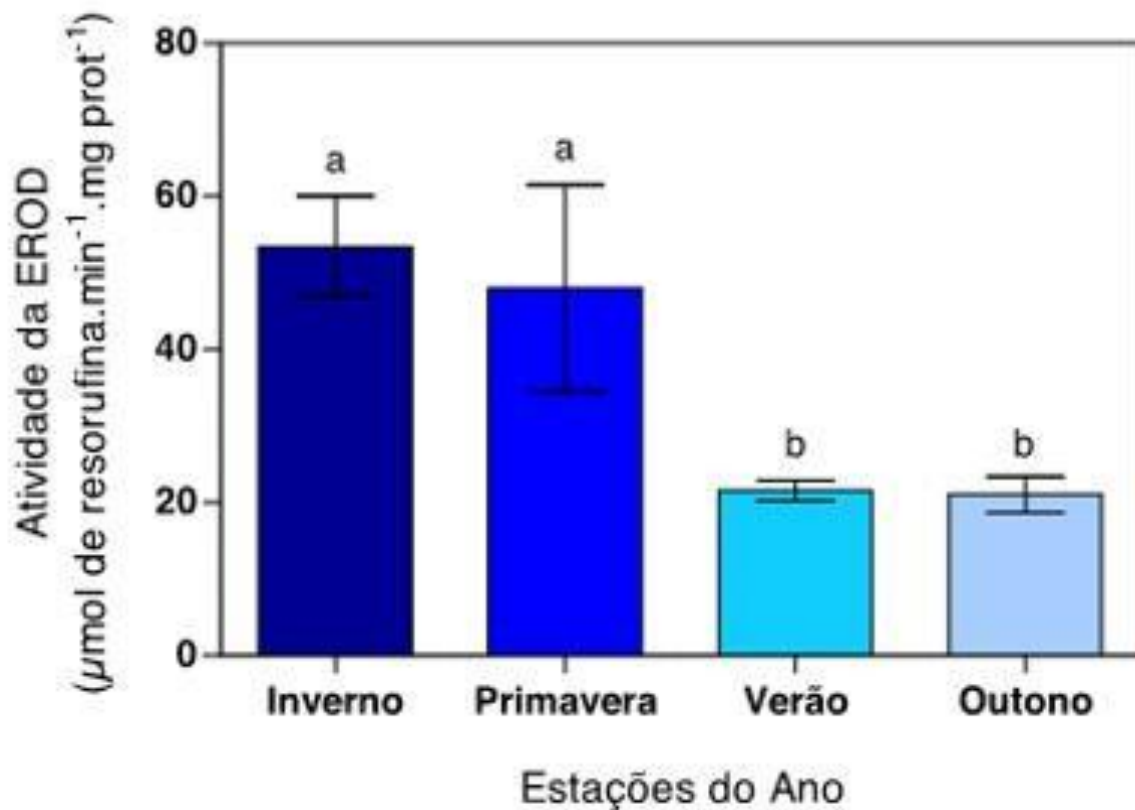
ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

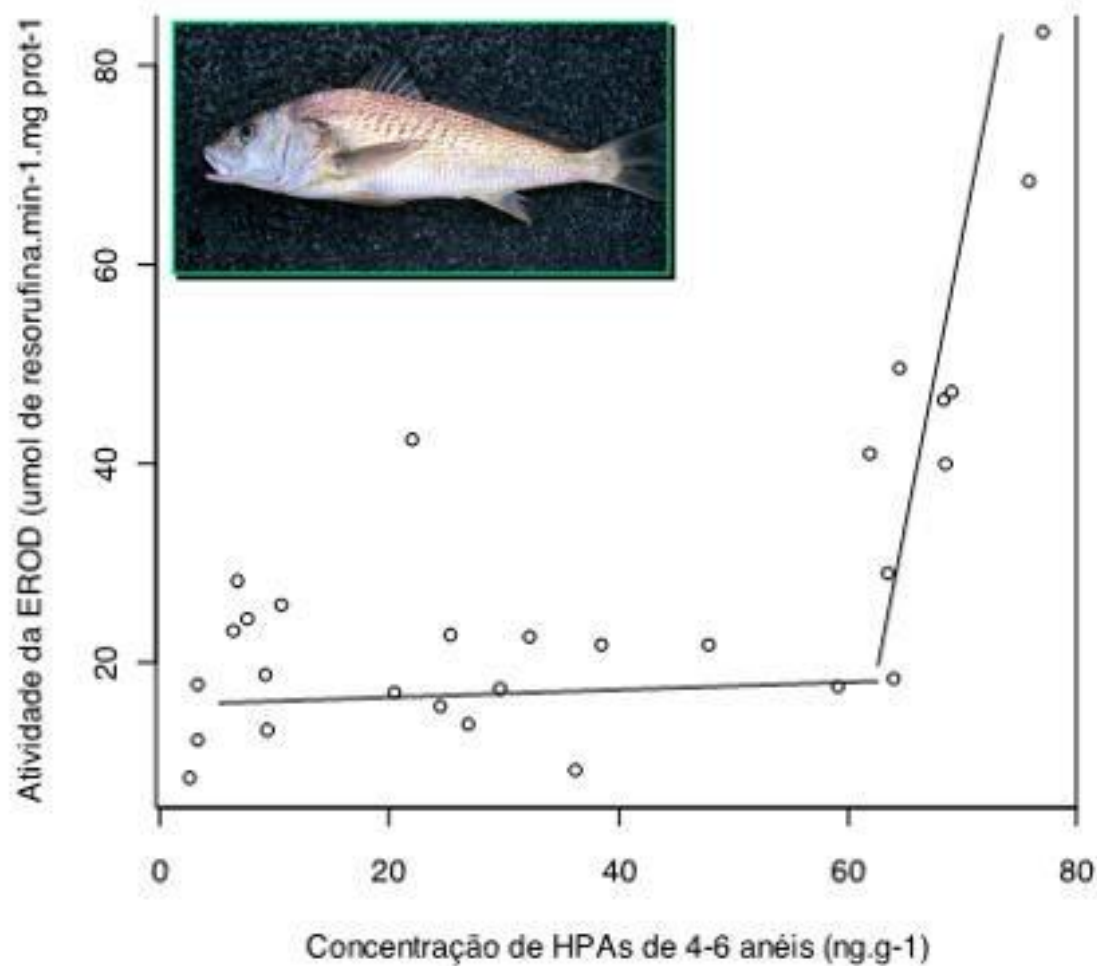


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Estuário da Lagoa dos Patos

5 locais de amostragem

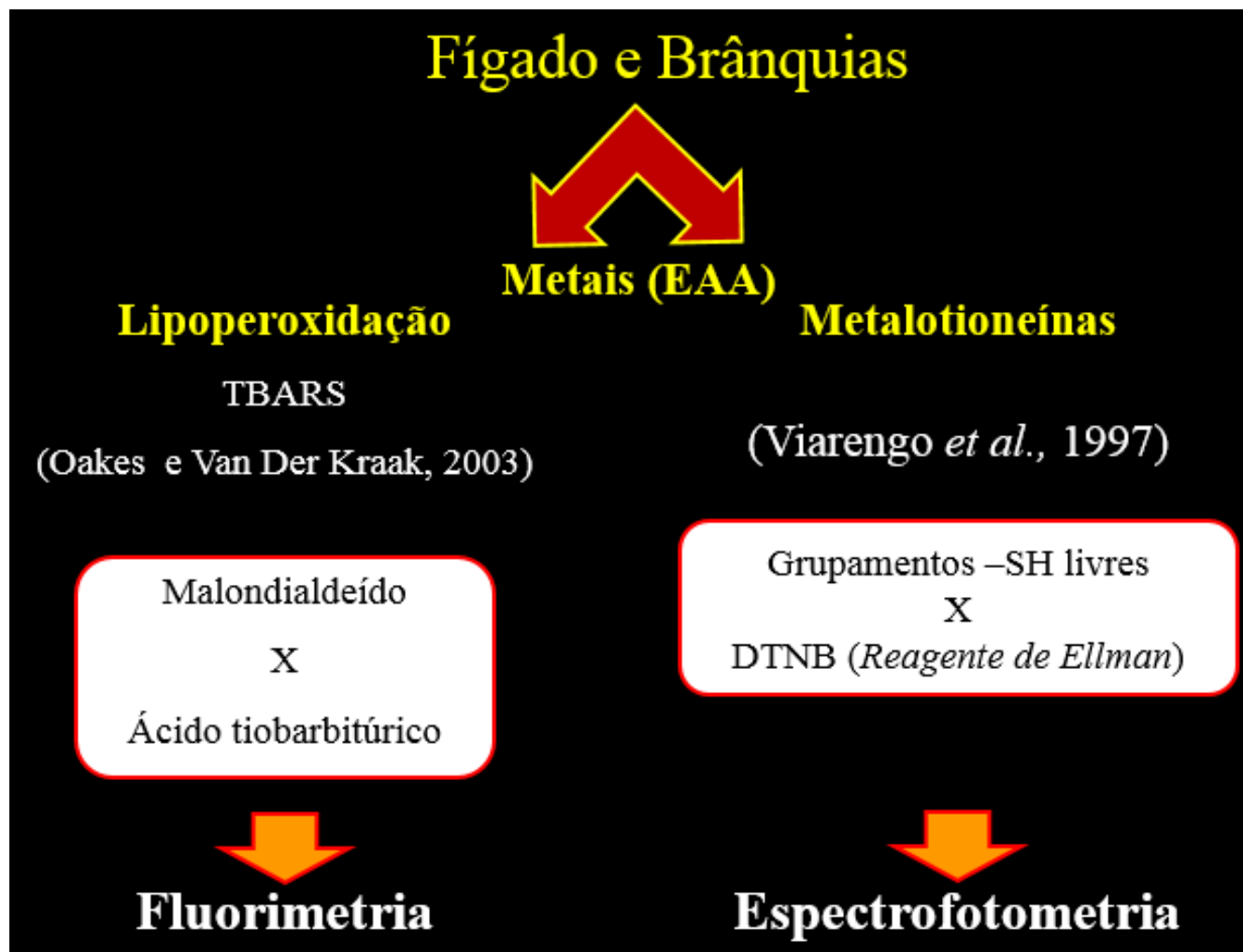


Micropogonias furnieri
8-15 cm comprimento total

- Espécie costeira
- Estuarina-dependente
- Mais abundante na pesca artesanal
- Usa a totalidade do estuário
- Grande importância na cadeia trófica

ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



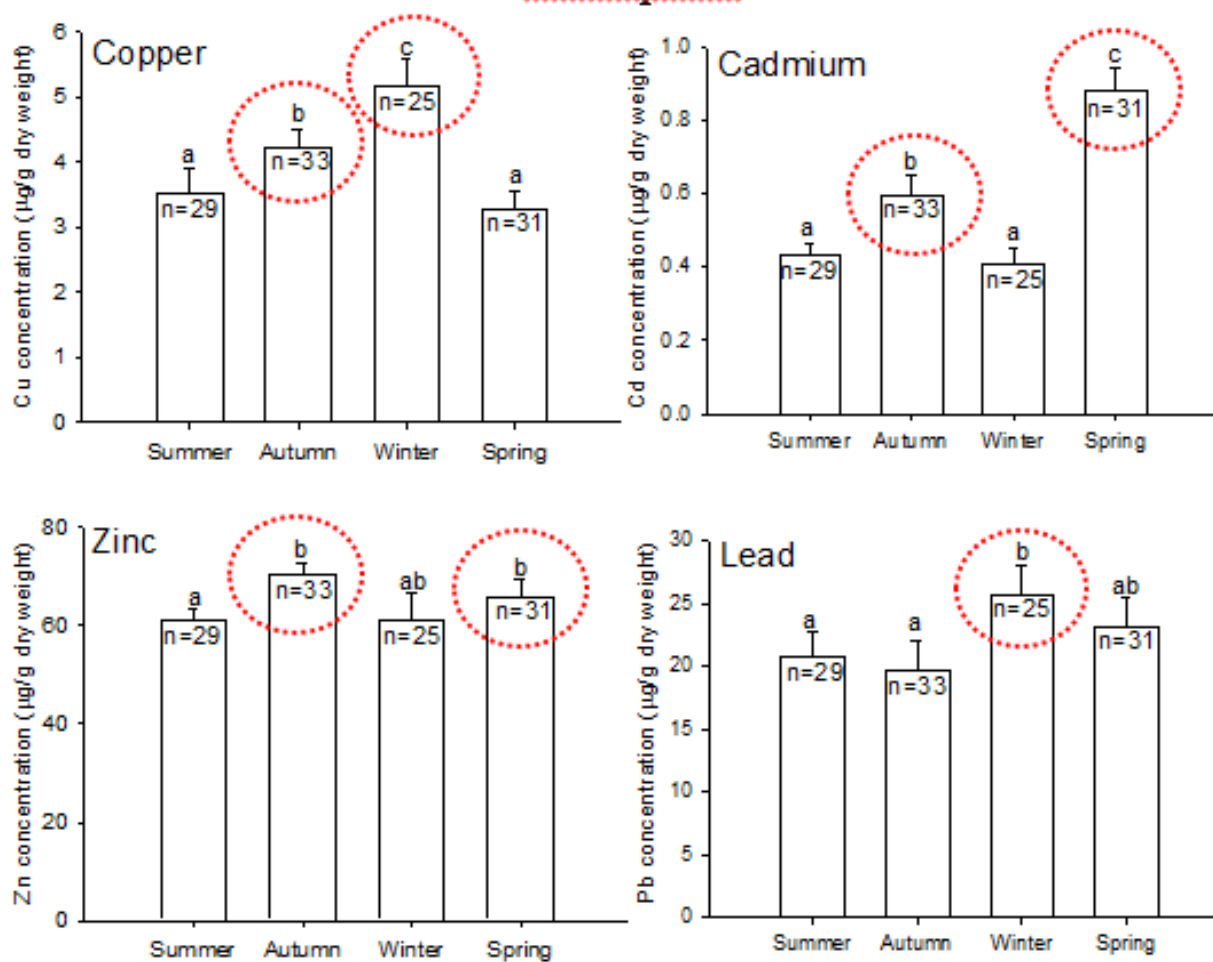
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Brânquias

