



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



"Testes toxicológicos e biomarcadores: uma abordagem integrativa no âmbito do INCT-TA"

Adalto Bianchini

Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Rio Grande, RS, Brasil
adaltobianchini@furg.br



FURG



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



PARADIGMA DA ECOTOXICOLOGIA

reprodução, alimentação

BIOTA

triângulo
ecotoxicológico

AMBIENTE

salinidade, temperatura

CONTAMINANTES

aporte variado



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



Legislação Ambiental



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



Legislação Ambiental

CAPÍTULO I

DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



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.



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



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.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



Alternativas para o monitoramento da qualidade da água

- *Medidas diretas*
- *Testes toxicológicos*
- *Biomarcadores*



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Alternativas para o monitoramento da qualidade da água

- *Medidas diretas*
 - *Testes toxicológicos*
 - *Biomarcadores*
- } *Modelagem ecotoxicológica*



inct

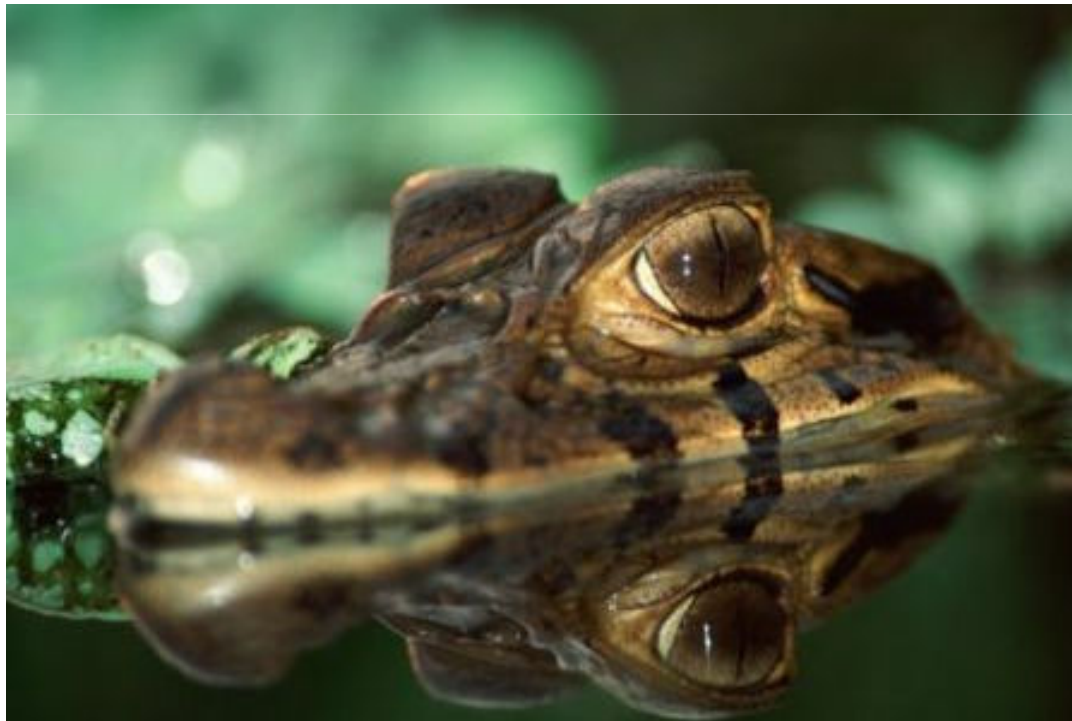
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



METAIS

Biodisponibilidade versus Bioacumulação



Concentração

Complexação

Competição



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Concentração

Concentração total *versus* Concentração dissolvida

- Sedimentos em suspensão (adsorção/desorção)
 - Matéria orgânica particulada (adsorção/desorção)
 - Matéria orgânica dissolvida (complexação)
 - Composição iônica (complexação)
 - Íon livre
- Fase particulada*
($> 0,45 \mu\text{m}$)
- Fase dissolvida*
($< 0,45 \mu\text{m}$)



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Complexação (Especiação)

Formas complexadas *versus* Formas livres

- **Matéria orgânica dissolvida (complexos)**
- **Composição iônica – ânions (complexos)**
- **pH e temperatura (formas livres)**



*Fase dissolvida
(biodisponibilidade)*



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Biodisponibilidade

- ***Concentração na fase dissolvida***
- ***Complexação (Especiação)***

Propriedades físico-químicas do meio

Matéria orgânica dissolvida (complexos)

Composição iônica – ânions (complexos)

pH e temperatura (formas livres)



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Bioacumulação

- *Biodisponibilidade (complexos e formas livres)*
- *Competição (cátions na água x íons metálicos livres)*

Propriedades físico-químicas do meio

Composição iônica (concentração de cátions)

Propriedades biológicas dos animais

Sítios de ligação nas membranas e moléculas



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Toxicidade

- Bioacumulação

Biodisponibilidade (concentração e complexação/especiação)

Competição pelos sítios de ligação

- Mecanismo de toxicidade do metal

Bioacumulação no sítio de toxicidade



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Legislação Ambiental - Limitações

- Concentração de metais na fase dissolvida:

não determina por si só a biodisponibilidade.

não determina por si só a bioacumulação.

não determina por si só a toxicidade.

- Padrões de qualidade focados nas classes e uso das águas:

considera parcialmente as propriedades físico-químicas do meio.

considera parcialmente as propriedades biológicas dos animais.



