

IV Congresso Brasileiro de Oceanografia  
 → Ecotoxicologia como instrumento de avaliação ambiental

“Biomarcadores comportamentais em peixes e elos entre mecanismos de ação tóxica e mecanismos ecológicos”

Paulo S. M. Carvalho

Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Toxicologia Aquática – INCT-TA - CNPq



Universidade Federal de Pernambuco  
 Centro de Ciências Biológicas  
 Departamento de zoologia



## COMPORTAMENTO

- ATIVIDADES OBSERVÁVEIS
- BEM DEFINIDAS
- SISTEMA NERVOSO CENTRAL
- QUANTIFICÁVEIS

CONTAMINANTE QUÍMICO

→ base dos Mecanismos ecológicos

→ Diretamente relacionadas à parâmetros ecológicos populacionais fundamentais

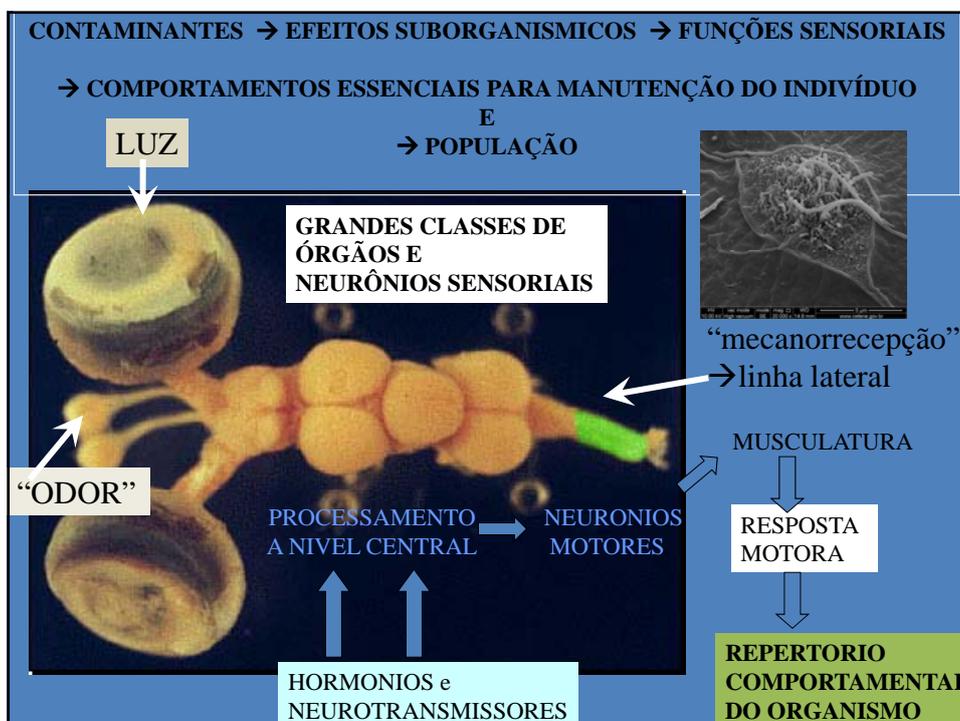
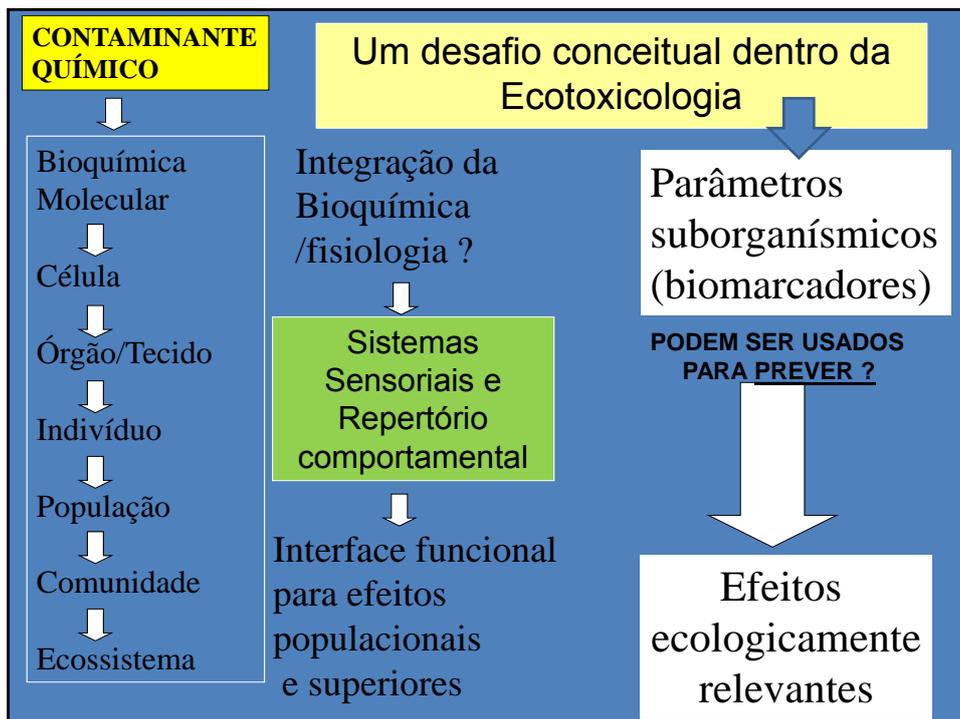
- SOBREVIVÊNCIA, CRESCIMENTO E REPRODUÇÃO