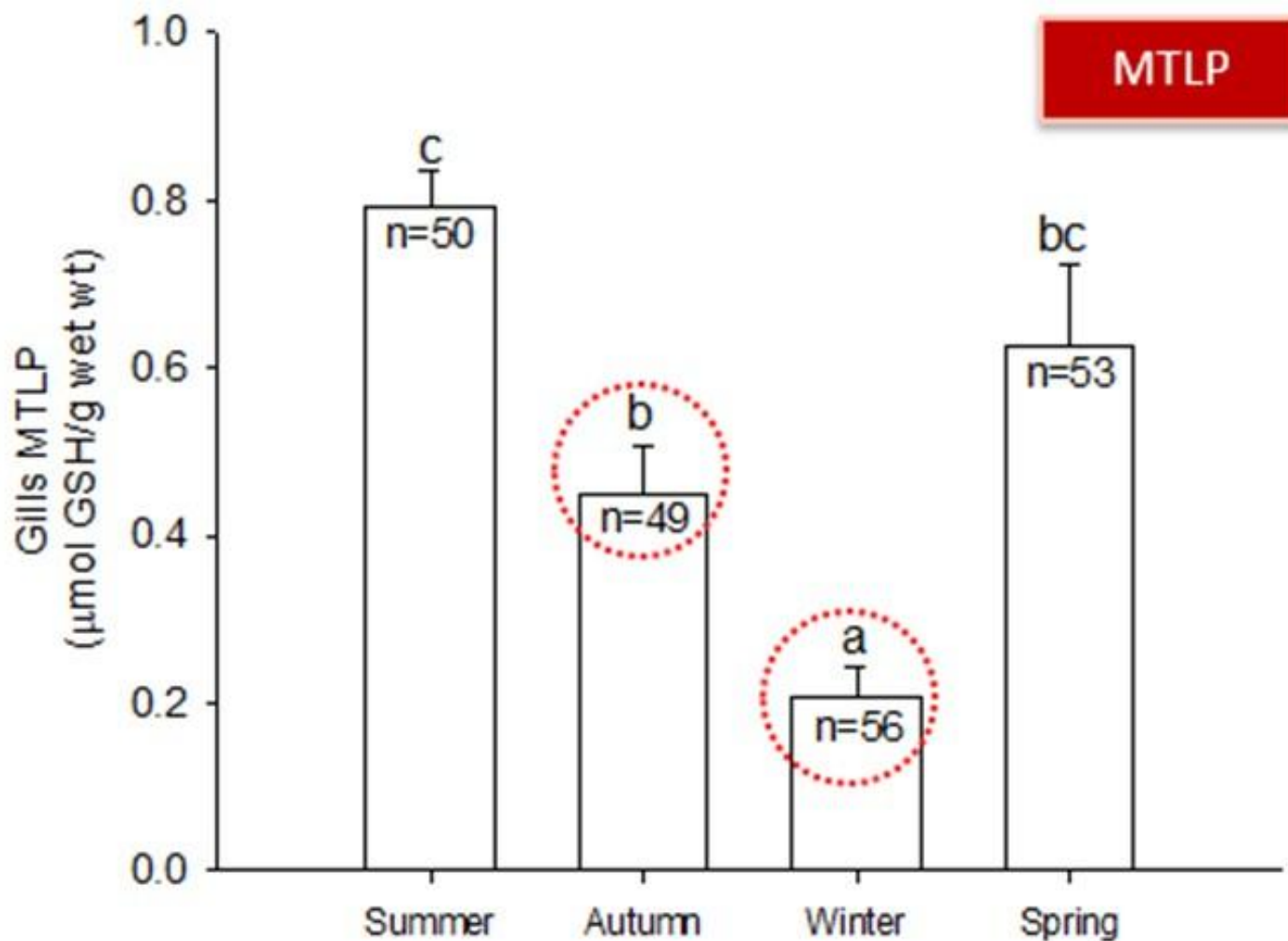


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

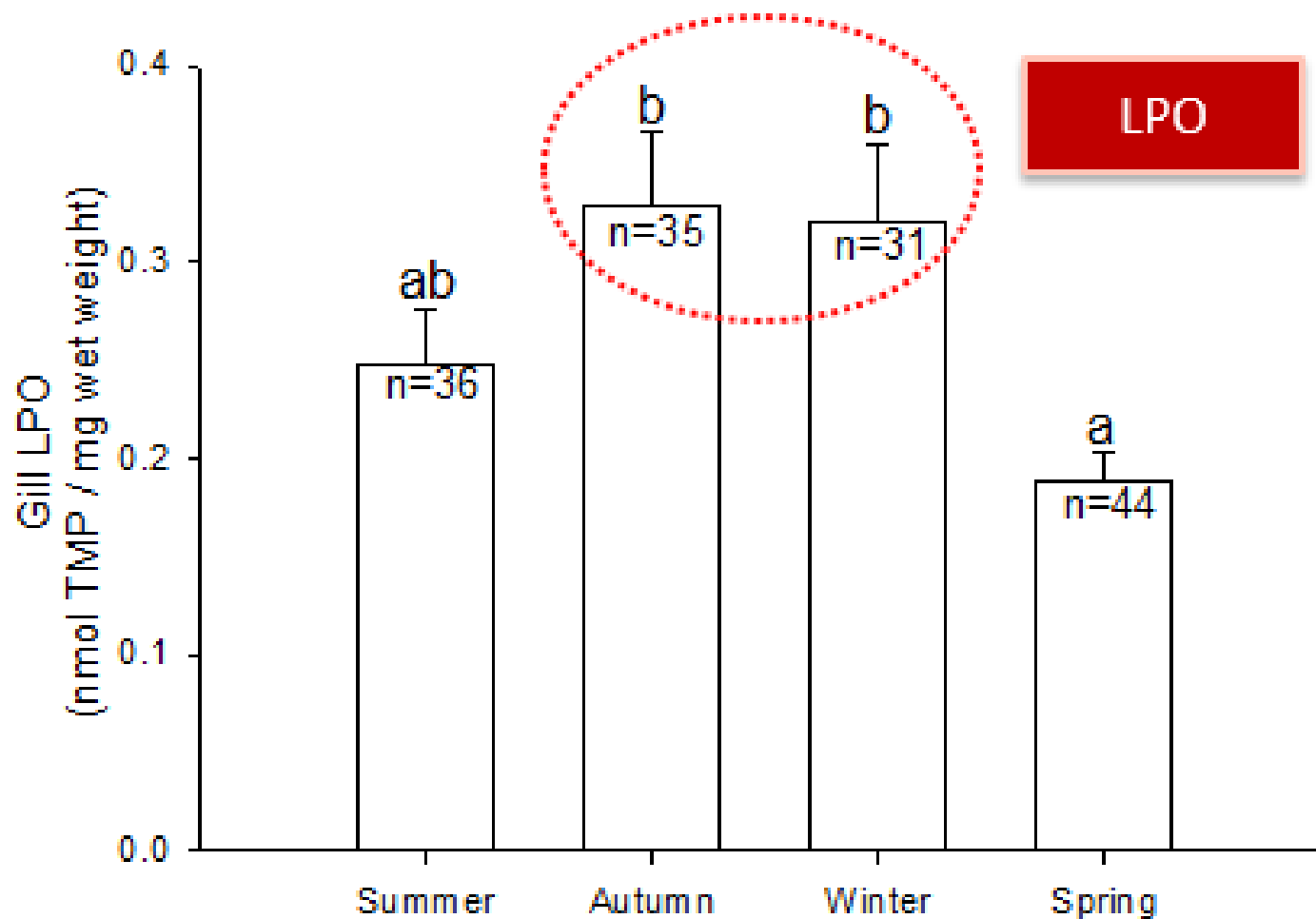


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

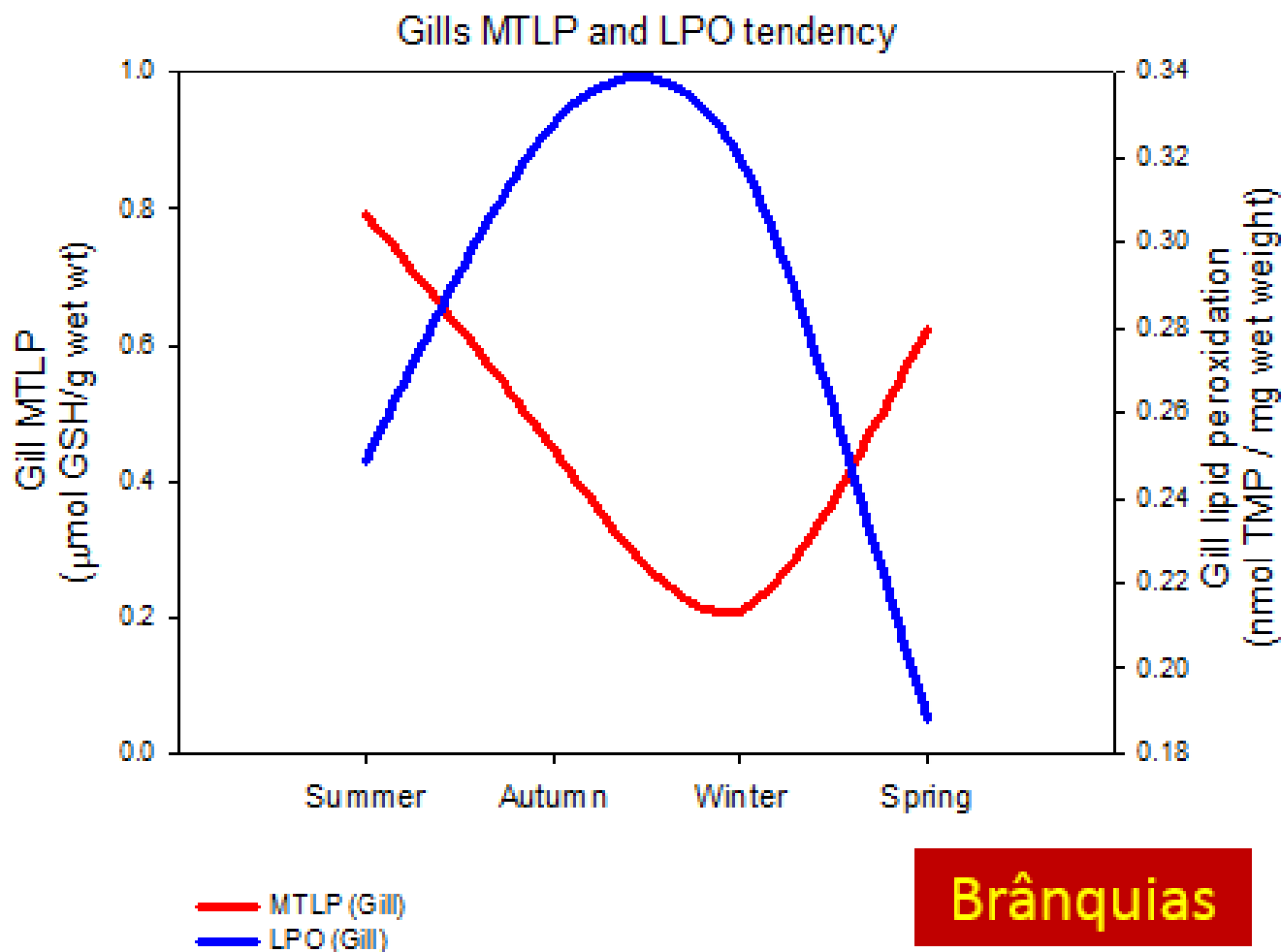


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



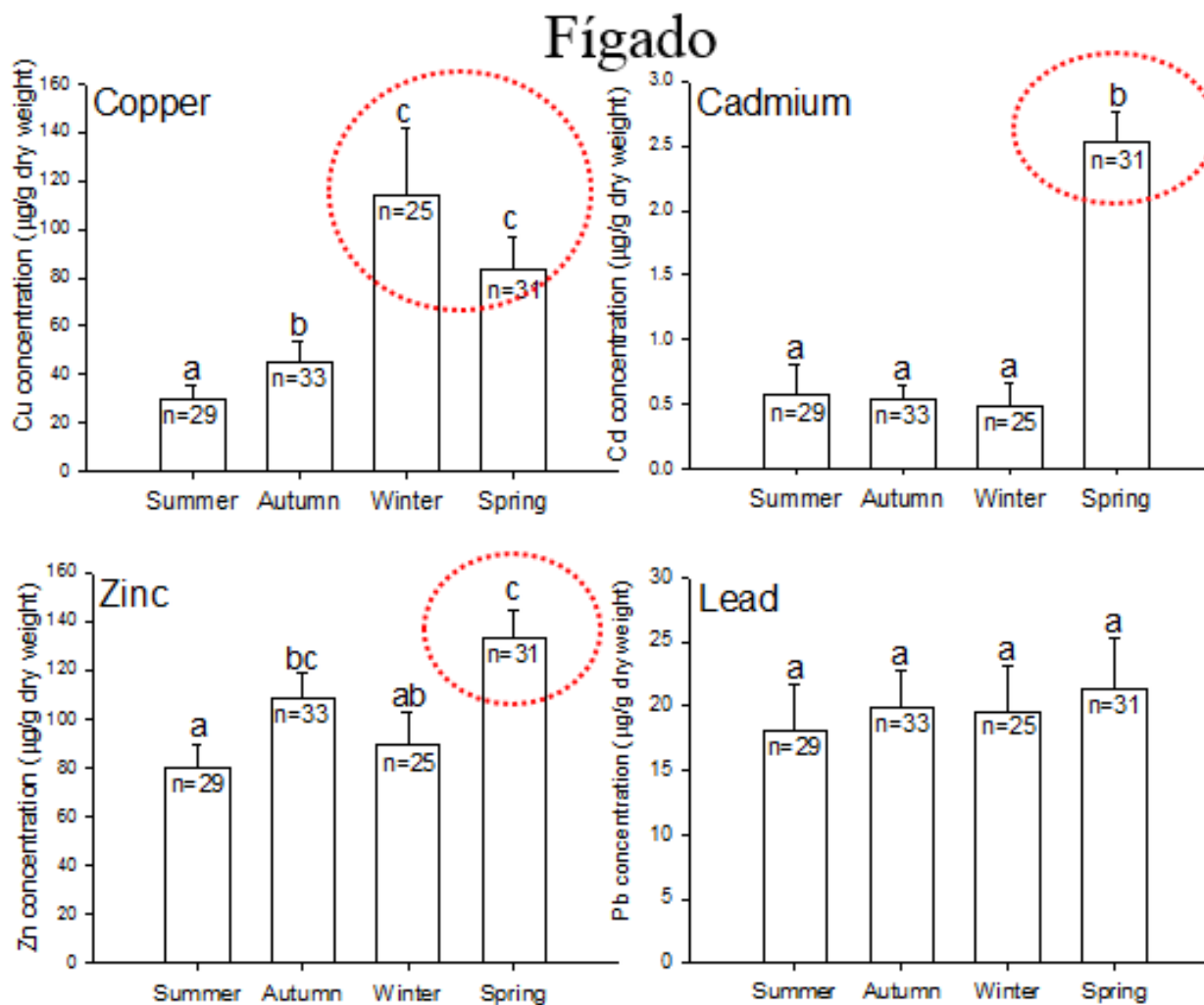
Brânquias

ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

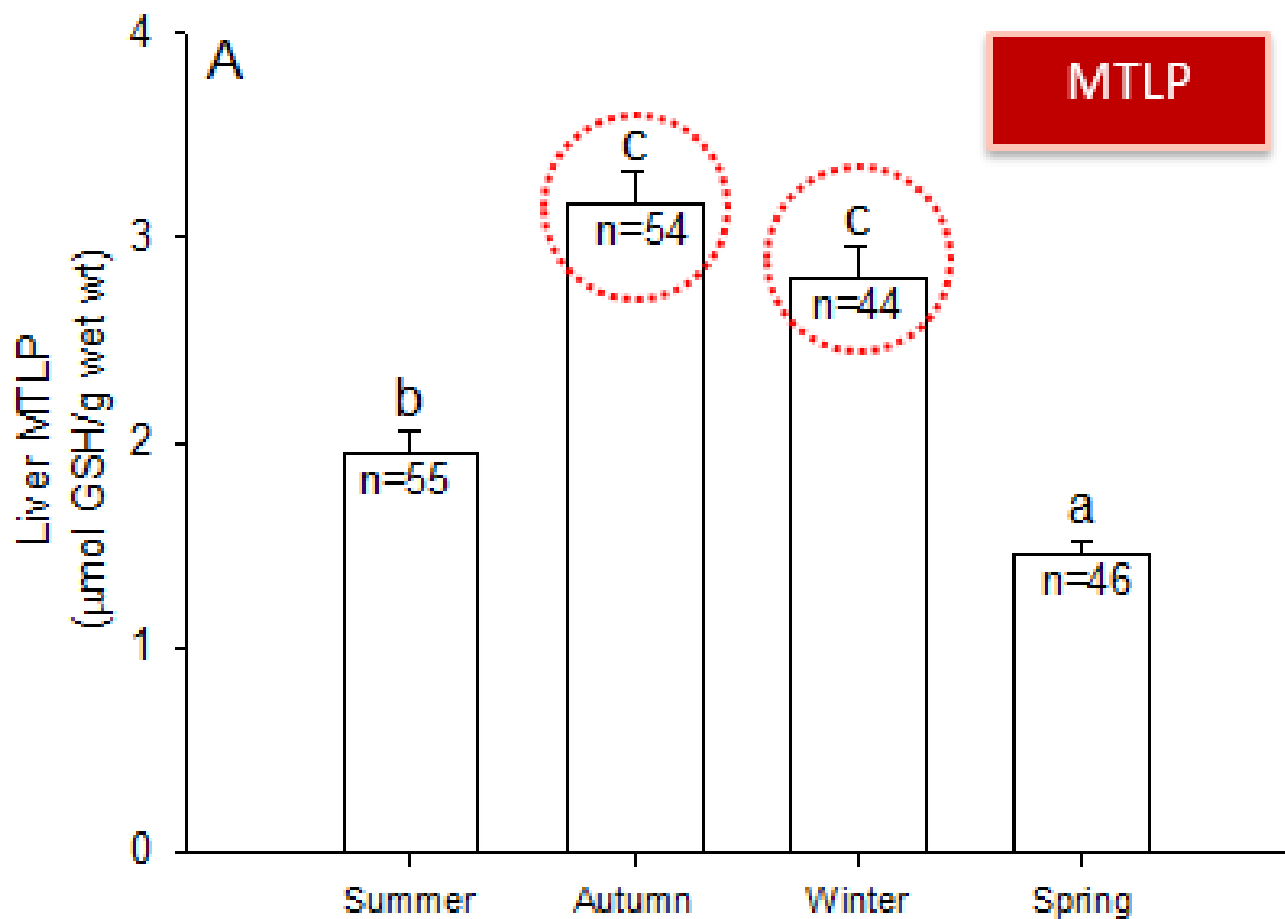


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

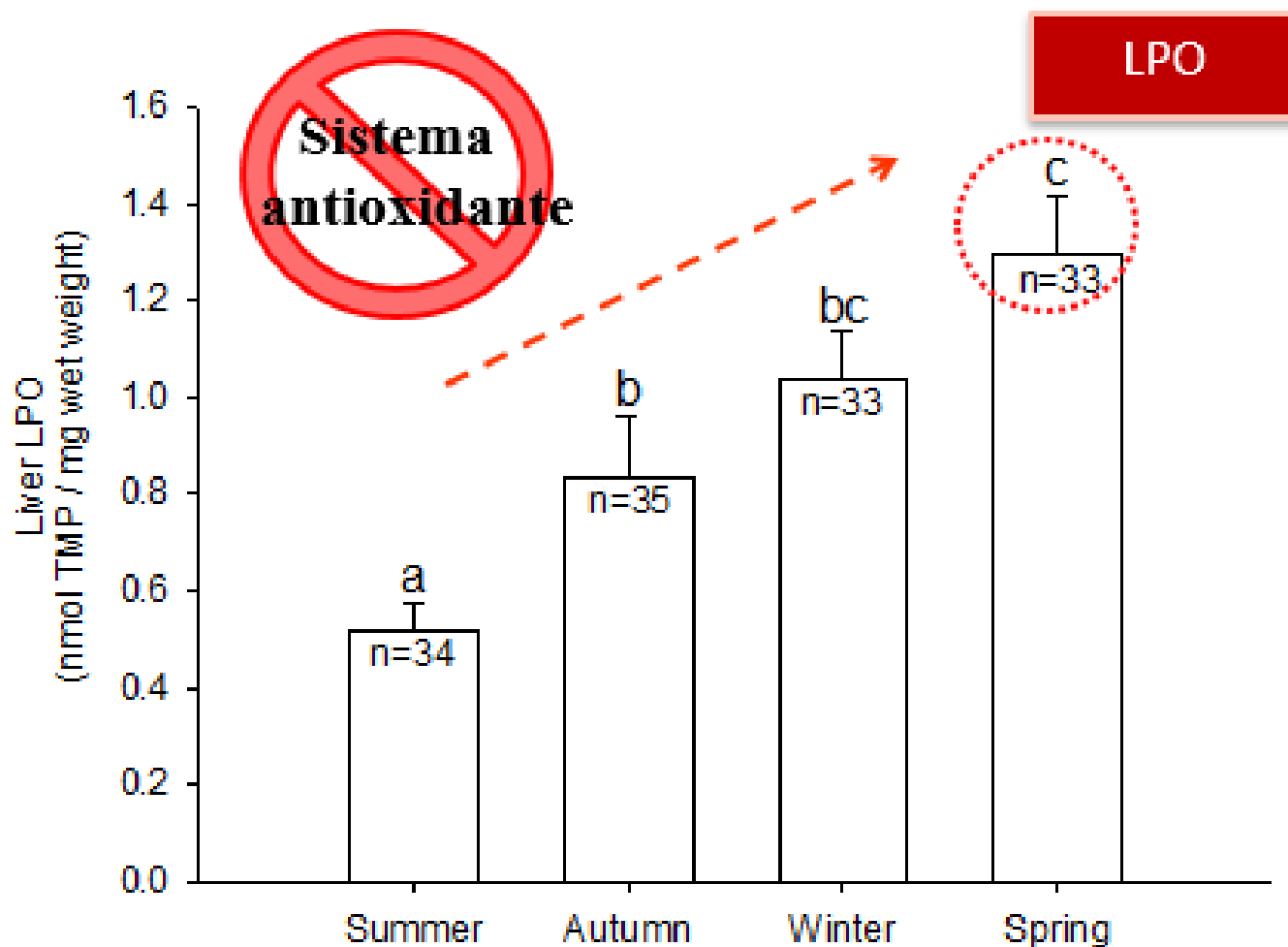


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