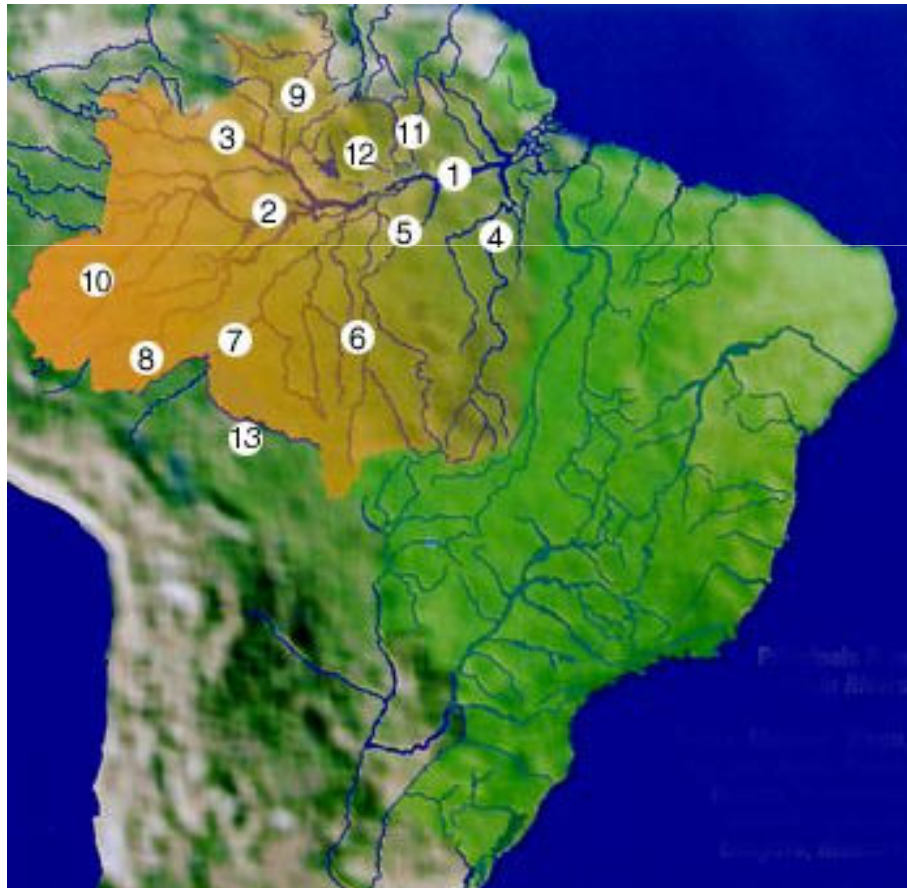
inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



BACIA AMAZÔNICA



1. Rio Amazonas
2. Rio Solimões
3. Rio Negro
4. Rio Xingu
5. Rio Tapajós
6. Rio Jurema
7. Rio Madeira
8. Rio Purus
9. Rio Branco
10. Rio Juruá
11. Rio Trombetas
12. Rio Uatumã
13. Rio Mamoré



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



ENCONTRO DAS ÁGUAS

Rios Negro e Solimões





inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS)



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



MODELO DO LIGANTE BIÓTICO (BLM)

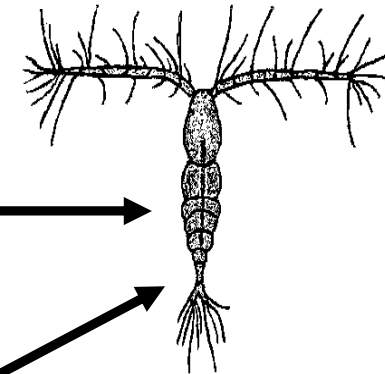
FORMAÇÃO DE
COMPLEXOS
METÁLICOS

POC }
DOC }

Na^+ } **cátions**
 H^+ }

Me^{2+}

LIGAÇÃO
COMPETITIVA NOS
SÍTIOS ATIVOS



CO_3^{2-} }

Cl^- }

⋮

⋮

etc.

ânions

Ca^{2+} }

Mg^{2+} }

dureza



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



Biodisponibilidade x Bioacumulação x Toxicidade

Biodisponibilidade

Concentração dissolvida e as propriedades físico-químicas do meio.

Bioacumulação

Propriedades físico-químicas do meio e biológicas do animal.

Toxicidade

Bioacumulação no sítio de toxicidade.

Mecanismo de ação do contaminante.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



CONCLUSÃO

A modelagem ecotoxicológica pode ser utilizada com sucesso no monitoramento da qualidade ambiental, desde que considere adequadamente os aspectos físico-químicos e biológicos do ecossistema em avaliação.



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



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.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



Alternativas para o monitoramento da qualidade da água

- *Medidas diretas*
- *Modelagem Ecotoxicológica*
- *Biomarcadores*



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



BIOMARCADORES

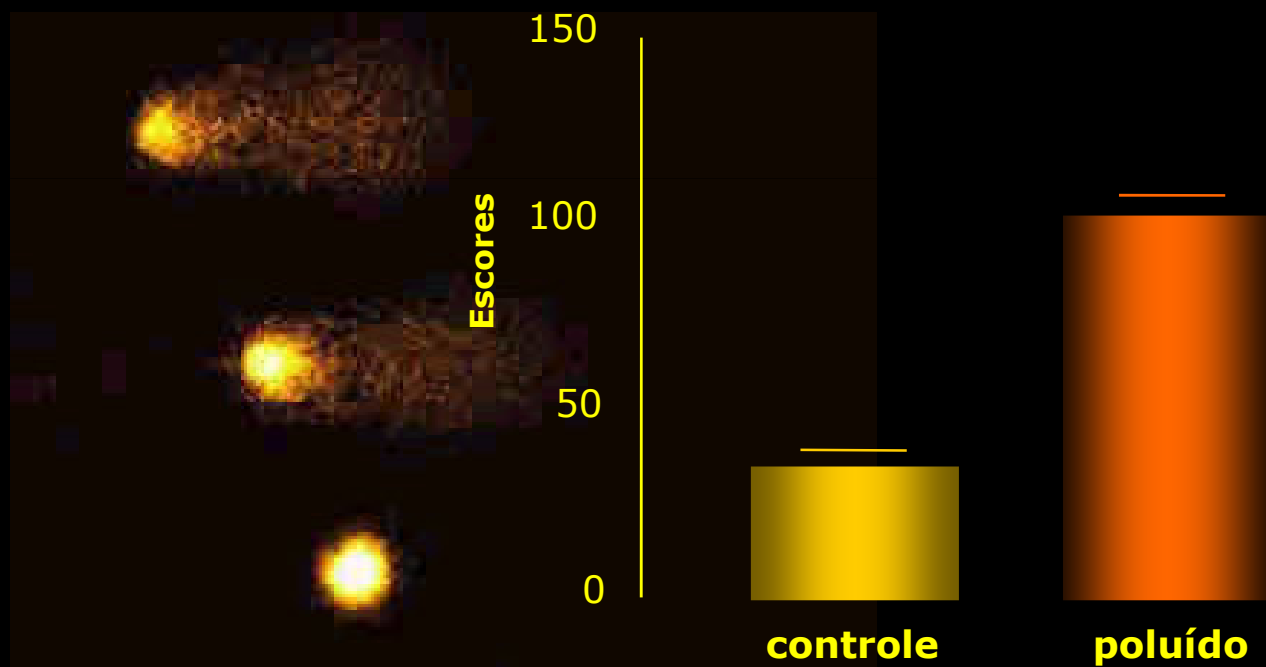
Biomarcadores são alterações biológicas nos fluídos corporais, células ou tecidos indicativas da exposição a concentrações sub-letais de poluentes ambientais, detectadas em nível molecular, celular e fisiológico (Livingstone 1993; Walker et al., 1996).