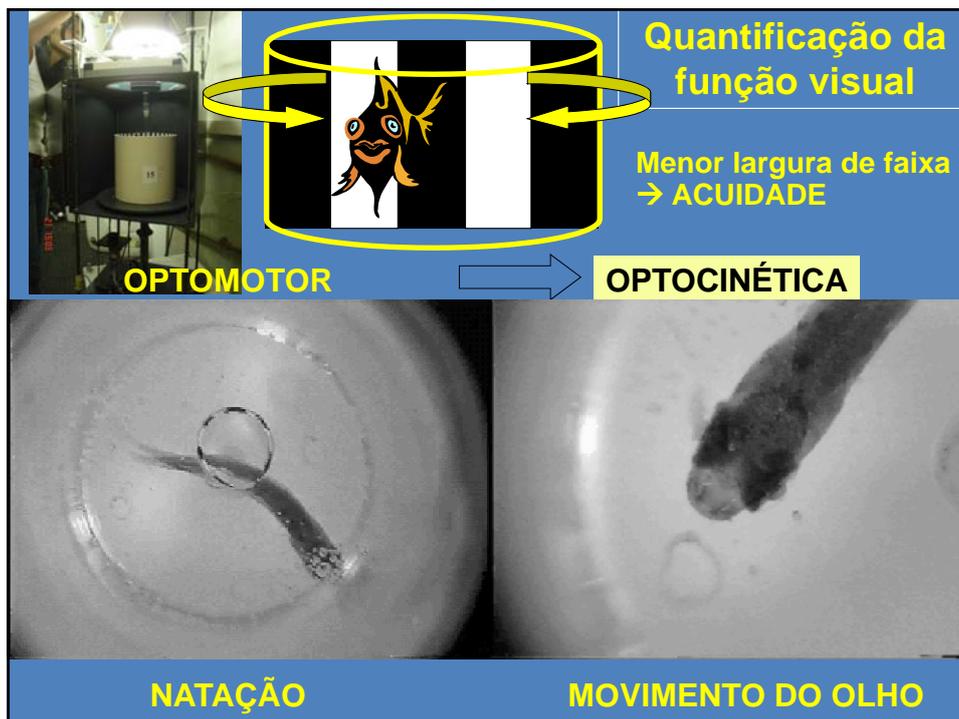
FUGIR

COMER

e

PROCRIAR...