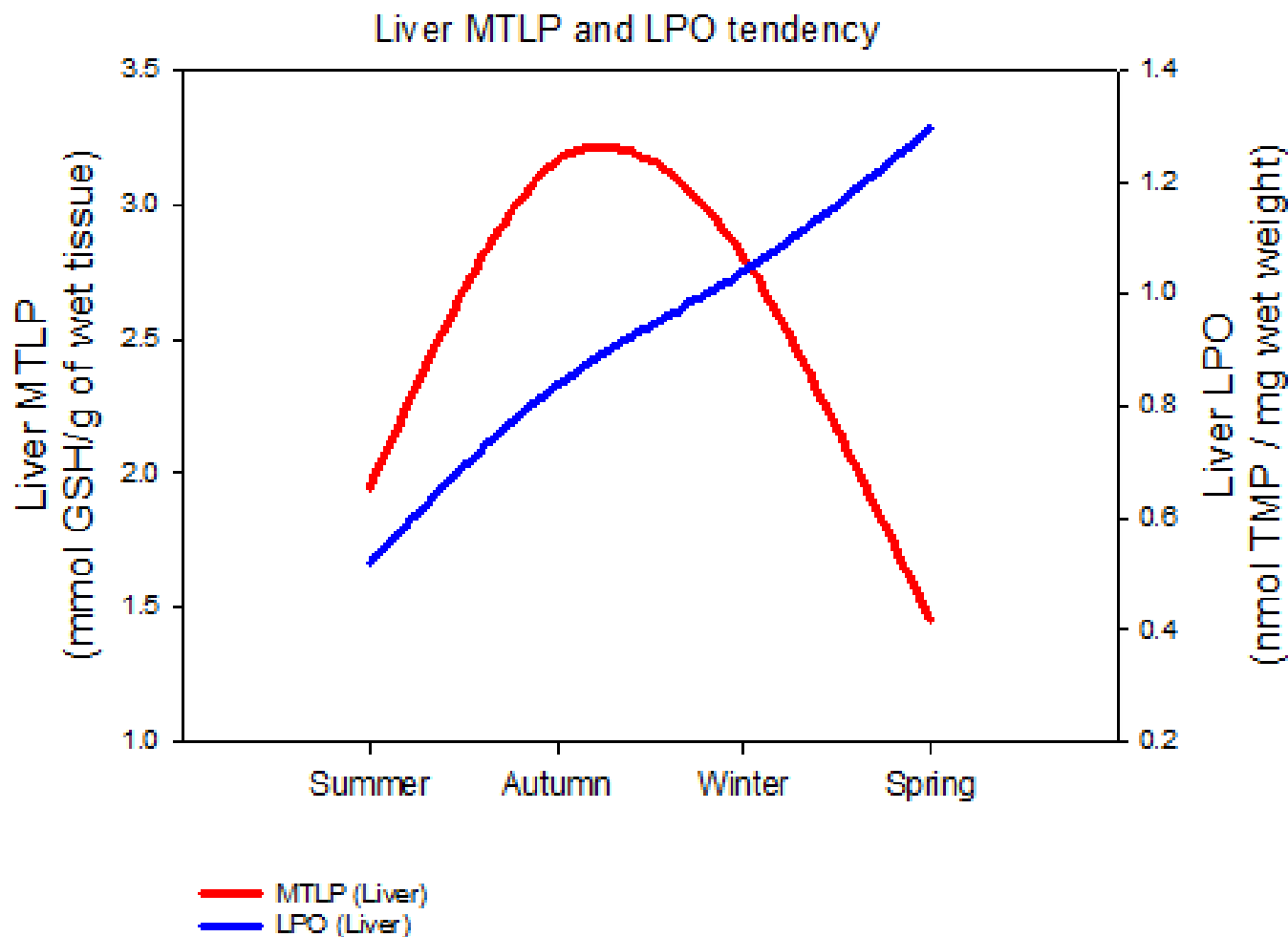


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

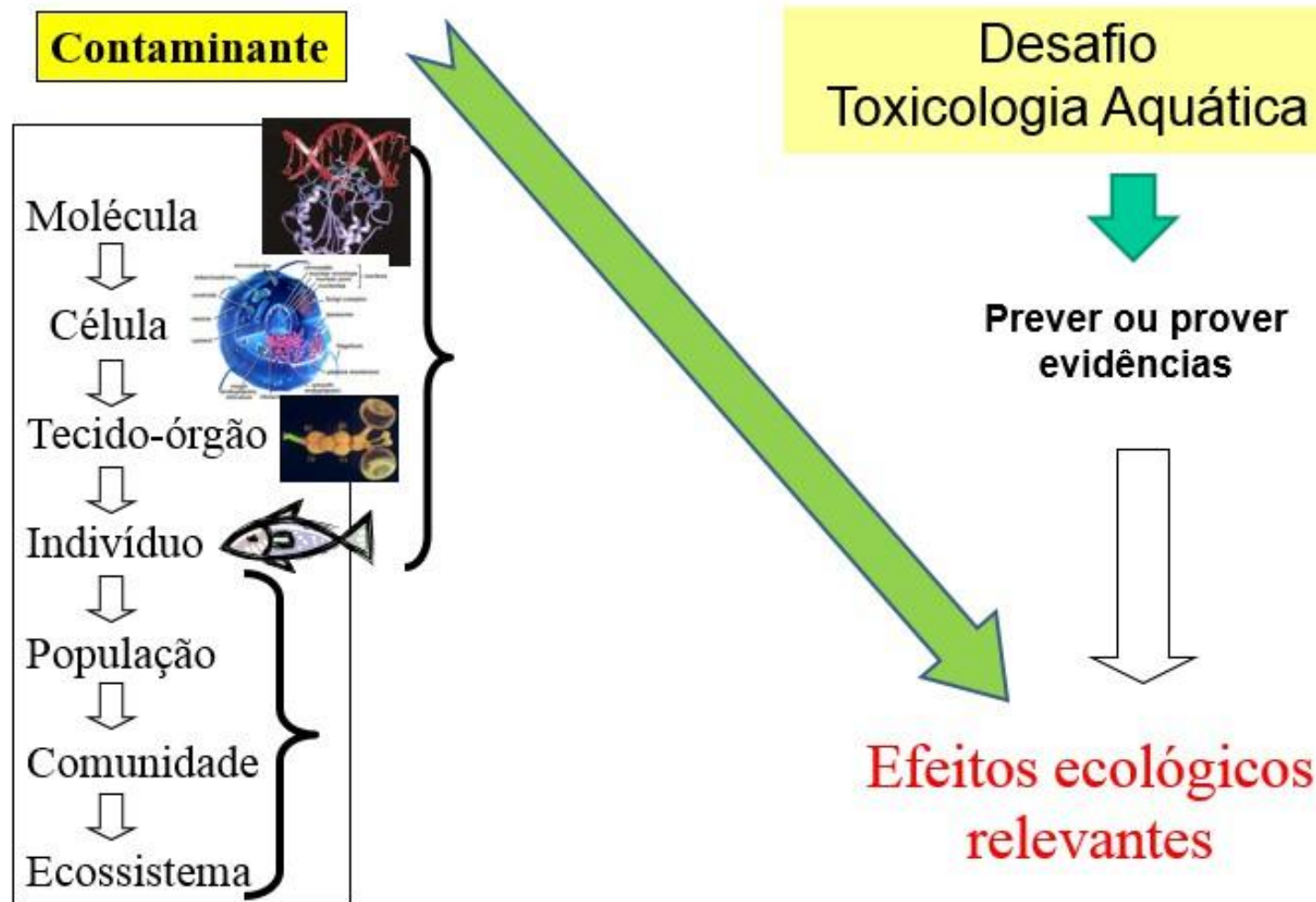


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



DESAFIO ECOTOXICOLÓGICO

- *Existe relação direta entre a resposta dos biomarcadores e efeitos detectáveis em níveis superiores da organização biológica (comportamento, população, comunidade e/ou ecossistema)?*
- *A qual contaminante as respostas dos biomarcadores estão associadas?*

ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



Foraminífero simbiote *Amphistegina lessonii*