Que biomarcadores utilizar?

- I. Citopatologia e Histopatologia (comprometimento estrutural de órgãos e sistemas)**
- II. Neurotoxicidade (alteração no funcionamento do sistema nervoso periférico e central)**
- III. Estresse Oxidativo (danos de macromoléculas: lipídios, proteínas e DNA)**
- IV. Osmoregulação e Nefrotoxicidade (perda parcial ou total de adaptação a variações de salinidade)**
- V. Genotoxicidade (danos à estrutura do material genético)**
- VI. Imunologia Inespecífica (imunossupressão)**

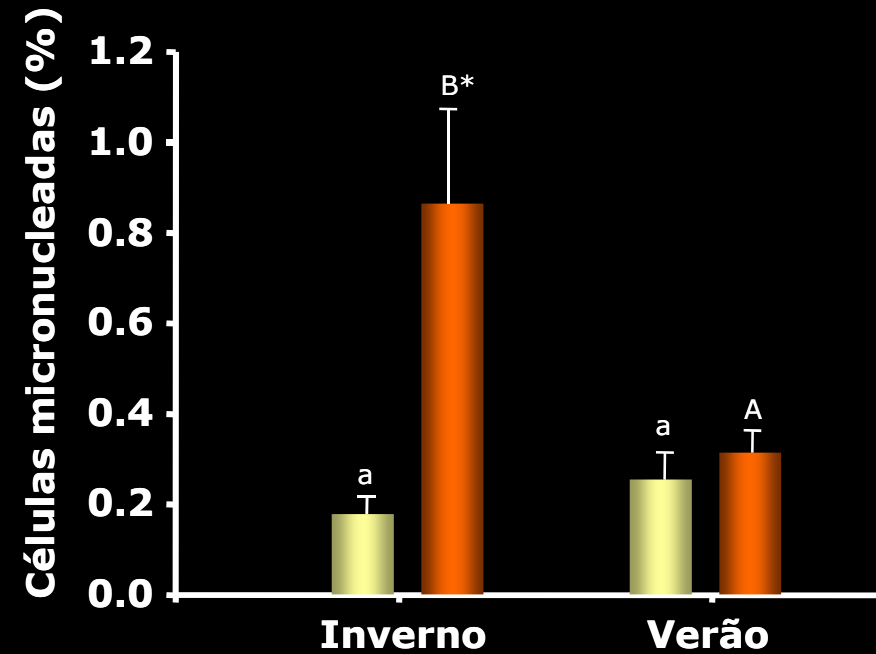
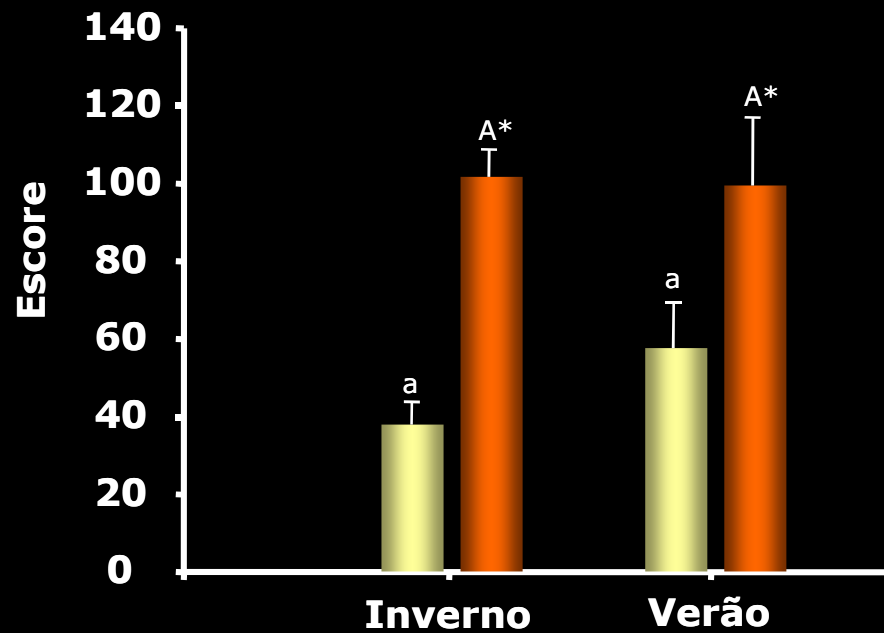
Dano de DNA (Ensaio cometa)