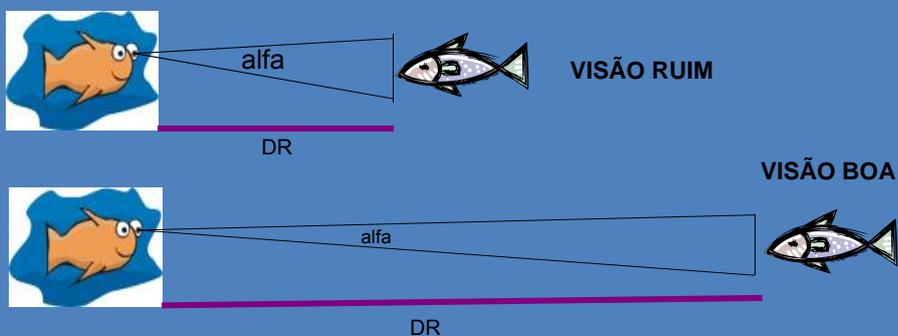




- → Parâmetros para medir a função visual

### Ângulo de acuidade ↔ Distância de Reação

**Distância máxima** em que um objeto (de tamanho específico) pode estar do observador e ainda ser **detectável**.

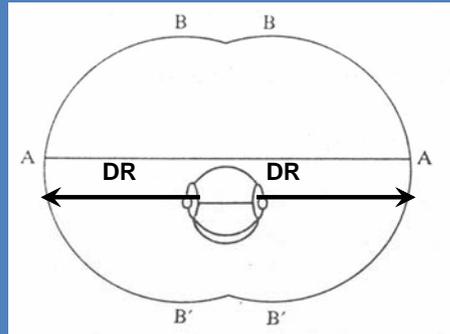


$$DR = D/2 * \text{TAN}(\alpha/2) * \pi/180$$

**Distância de reação → ÁREA DE REAÇÃO:**  
**Seção transversal do campo visual na direção vertical e horizontal.**

$$AR (\text{mm}^2) = 2/3 * \pi (DR)^2$$

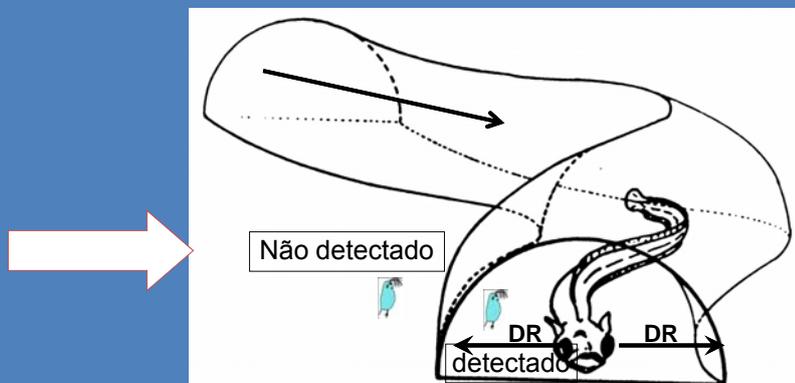
### Área de Reação

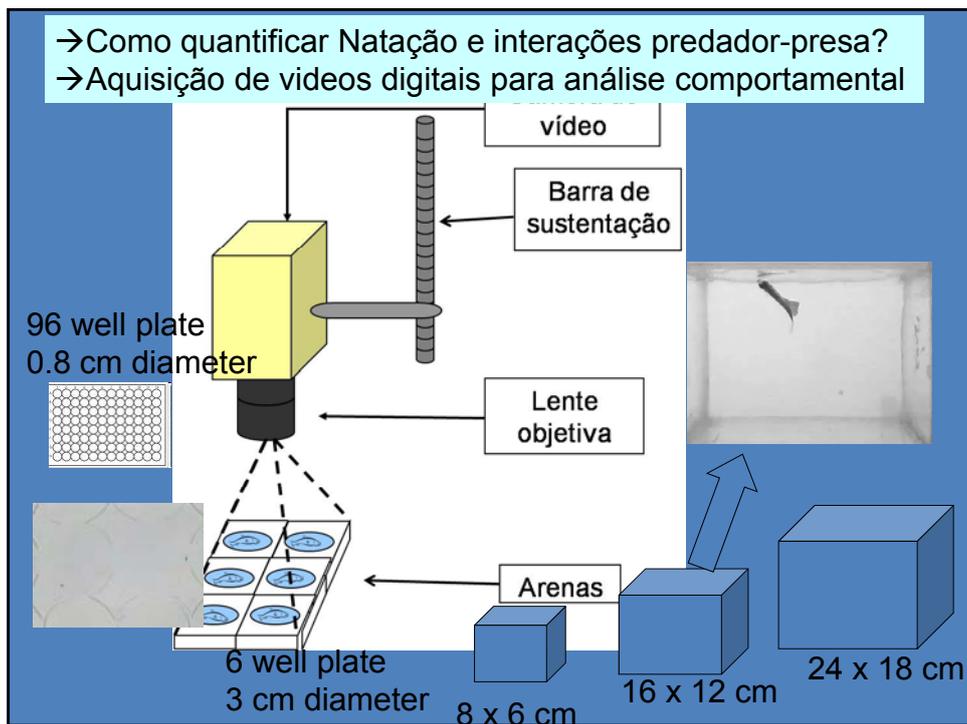


→ Um MECANISMO ECOLÓGICO  
 Modelo de Alimentação “VOLUME SEARCHED”  
 (Blaxter & Staines, 1971)

Volume de busca da presa =

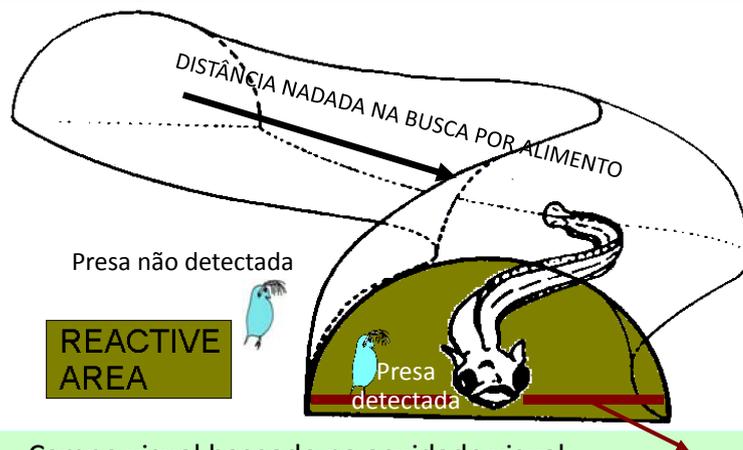
Área de Reação a presa x velocidade de natação





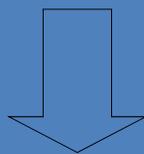
→ **UMA QUESTÃO ECOLÓGICAMENTE RELEVANTE**

Contaminantes podem afetar habilidades natatórias e Sensoriais (visão, linha lateral, olfato) e afetar negativamente a capacidade de captura de presas?