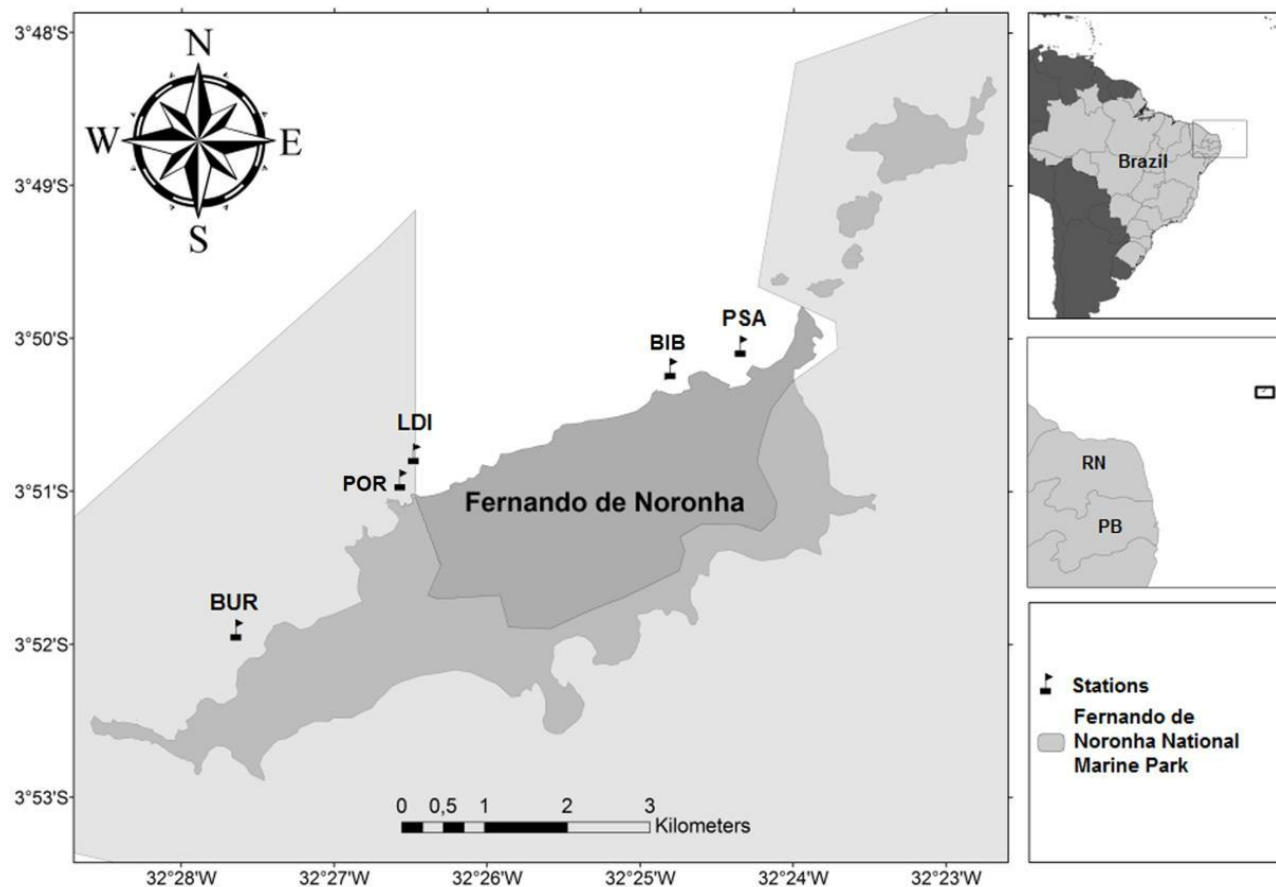


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



PSA = Porto Santo Antonio, BIB = Praia da Biboca: fora do PARNAMAR

POR = Baía dos Porcos, LDI = Lage Dois Irmãos, BUR = Buracão: dentro do PARNAMAR

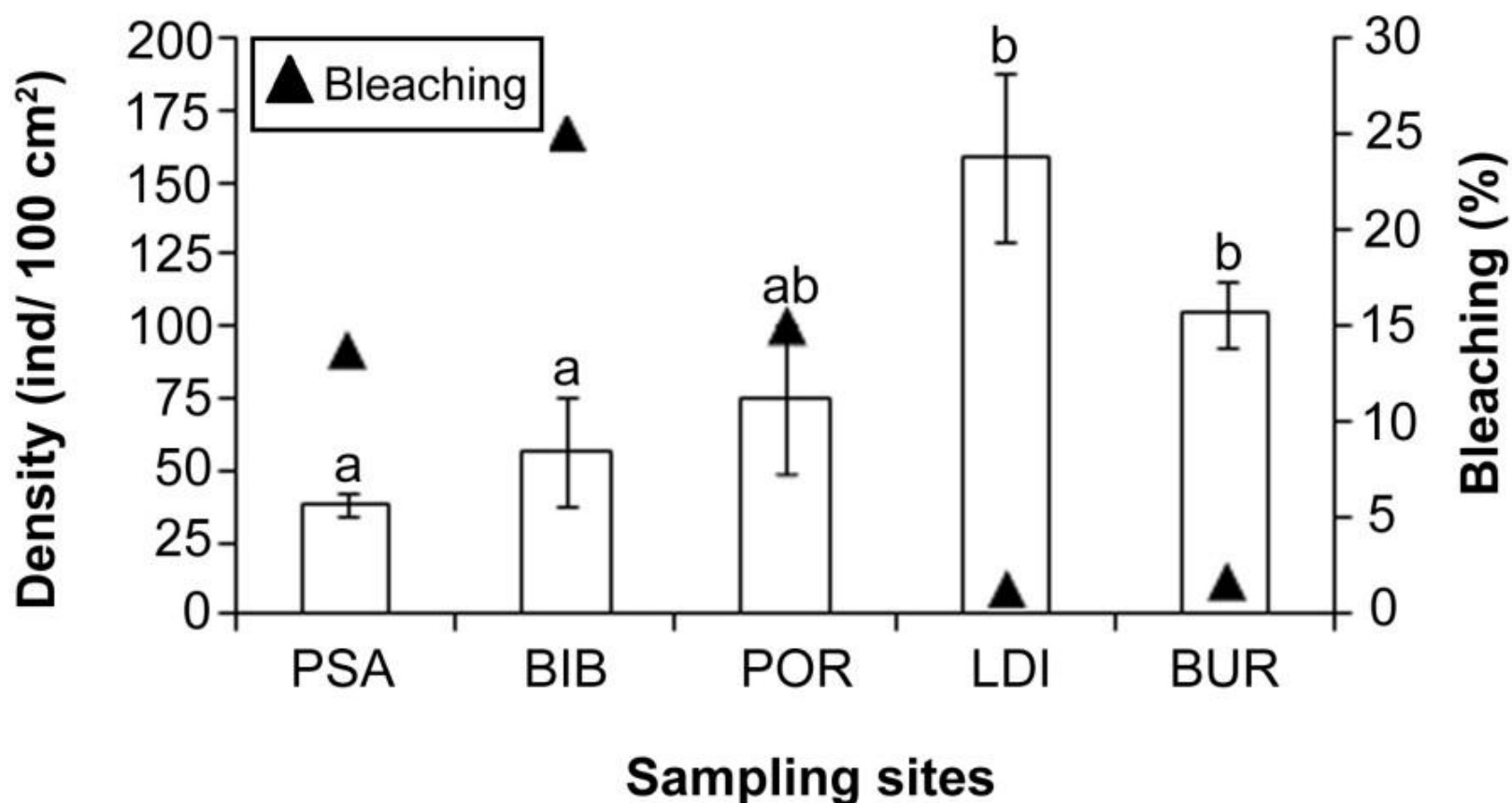
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio

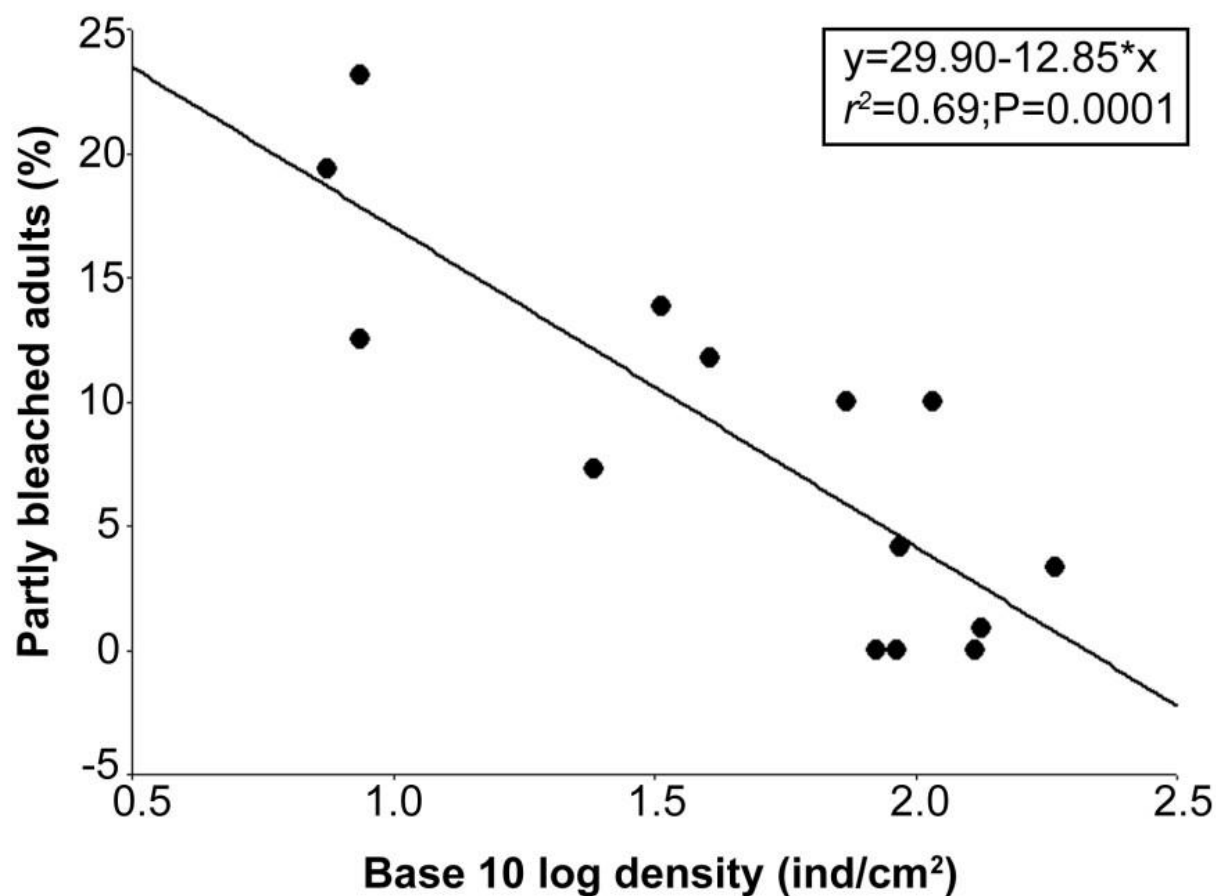


Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

BRANQUEAMENTO x DENSIDADE



BRANQUEAMENTO x DENSIDADE



Principais contaminantes aquáticos

Esgoto doméstico

Metais (Zn, Cu, Cd e Pb)