Dano de DNA – *Micropogonias furnieri* - RS

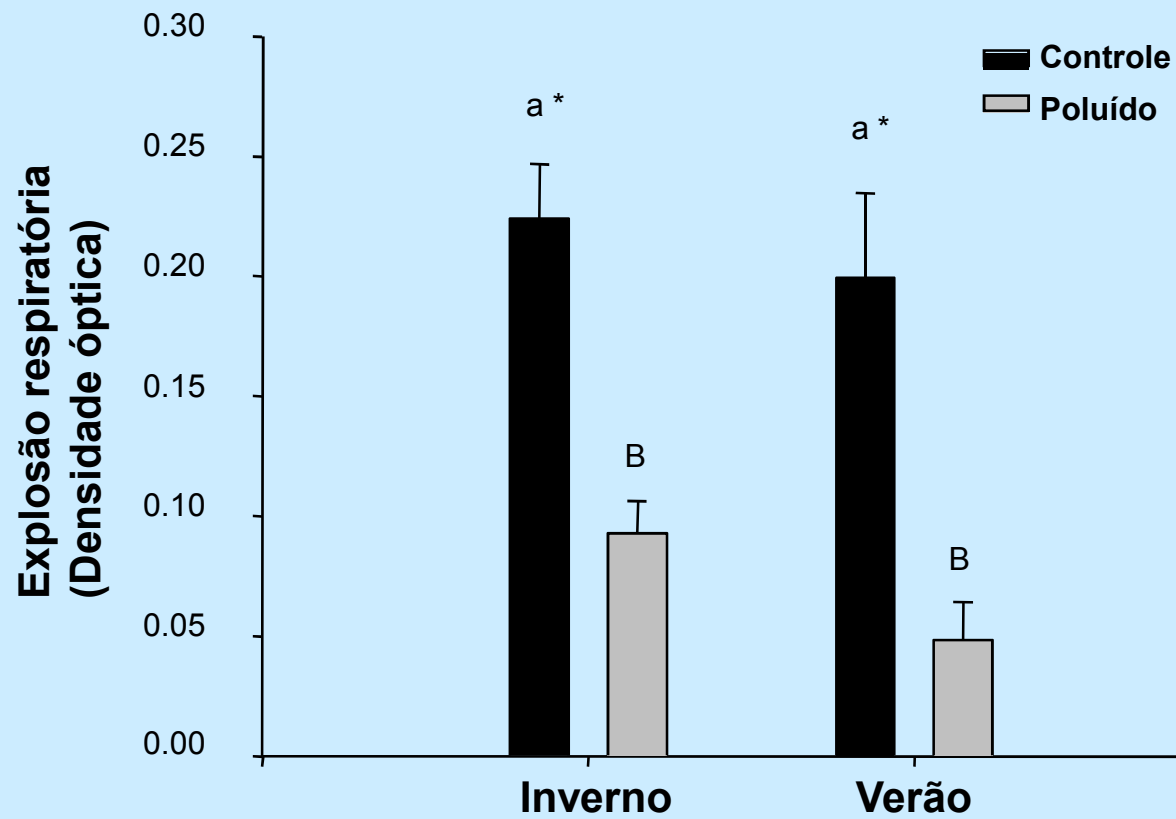


■ Controle
■ Poluído



Explosão respiratória

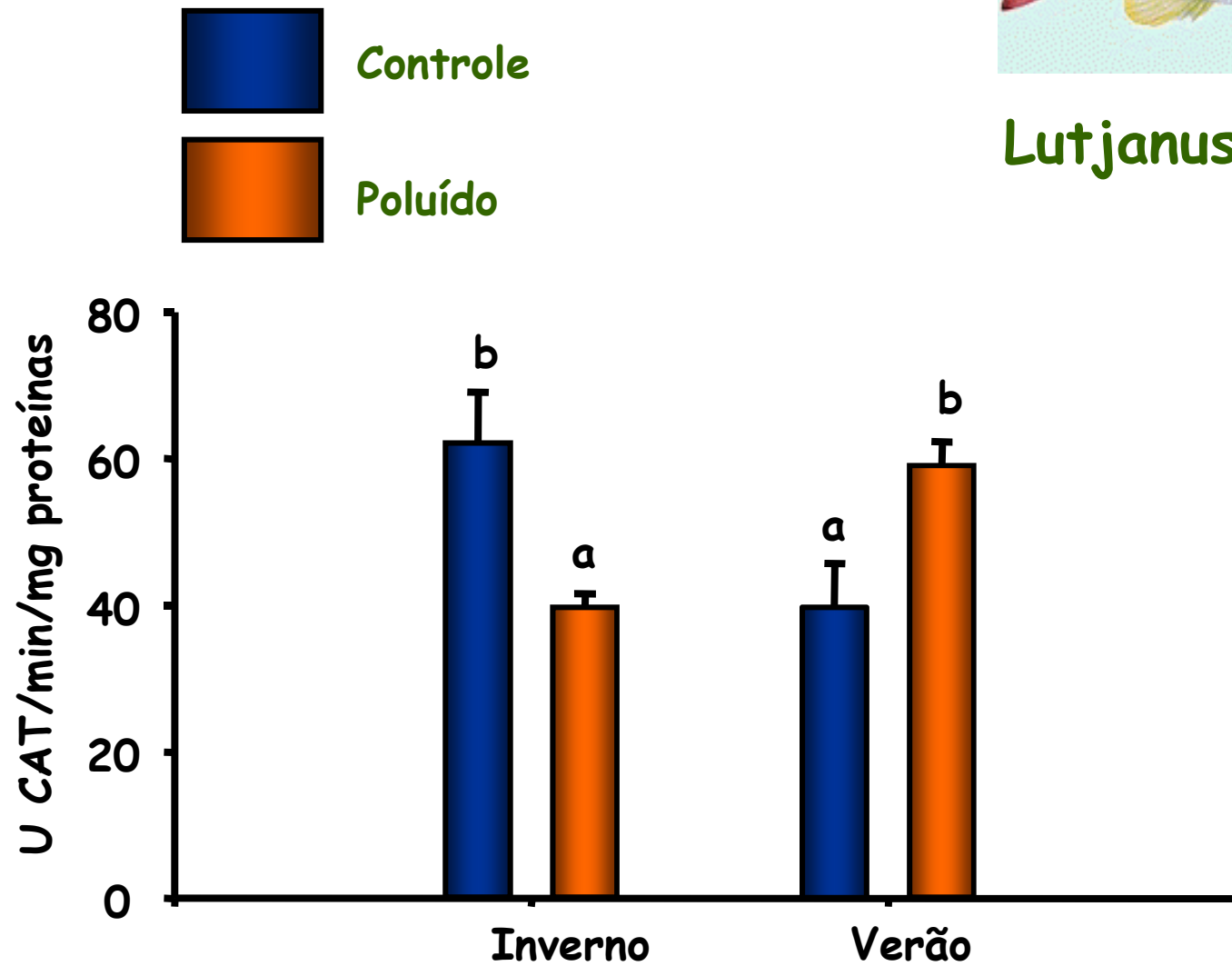
Micropogonias furnieri - RS



CATALASE