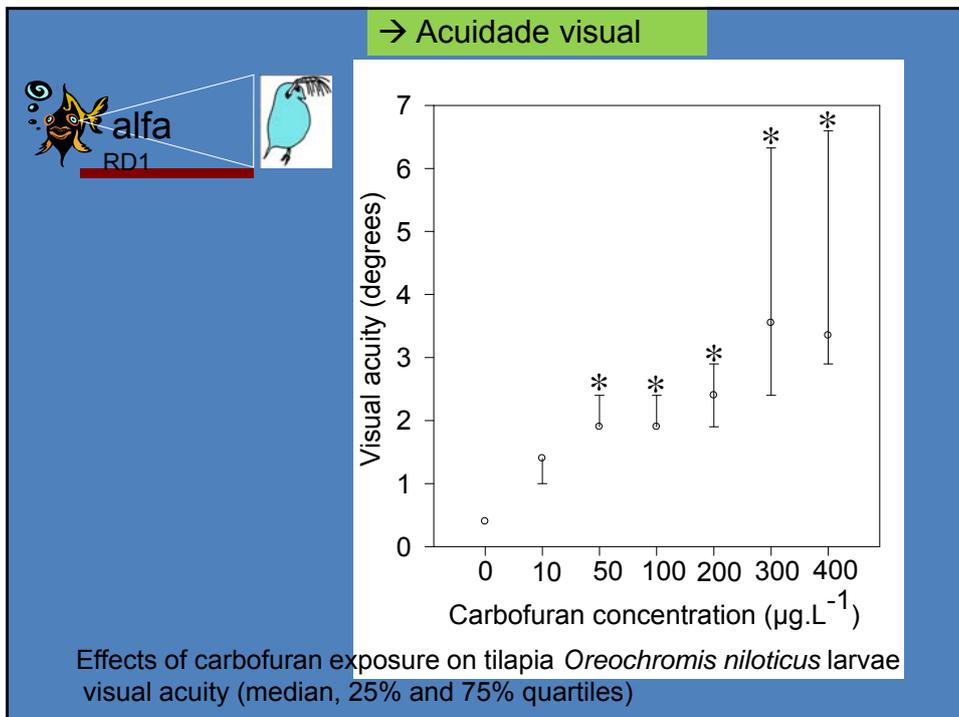
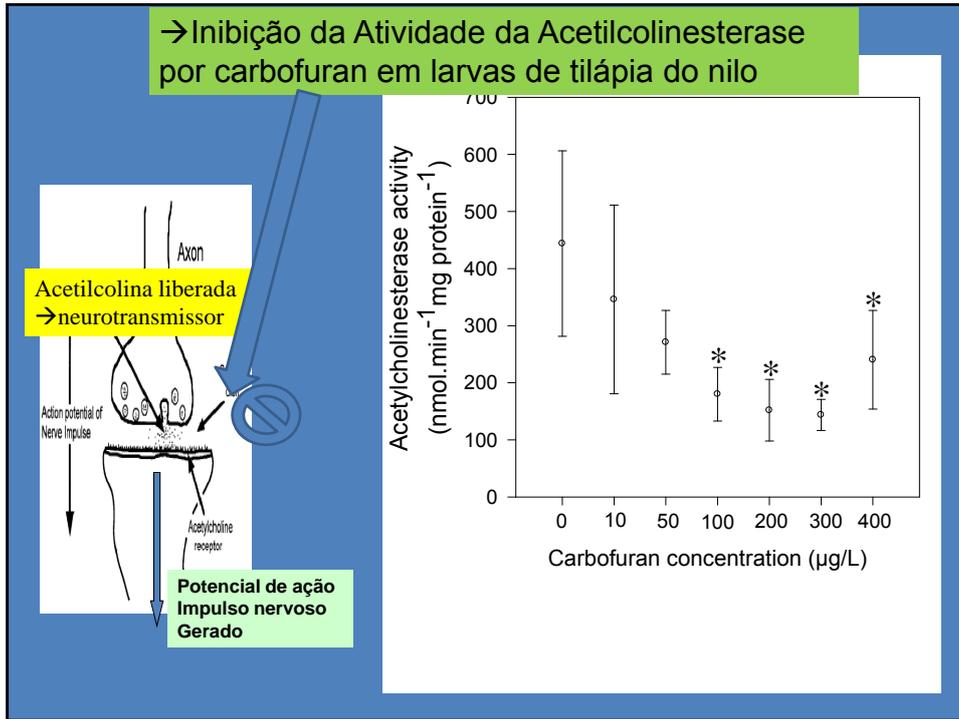