Hidrocarbonetos

Pesticidas



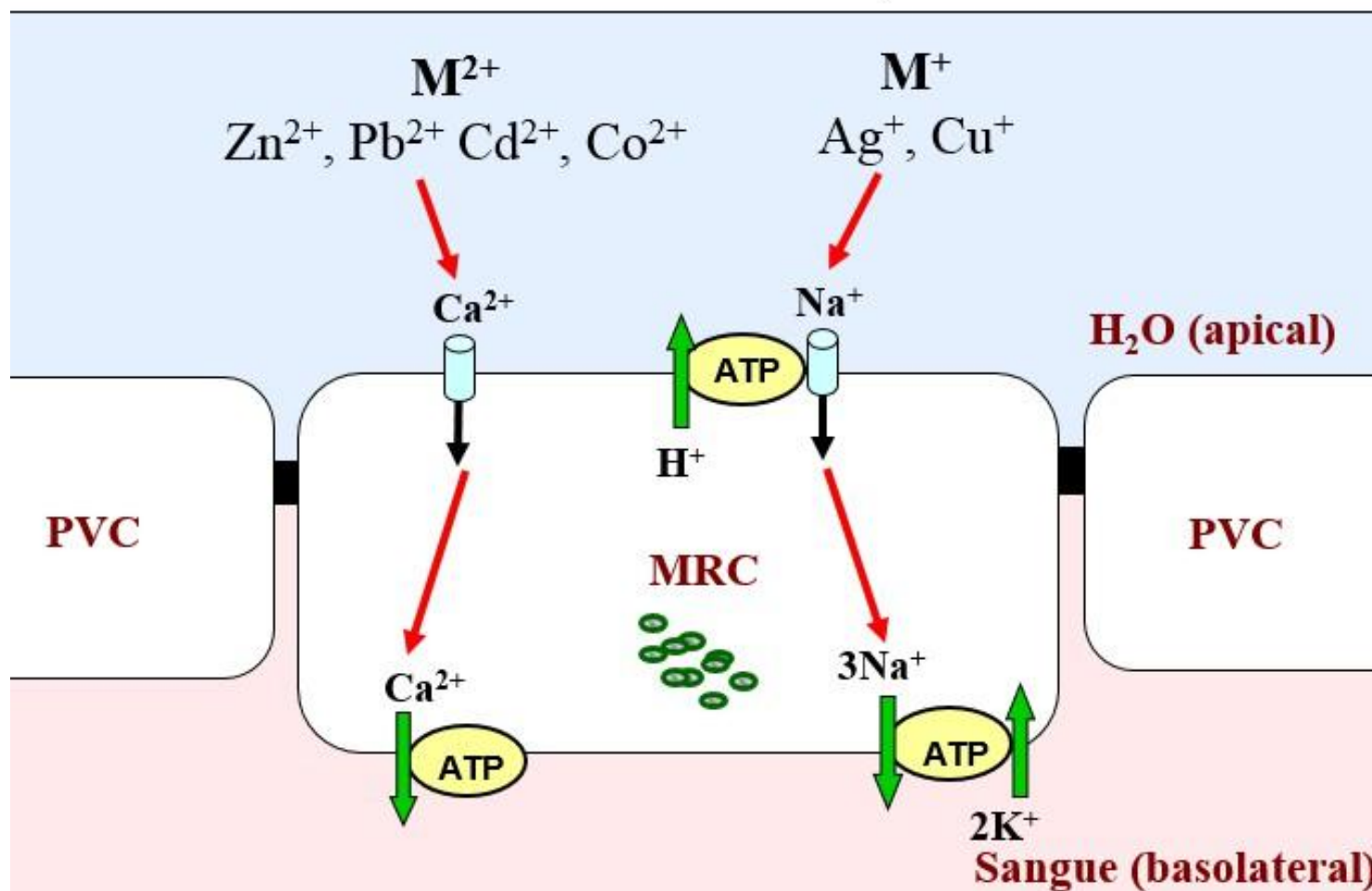
ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Parâmetros físico-químicos da água. Concentração média de metais e carbono orgânico dissolvido (COD) expressos em $\mu\text{g/L}$ e mg/L , respectivamente. Sal. = salinidade; OD = oxigênio dissolvido ($\text{mg O}_2/\text{L}$); TS = temperatura de superfície ($^{\circ}\text{C}$).

Local de amostragem	Zn	Cu	Cd	Pb	COD	pH	Sal.	OD	TS
PSA	113	14.5	16	172	7.25	8.1	37	5.5	26
BIB	113	12.0	19	254	8.10	8.0	36	5.9	27.1
POR	88	12.5	9	162	8.05	8.0	37	5.7	26.7
LDI	79	11.5	13	137	5.80	8.2	37	5.5	26.9
BUR	118	10.0	20	49	3.45	8.0	37	5.9	26

Efeitos dos Metais no Transporte Iônico



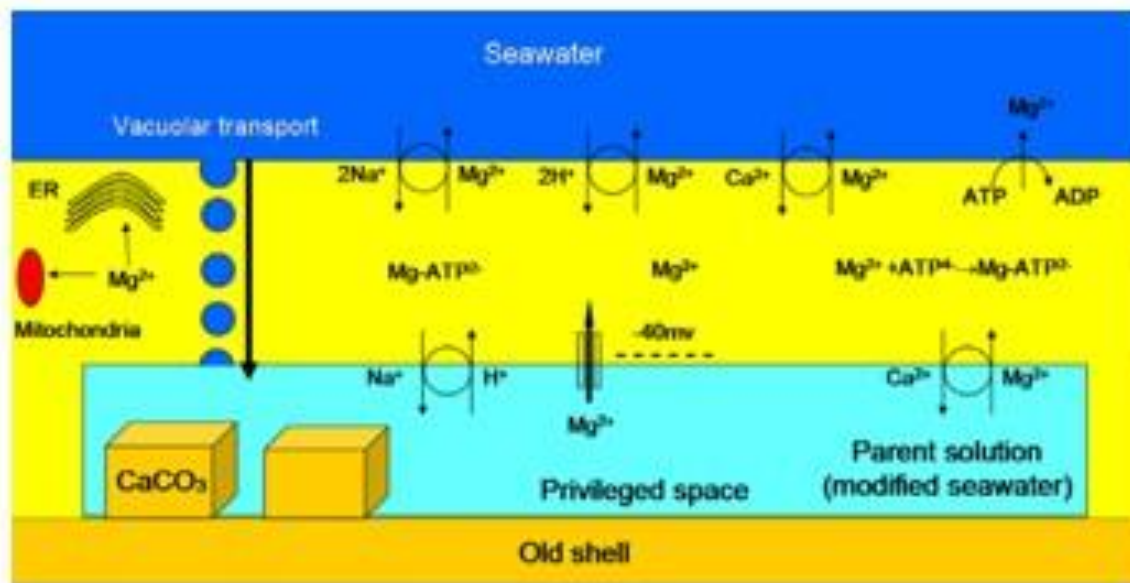
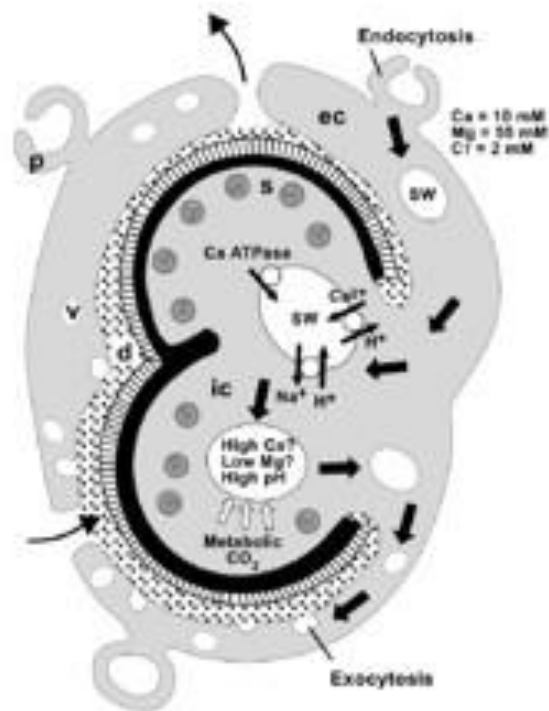
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

Enzimas envolvidas no transporte iônico

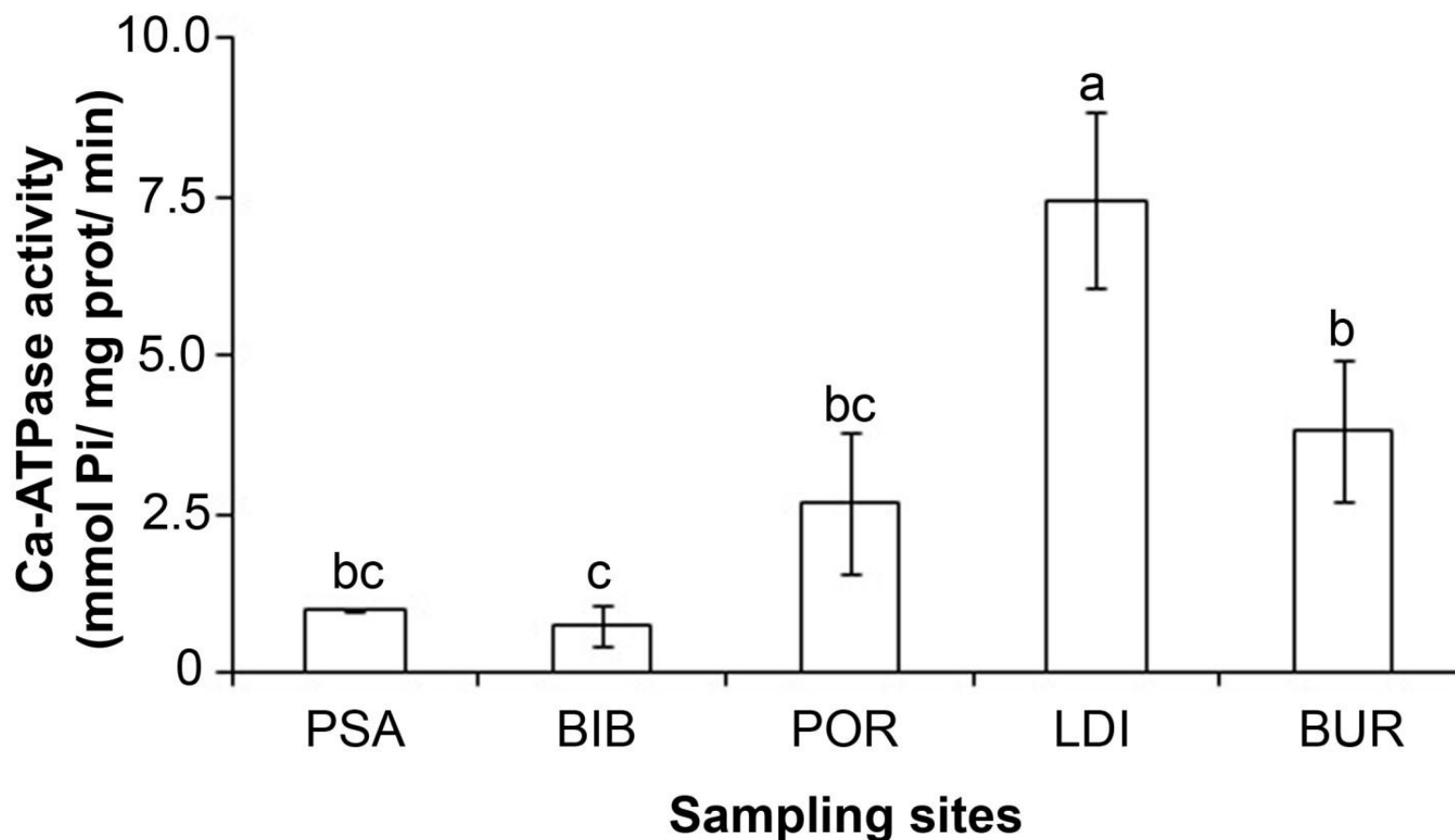


Processo de calcificação:

Ca^{2+} -ATPase e Mg^{2+} -ATPase

ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

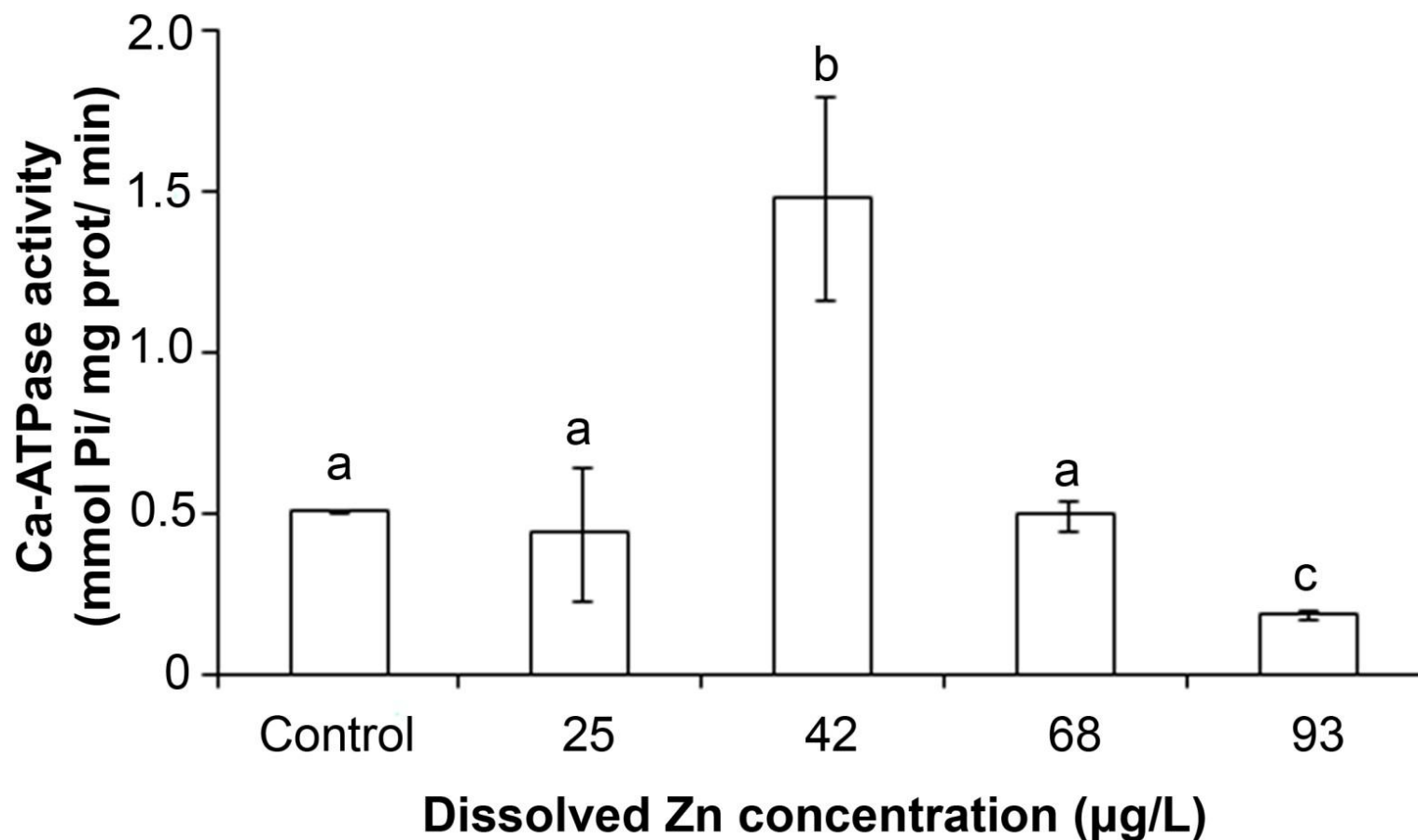


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

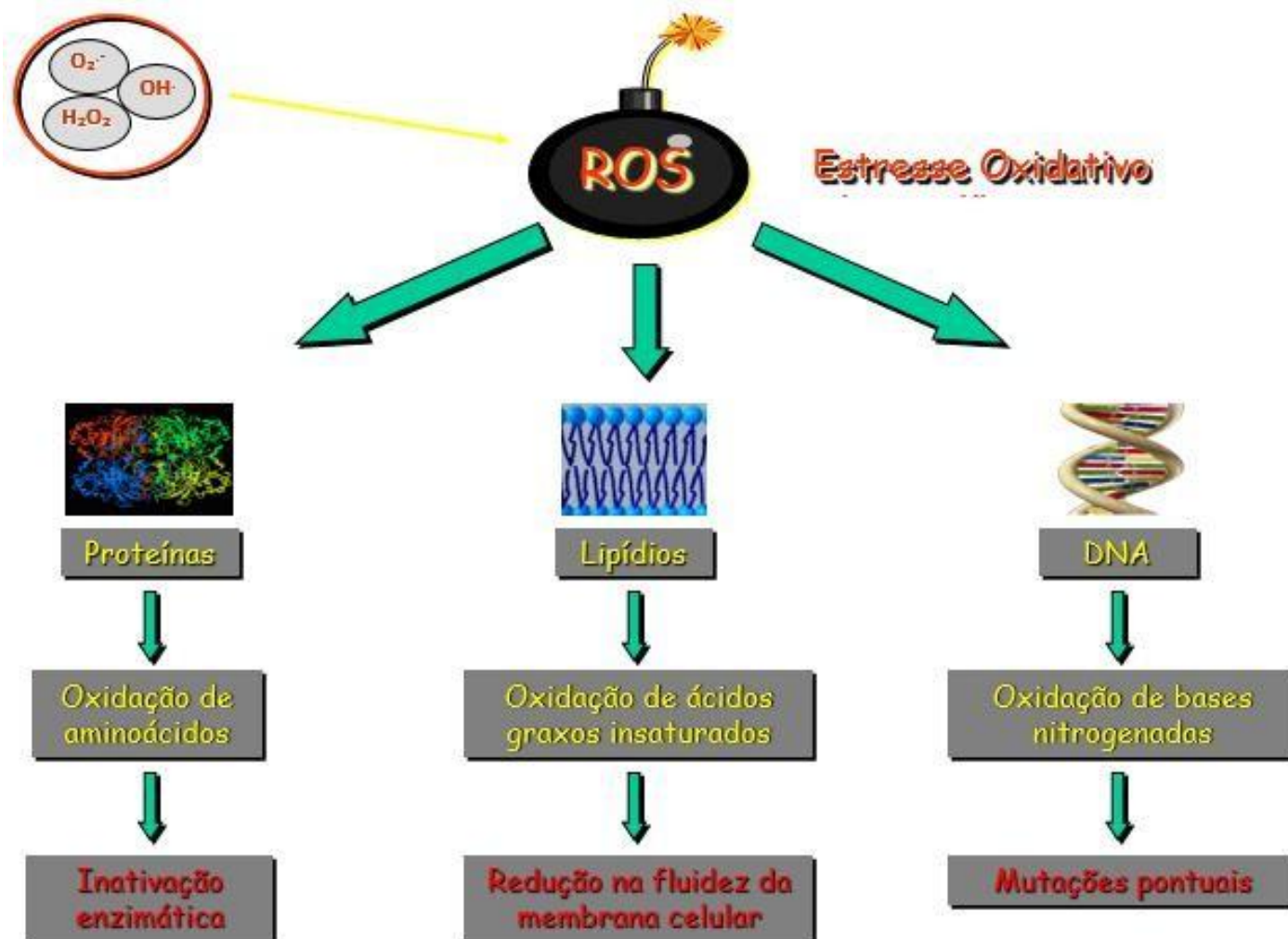


ROTEIRO DIDÁTICO

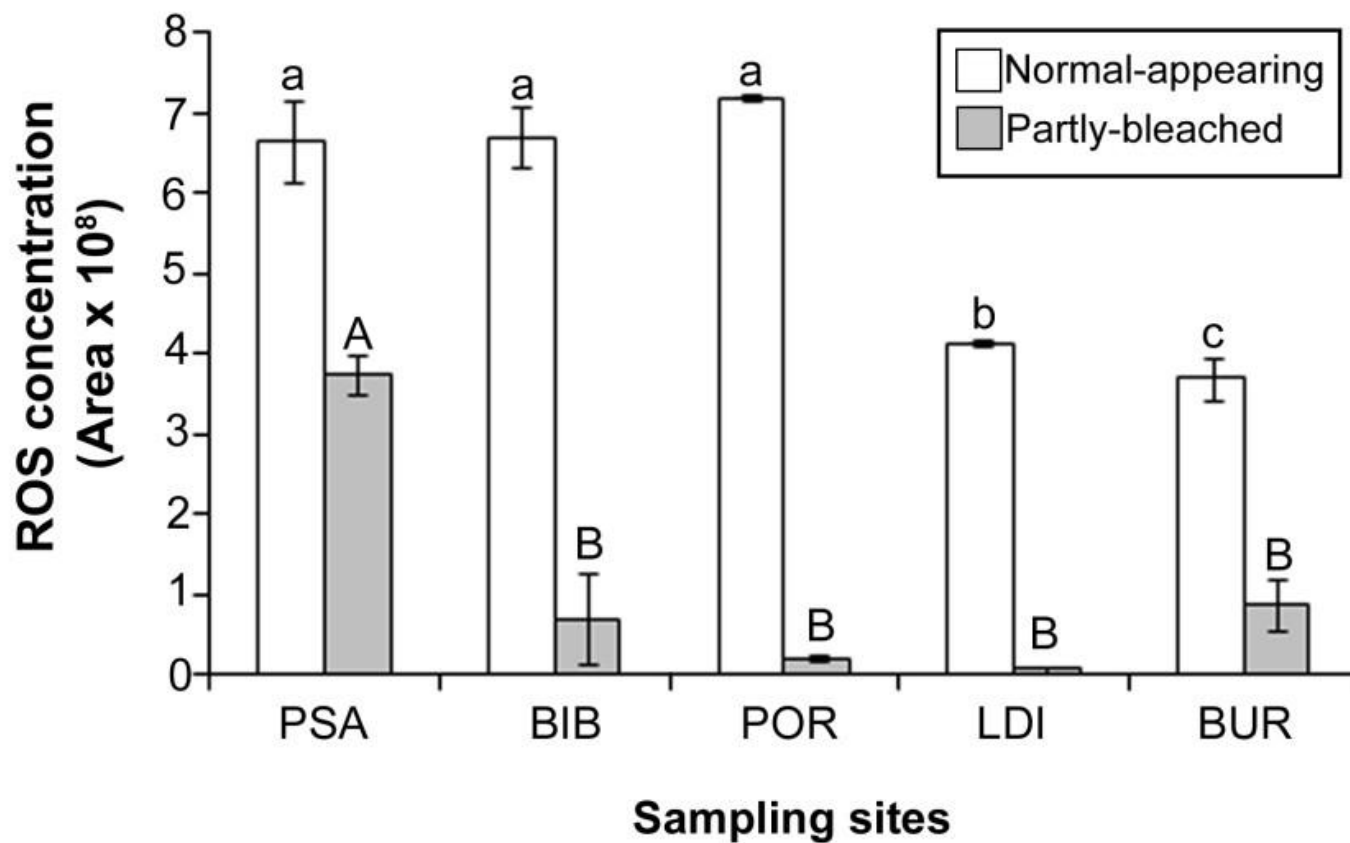
Apoio



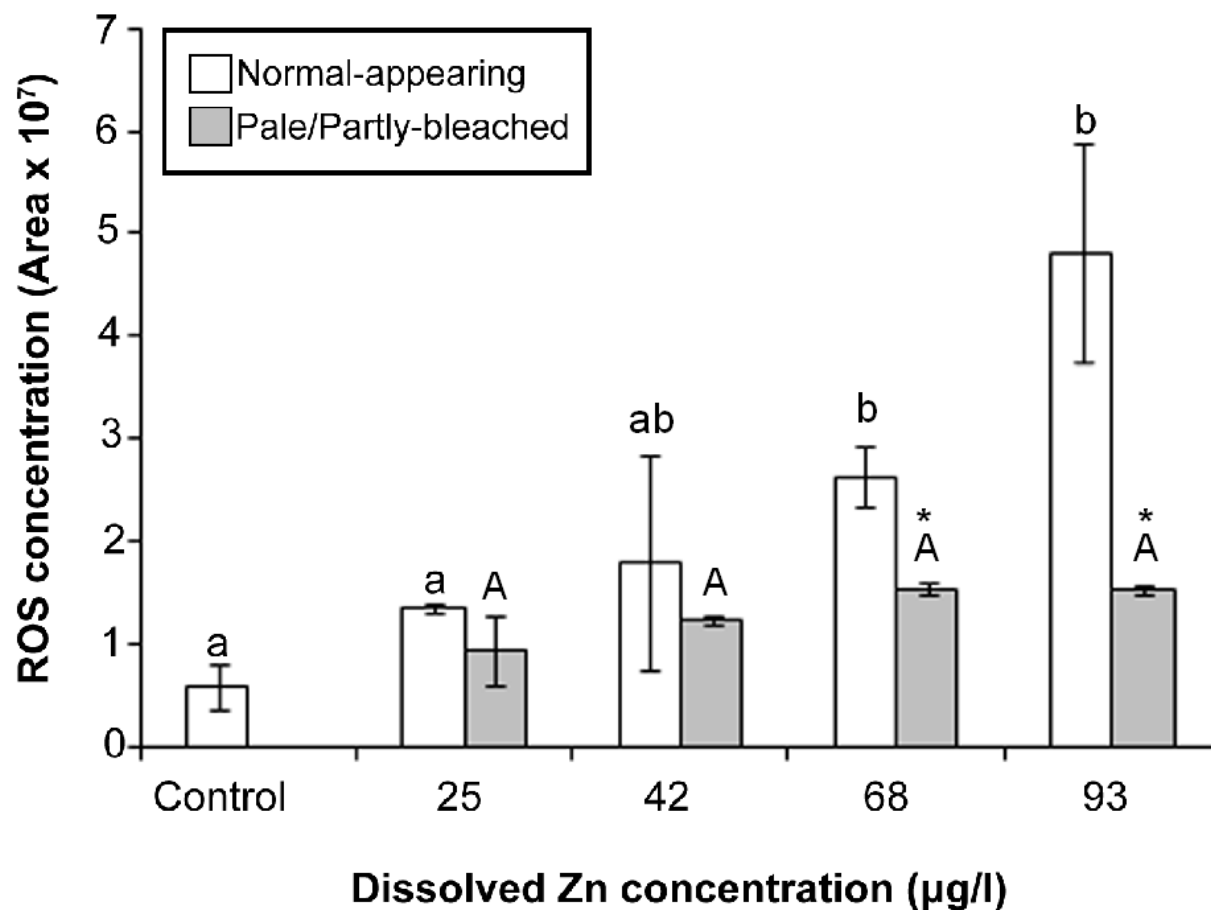
Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



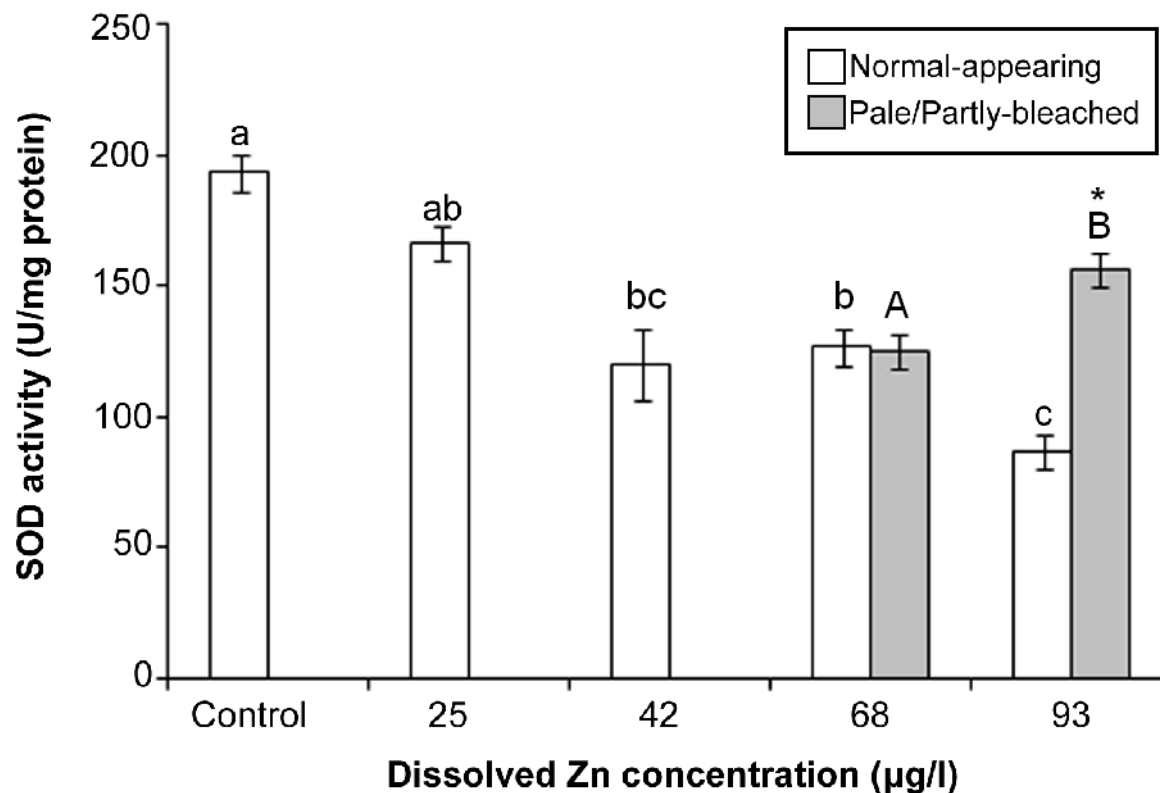
ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO (ROS)



ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO (ROS)



SUPERÓXIDO DISMUTASE (SOD)



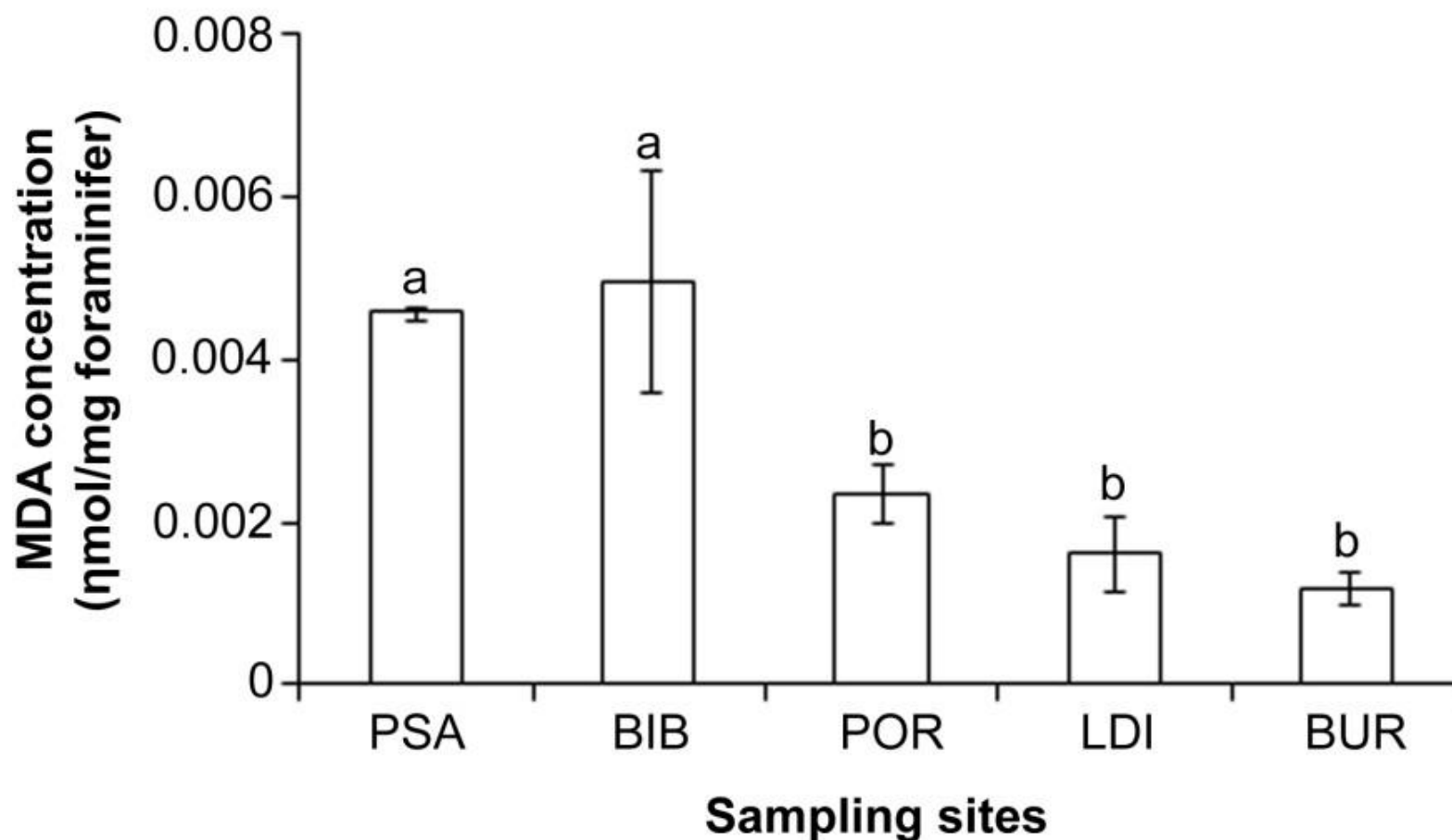
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

DANO OXIDATIVO EM LIPÍDIOS (LPO)