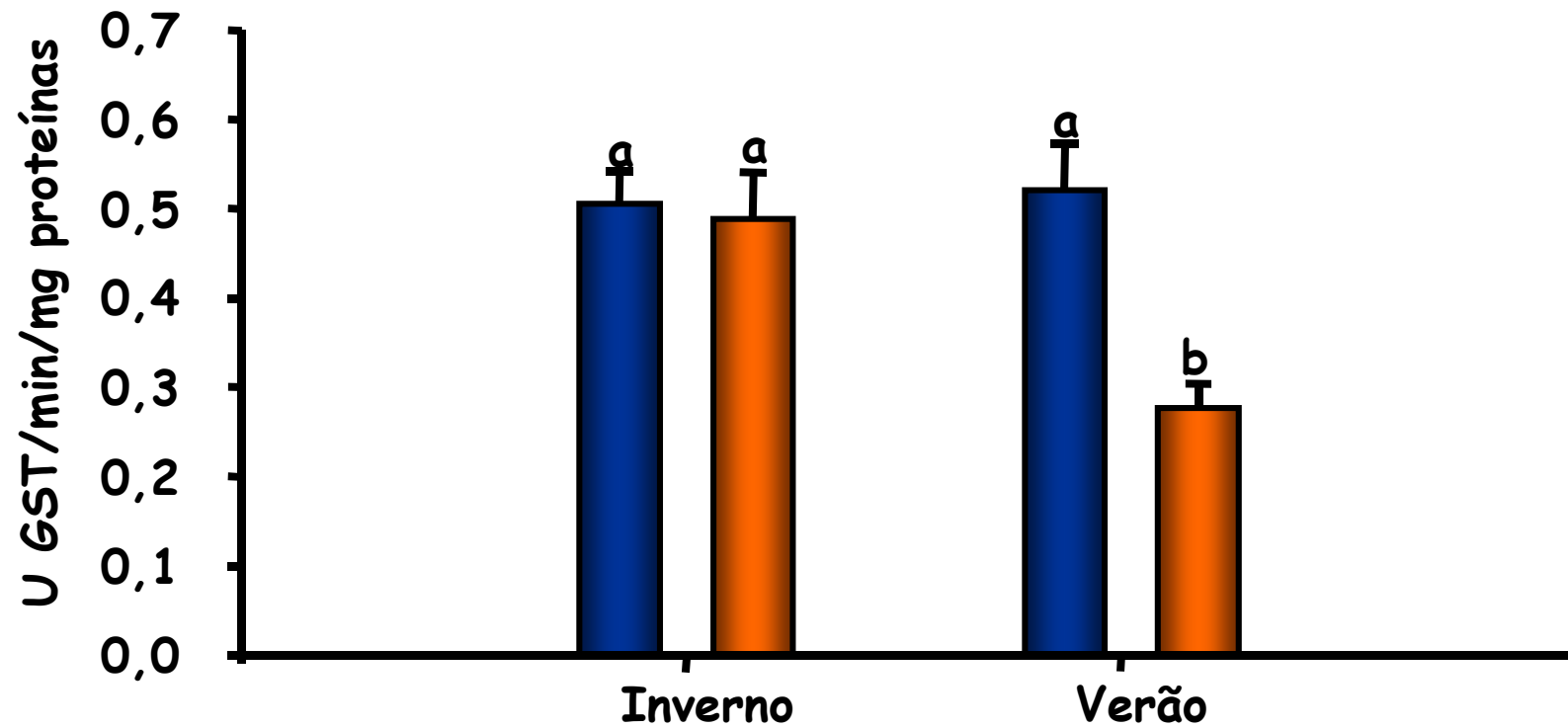
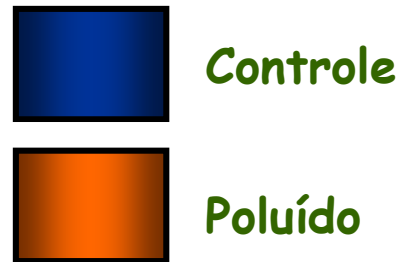
Lutjanus synagris



GST



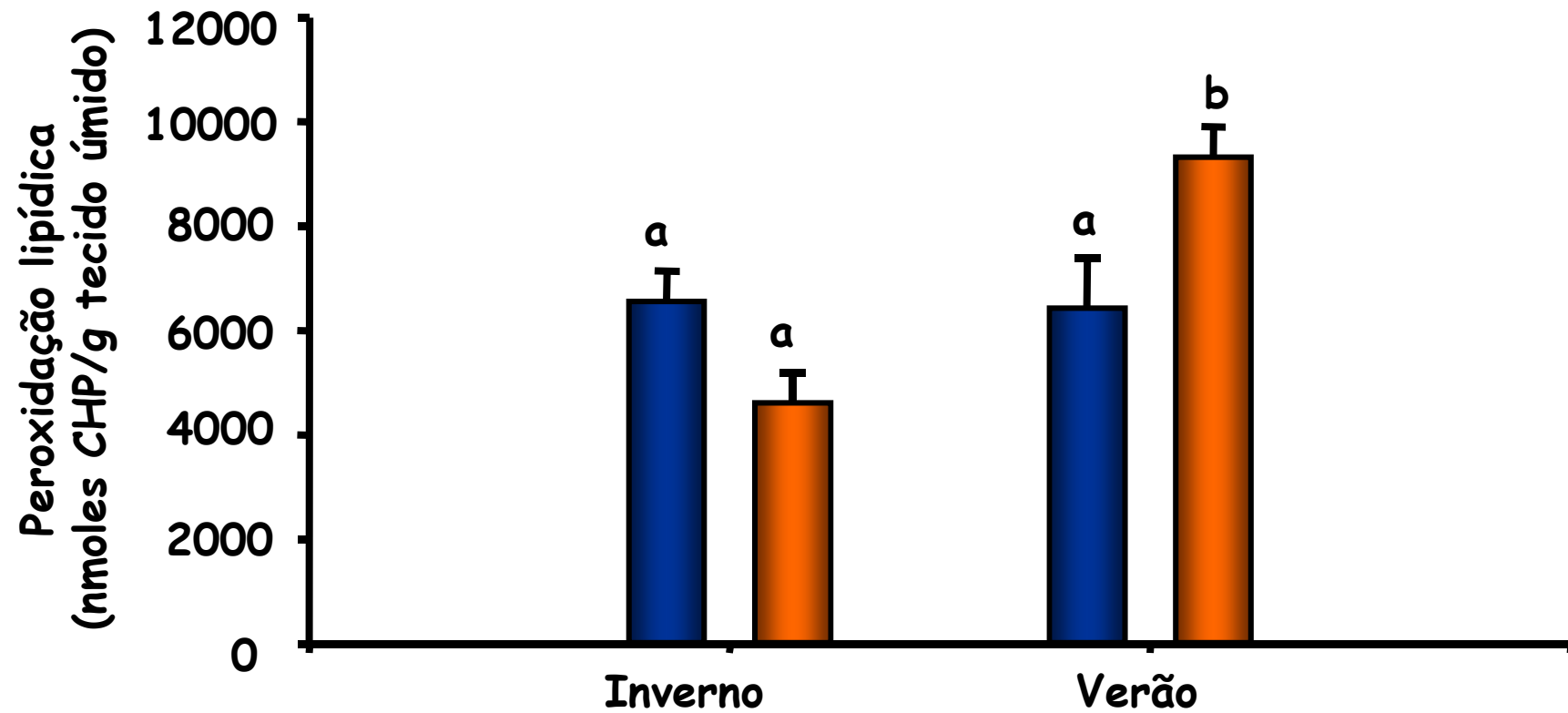
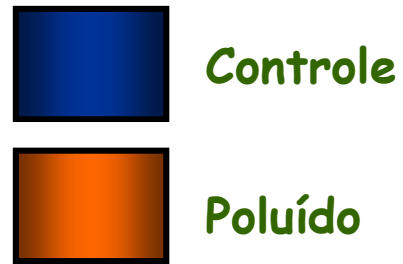
Lutjanus synagris