Campo visual baseado na acuidade visual e no tamanho da presa ou predador

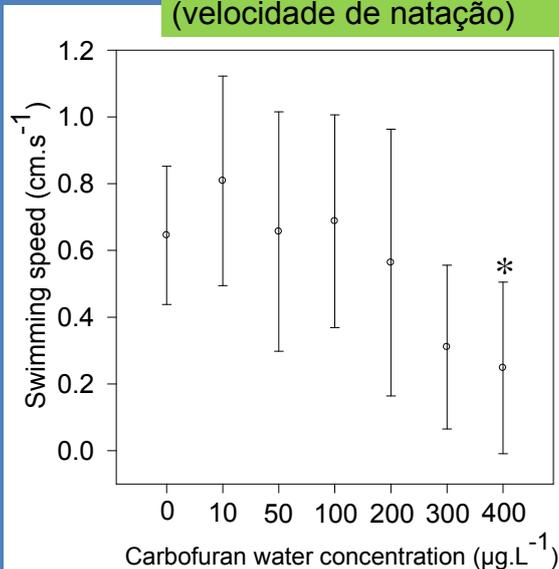
Biomarcador suborganísmico  
→ inibição da Colinesterase



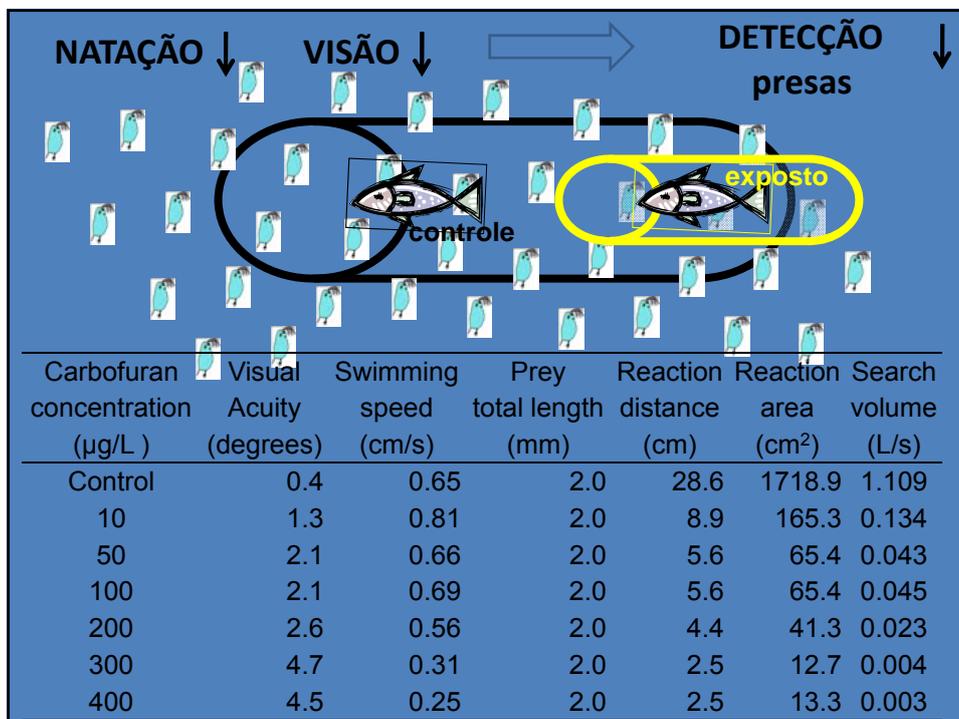
Previsão de efeitos comportamentais  
ecologicamente relevantes ?



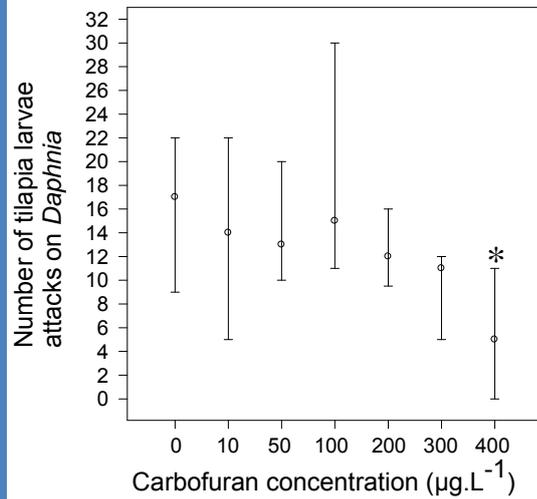
→ Atividade natatória  
(velocidade de natação)



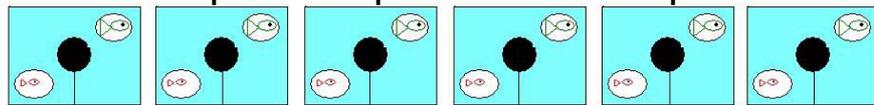
Effects of carbofuran exposure on tilapia *Oreochromis niloticus* larvae swimming speed (mean ± standard deviation).