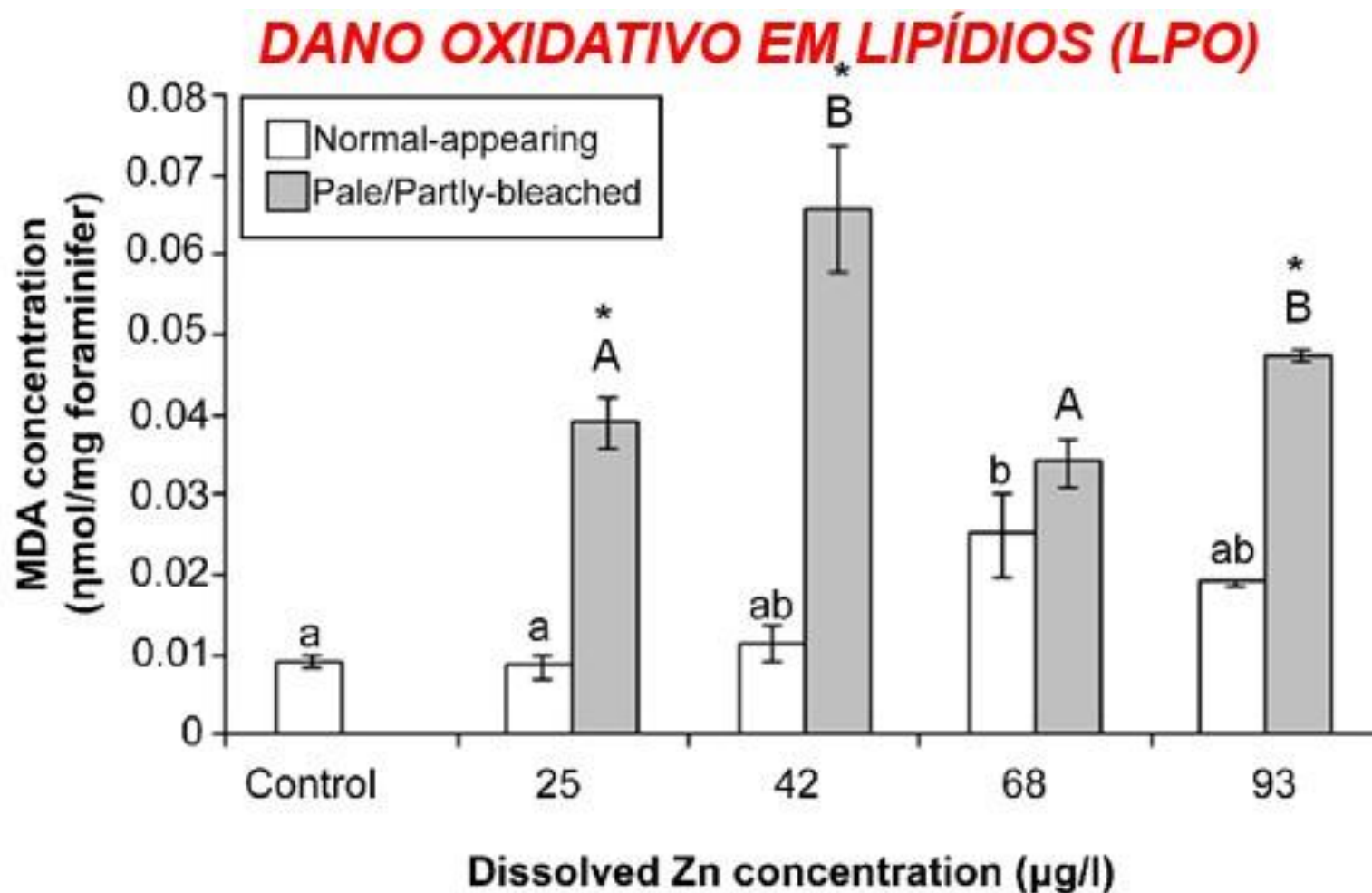


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

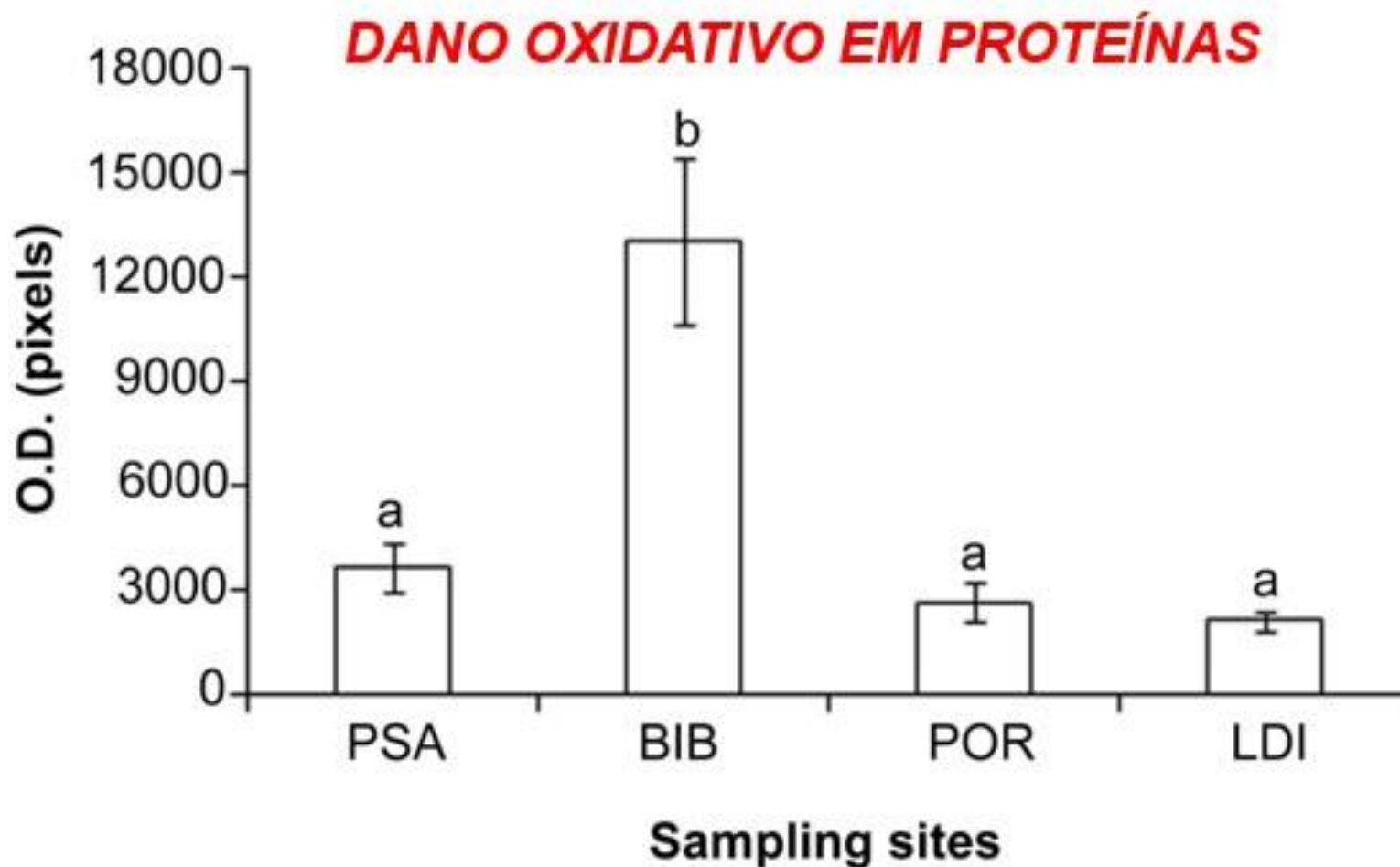


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio

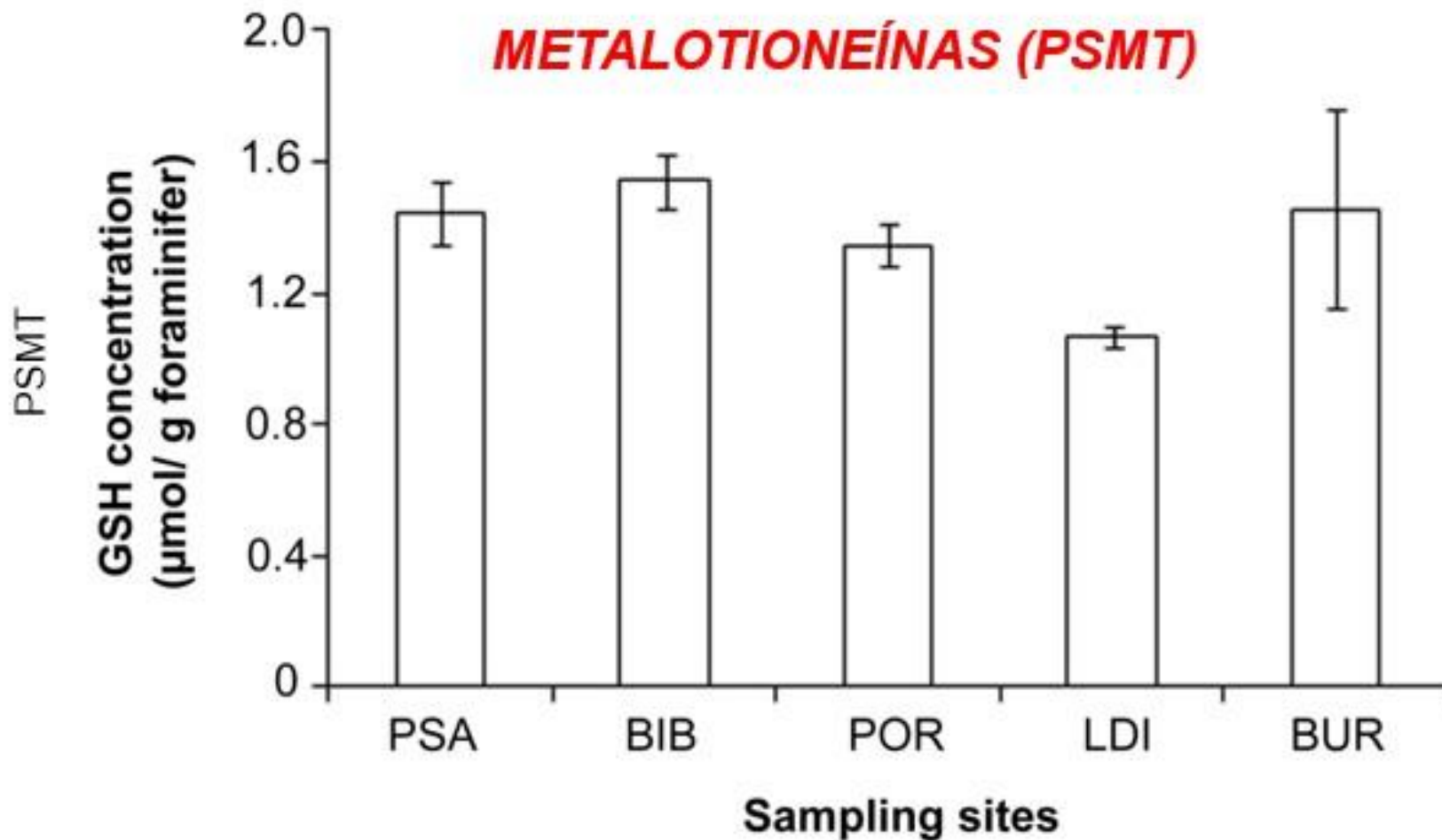


Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



ROTEIRO DIDÁTICO

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

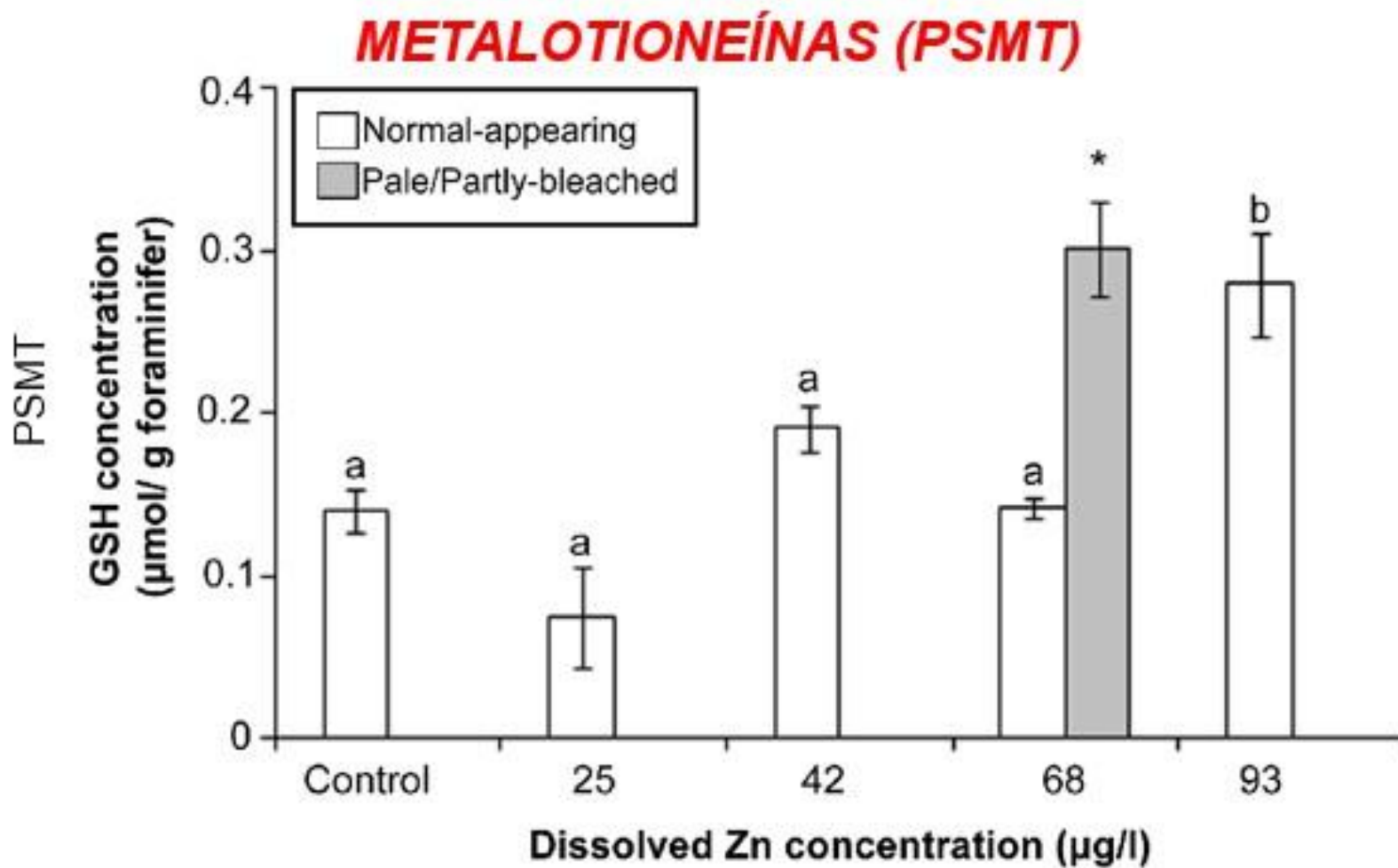


ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



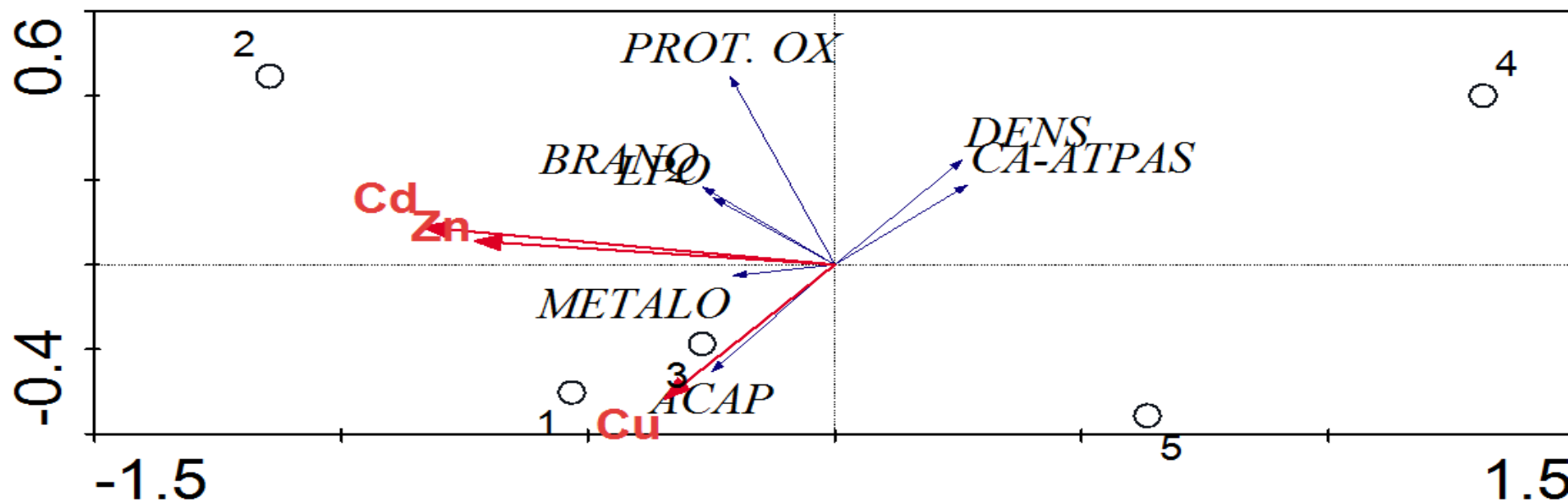
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

ANÁLISE DE REDUNDÂNCIA



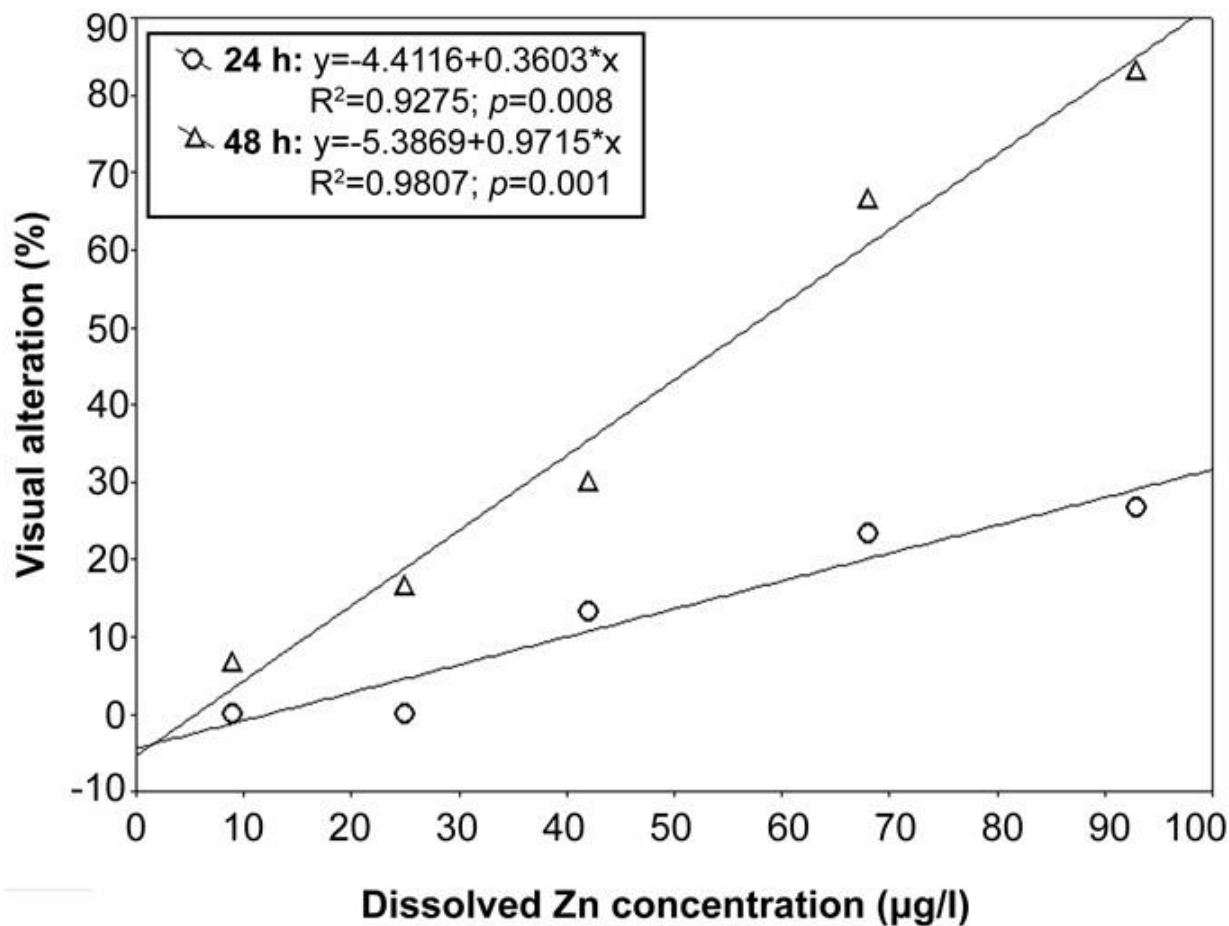
ROTEIRO DIDÁTICO

Apoio



Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos

BRANQUEAMENTO



DESAFIO ECOTOXICOLÓGICO

- *Existe relação direta entre a resposta dos biomarcadores e efeitos detectáveis em níveis superiores da organização biológica (comportamento, população, comunidade e/ou ecossistema)?*
- *A qual contaminante as respostas dos biomarcadores estão associadas?*

Alternativas para o monitoramento da qualidade de recursos hídricos



CONSELHO MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE COMDEMA

Criado pela Lei Municipal nº 3.832, de 26 de dezembro de 1983 / Reestruturado pela Lei Municipal nº 5.463, de 29 de novembro de 2000 / Decreto nº 7.669, de 26 de abril de 2001.

Resolução 002/2014

“DISPÕE SOBRE A UTILIZAÇÃO DO MODELO DO LIGANTE BIÓTICO E DOS BIOMARCADORES COMO FERRAMENTAS COMPLEMENTARES DE AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES PARA EMISSÃO DE EFLUENTES E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE E DAS OUTRAS PROVIDÊNCIAS”

o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – COMDEMA – de caráter deliberativo e normativo, nos termos do artigo 1º da Lei Municipal nº. 5.463, de 29 de novembro de 2000, responsável pela aprovação e acompanhamento da implementação da Política Municipal do Meio Ambiente, bem como dos demais planos afetos à área, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, **RESOLVE** que:

Art. 2º Os parâmetros de avaliação, as espécies indicadoras e as condições de avaliação são os definidos no anexo I desta Resolução.

SOLUÇÕES EDUCACIONAIS



Presenciais



A Distância



Customizadas



Lato e Stricto
Sensu

 **FaceEsesp**
esesp.es.gov.br