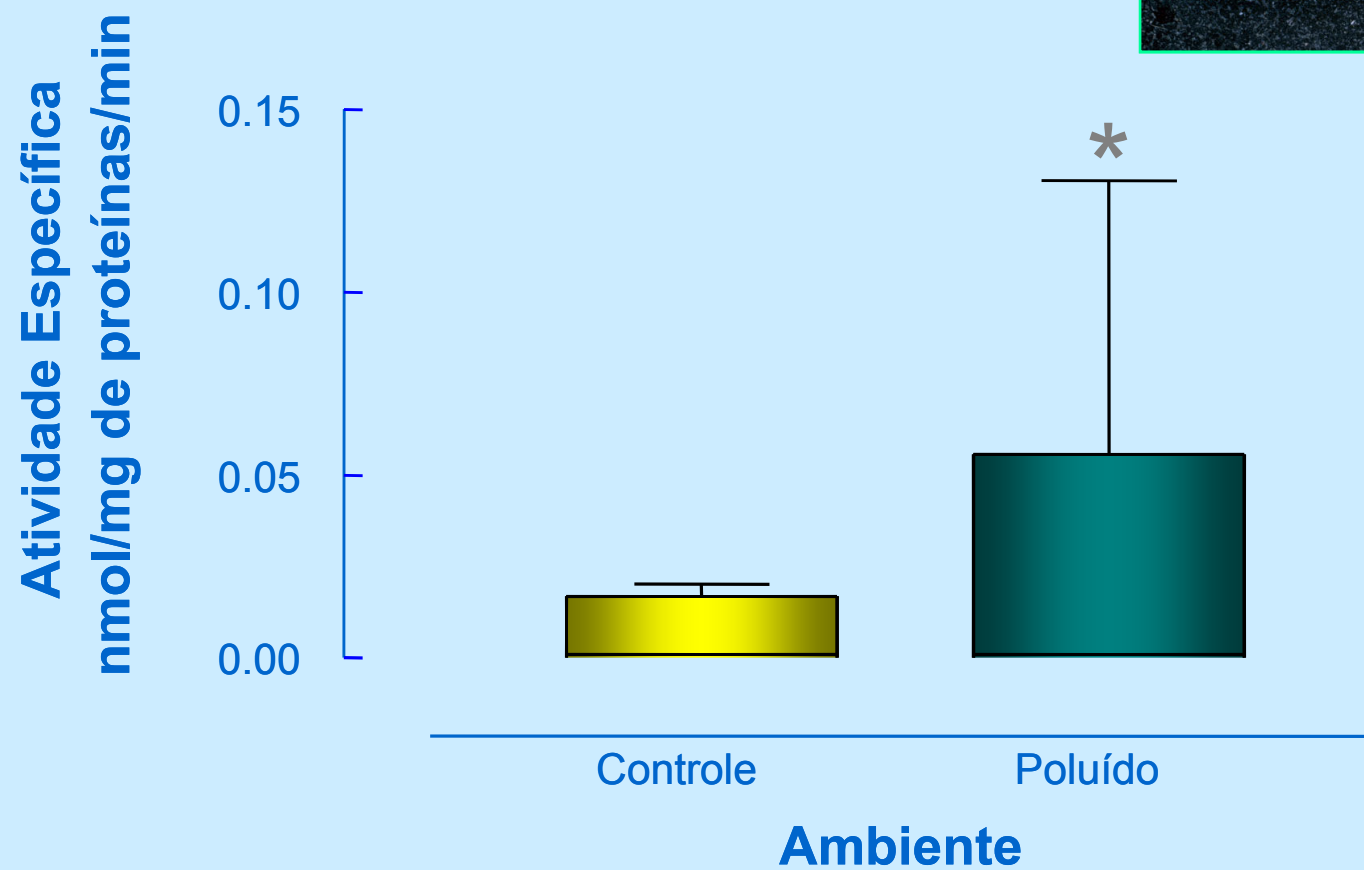
LPO



Lutjanus synagris



Atividade colinesterásica – *Micropogonias furnieri* - RS





inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



CONCLUSÃO

Os biomarcadores de exposição e de efeito podem ser utilizados com sucesso no monitoramento da qualidade ambiental. No entanto, algumas precauções devem ser consideradas, tais como escolha da espécie monitora e do biomarcador a ser analisado (especificidade e variabilidade).