→ Iniciativa para se alimentar  
 Número de ataques das tilapias expostas ao carbofuran em direção a presas modelo

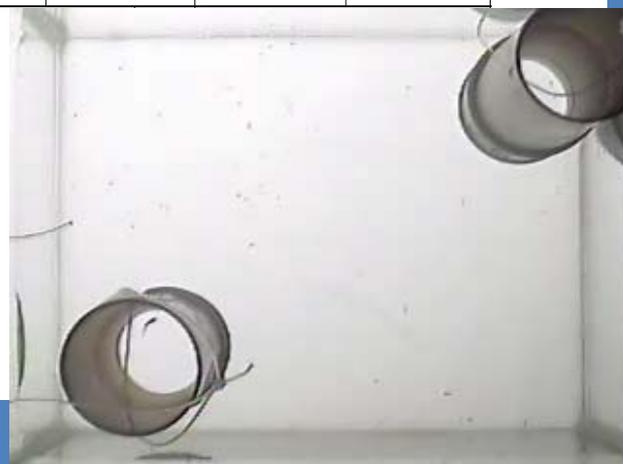


### Teste de fuga de predador 1 presa exposta Versus 1 predador

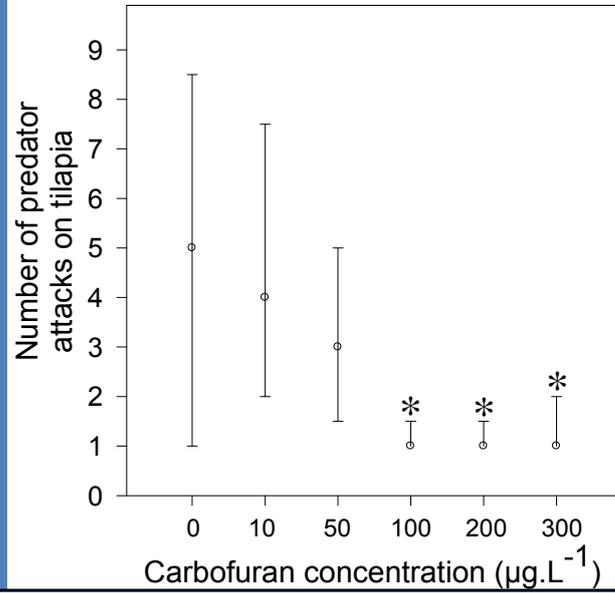


- Arenas
- Câmeras
- Predador confinado no tubo de PVC
- Larva confinada no tubo de PVC