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



FURG



UFSC



UFPR



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA



UFES



UFPE



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



Região Nordeste

- Pernambuco
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

Região Sudeste

- São Paulo
UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos

Região Sul

- Paraná
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UEL – Universidade Estadual de Londrina
- Santa Catarina
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
- Rio Grande do Sul
FURG – Universidade Federal do Rio Grande



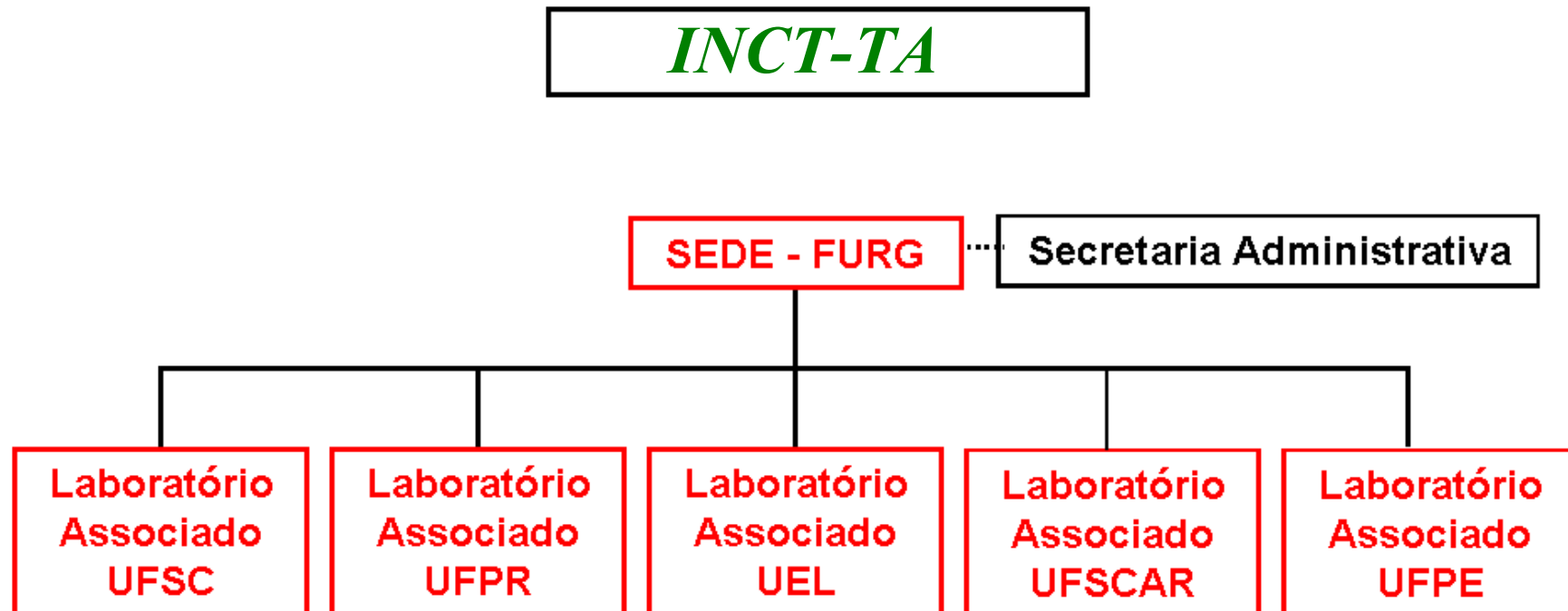
inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



INCT-TA: Estrutura Organizacional





inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA: Laboratórios Associados

- (1) Laboratório de Zoofisiologia - Instituto de Ciências Biológicas – FURG**
- (2) Laboratório de Microcontaminantes Orgânicos e Ecotoxicologia Aquática – Instituto de Oceanografia – FURG**
- (3) Laboratório de Biomarcadores de Contaminação Aquática e Imunoquímica - Departamento de Bioquímica – UFSC**
- (4) Laboratório de Fisiologia Comparativa da Osmoregulação - Departamento de Fisiologia – UFPR**
- (5) Laboratório de Toxicologia Ambiental – Departamento de Farmacologia – UFPR**
- (6) Laboratório de Citogenética Animal – Departamento de Genética – UFPR**
- (7) Laboratório de Toxicologia Celular – Departamento de Biologia Celular – UFPR**
- (8) Laboratório de Ecofisiologia Animal - Departamento de Ciências Fisiológicas – UEL**
- (9) Laboratório de Zoofisiologia e Bioquímica Comparativa - Departamento de Ciências Fisiológicas – UFSCAR**
- (10) Laboratório de Ecotoxicologia Aquática - Departamento de Zoologia – UFPE**



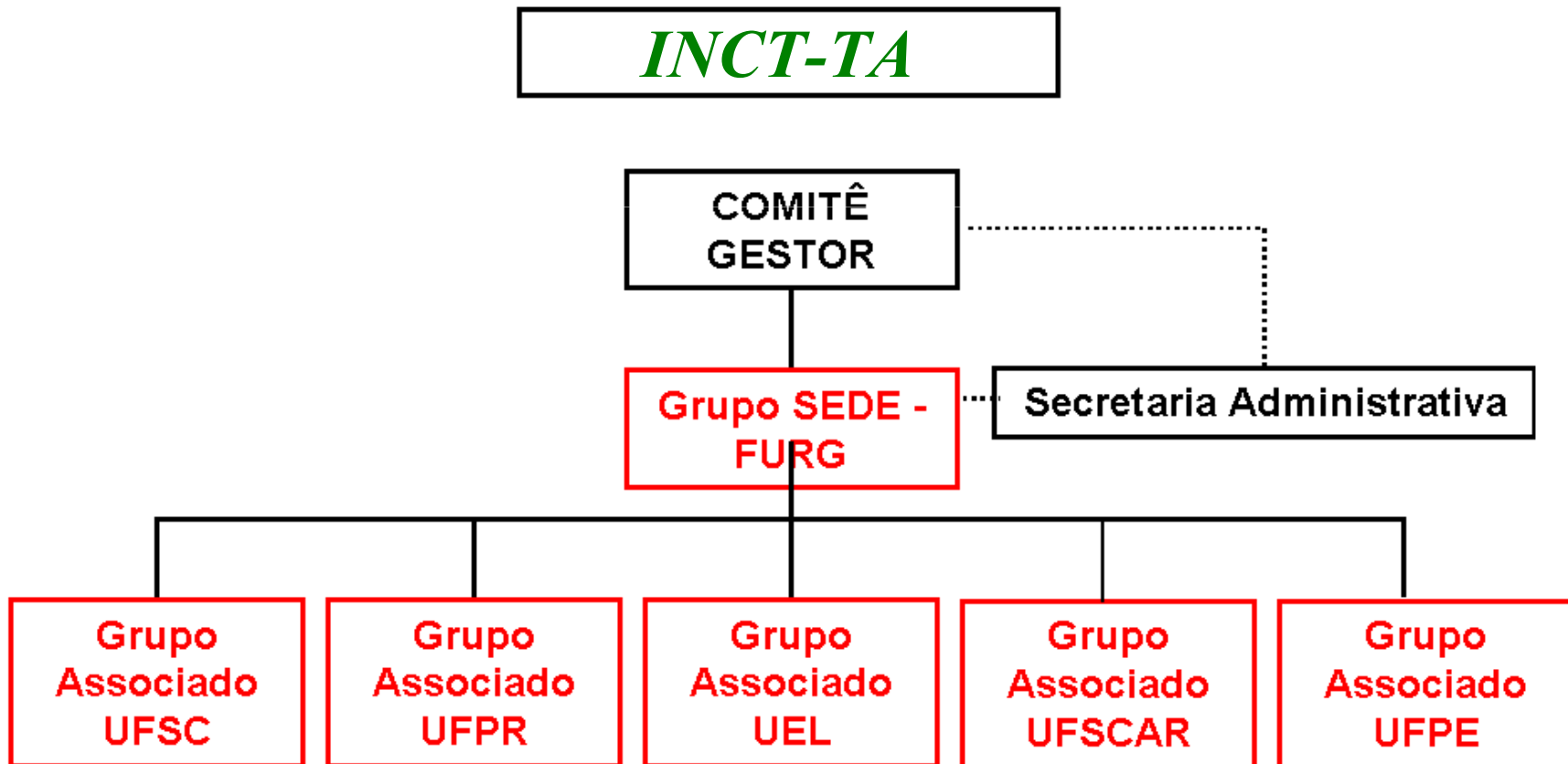
inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)



INCT-TA: Estrutura Funcional





inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA: Grupos Associados

Responsáveis pelos Grupos Associados:

- Grupo Sede – FURG – Prof. Dr. Adalto Bianchini
- Grupo Associado – UFSC – Prof. Dr. Afonso Celso Dias Bainy
- Grupo Associado – UFPR – Profa. Dra. Helena Cristina da Silva de Assis
- Grupo Associado – UEL – Profa. Dra. Cláudia Bueno dos Reis Martinez
- Grupo Associado – UFSCAR – Profa. Dra. Marisa Narciso Fernandes
- Grupo Associado – UFPE – Prof. Dr. Paulo Sérgio Martins de Carvalho



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA: Comitê Gestor

- **Prof. Dr. Adalto Bianchini – FURG (Coordenador)**
- **Prof. Dr. Afonso Celso Dias Bainy – UFSC (Vice-Coordenador)**
- **Profa. Dra. Helena Cristina da Silva de Assis – UFPR**
- **Profa. Dra. Cláudia Bueno dos Reis Martinez - UEL**
- **Profa. Dra. Marisa Narciso Fernandes – UFSCAR**
- **Prof. Dr. Paulo Sérgio Martins de Carvalho – UFPE**
- **Dr. Ademilson Josemar Zamboni (Ministério do Meio Ambiente)**
- **Prof. Dr. Christopher M. Wood – McMaster University (Canadá)**



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA

O INCT-TA tem como tema central a **Toxicologia Aquática**, com abordagem focada no uso de ferramentas químicas, biológicas e de modelagem ecotoxicológica, visando o desenvolvimento e aplicação de biomarcadores de contaminação de recursos hídricos por substâncias químicas oriundas das atividades humanas nos mais diferentes setores da produção, tais como na agricultura, pecuária, aquicultura, pesca, indústria, portos e extração vegetal e mineral. Além disso, aborda os problemas da contaminação e saúde ambiental em função dos dejetos urbanos e daqueles oriundos do uso doméstico.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA

O INCT-TA tem um programa bem definido, com metas quantitativas e qualitativas, compreendendo quatro missões: pesquisa, formação de recursos humanos, transferência de conhecimentos à sociedade e transferência de conhecimentos para o governo, com vistas ao estabelecimento de políticas públicas voltadas à preservação do meio ambiente.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA

Formação de Recursos Humanos:

O INCT-TA visa contribuir na formação de recursos humanos de alta qualificação e capacidade para desenvolver estudos avançados em toxicologia aquática e atividades de vanguarda relacionadas ao desenvolvimento e aplicação de ferramentas químicas, biológicas e de modelagem ecotoxicológica, com vistas à conservação dos recursos hídricos brasileiros.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA

Transferência de Conhecimentos à Sociedade:

O INCT-TA objetiva transferir conhecimentos para a sociedade sobre os diferentes aspectos da contaminação e poluição aquática, sobretudo de seus prejuízos para a saúde ambiental e humana, bem como sobre a necessidade de preservação dos recursos hídricos para o bem-estar da sociedade como um todo.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA

Transferência de Conhecimentos para o Governo:

O programa do INCT-TA contempla a transferência de conhecimentos para os órgãos governamentais, visando a implementação de programa de monitoramento e controle da qualidade dos recursos hídricos brasileiros com base na aplicação de ferramentas modernas de detecção de efeitos biológicos de microcontaminantes na água.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



INCT-TA

Pesquisa:

O programa de pesquisa do INCT-TA pretende, de forma inédita, realizar a avaliação integrada de um grande número de biomarcadores morfológicos, bioquímicos, fisiológicos, genéticos, imunológicos e comportamentais, visando à identificação, calibração e aplicação dos mais adequados, práticos e econômicos em políticas públicas relacionadas ao monitoramento da qualidade ambiental, conservação dos recursos hídricos e estabelecimento de critérios de qualidade de água para preservação da biota aquática.



inct

institutos nacionais
de ciência e tecnologia

**Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
de Toxicologia Aquática (INCT-TA)**



Coordenação do INCT-TA:

Coordenador: Dr. Adalto Bianchini

Contato:

Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Instituto de Ciências Biológicas

Av. Itália km 8 – Campus Carreiros

96.201-900 – Rio Grande – RS

Fone: (53) 3233-6853

FAX: (53) 3233-6848

E-mail: inct.ta@furg.br

http://www.cnpq.br/programas/inct/_apresentacao/inct_toxicologia_aquatica.html

www.inct-ta.furg.br



OBRIGADO !