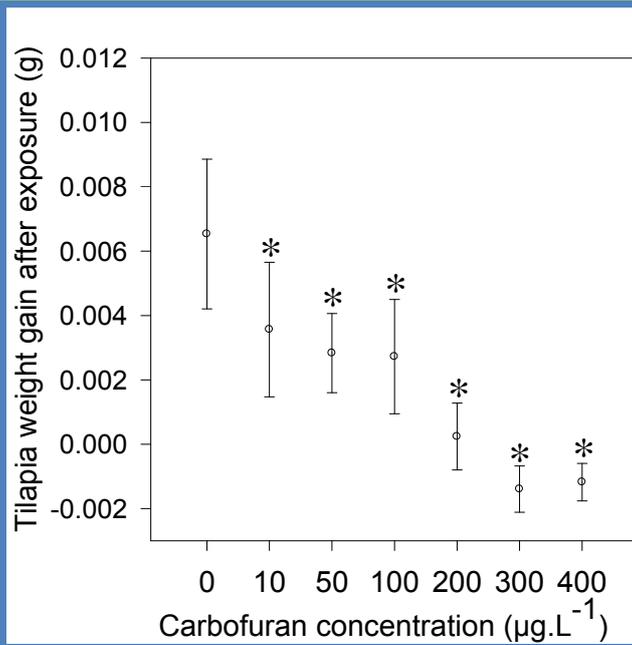
Número de ataques para capturar



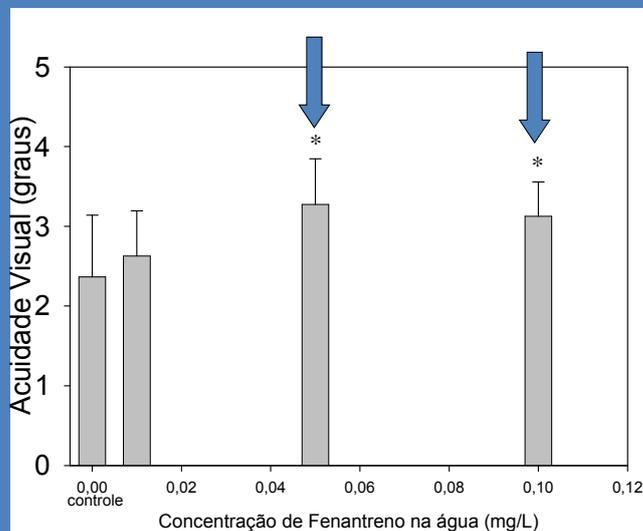
→ Habilidade de fugir do predador  
 Ataques do predador modelo necessarios para  
 capturar uma tilapia exposta ao carbofuran



→ Incremento em peso (crescimento)

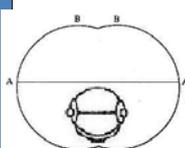


•Efeitos do Fenantreno na acuidade visual do dourado *Salminus brasiliensis*

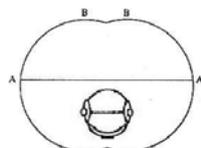


\*: (Anova I,  $p=0,005$ ; Dunnett's,  $p < 0,05$ )

Efeitos do Fenantreno na área de busca de presas

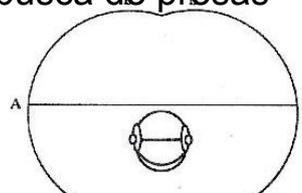


100  $\mu\text{g/L}$   
Phe  
2.7  $\text{cm}^2$   
57%



50  $\mu\text{g/L}$   
Phe  
2.5  $\text{cm}^2$   
52%

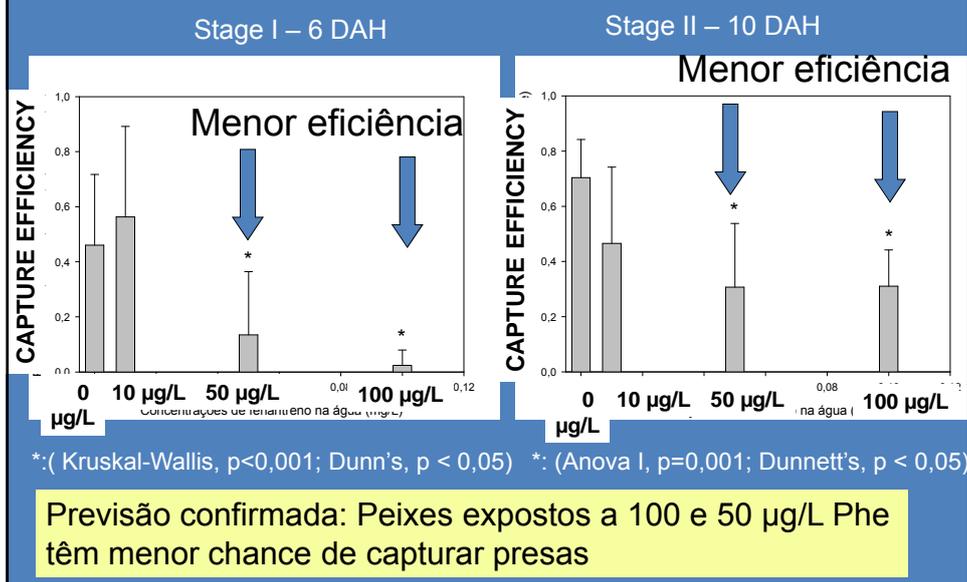
$\neq$



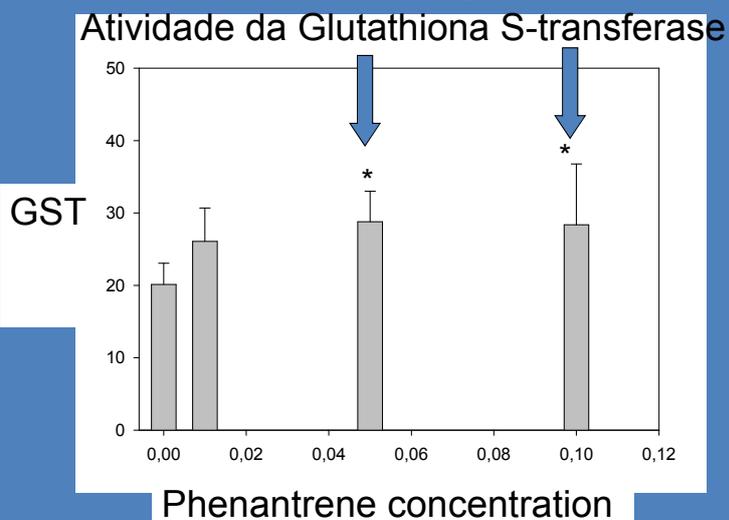
Control  
4.7  $\text{cm}^2$   
100%

Previsão com base nos efeitos na acuidade:  
Peixes expostos a 100 e 50  $\mu\text{g/L}$  Phe  
teriam menor chance de capturar presas

## Efeitos do Fenantreno na eficiência de captura de presas

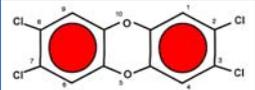


→ Ocorre indução de GST em tratamentos em que acuidade visual e captura de presas é afetada  
 → GST pode ser usada numa modelagem para prever estes efeitos ecologicamente relevantes ?



**2,3,7,8-tetrachloro-dibenzo-dioxin**



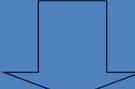


→ Exposição a nível letal

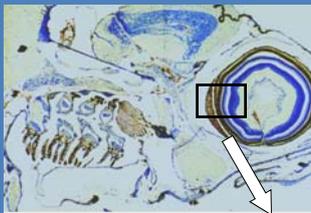




→ Exposição subletal (mais relevante)  
Biomarcador suborganísmico  
→ indução da proteína/enzima CYP1A



Pode prever efeitos comportamentais ecologicamente relevantes ?



Vasculatura da coróide



**Déficit Visual (SIM)**

**Déficit na captura de presas (SIM)**



Indução CYP1A tecido da coróide SIM



RETINA

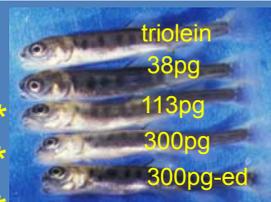
Decréscimo de neurônios CGR (SIM)

?

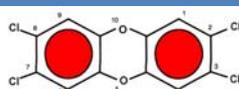


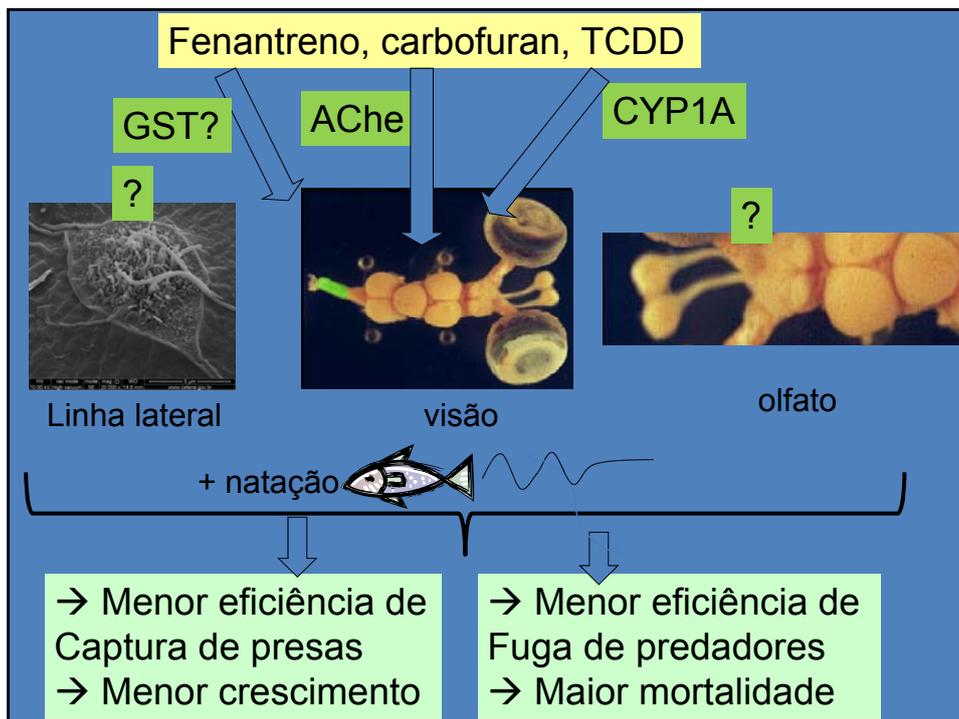
triolein  
38pg  
113pg  
300pg  
300pg-ed

**Quais mecanismos de ação?**



triolein  
38pg  
113pg  
300pg  
300pg-ed





→ “Biomarcadores comportamentais podem proporcionar elos fundamentais entre mecanismos de ação tóxica e mecanismos ecológicos”



Obrigado!