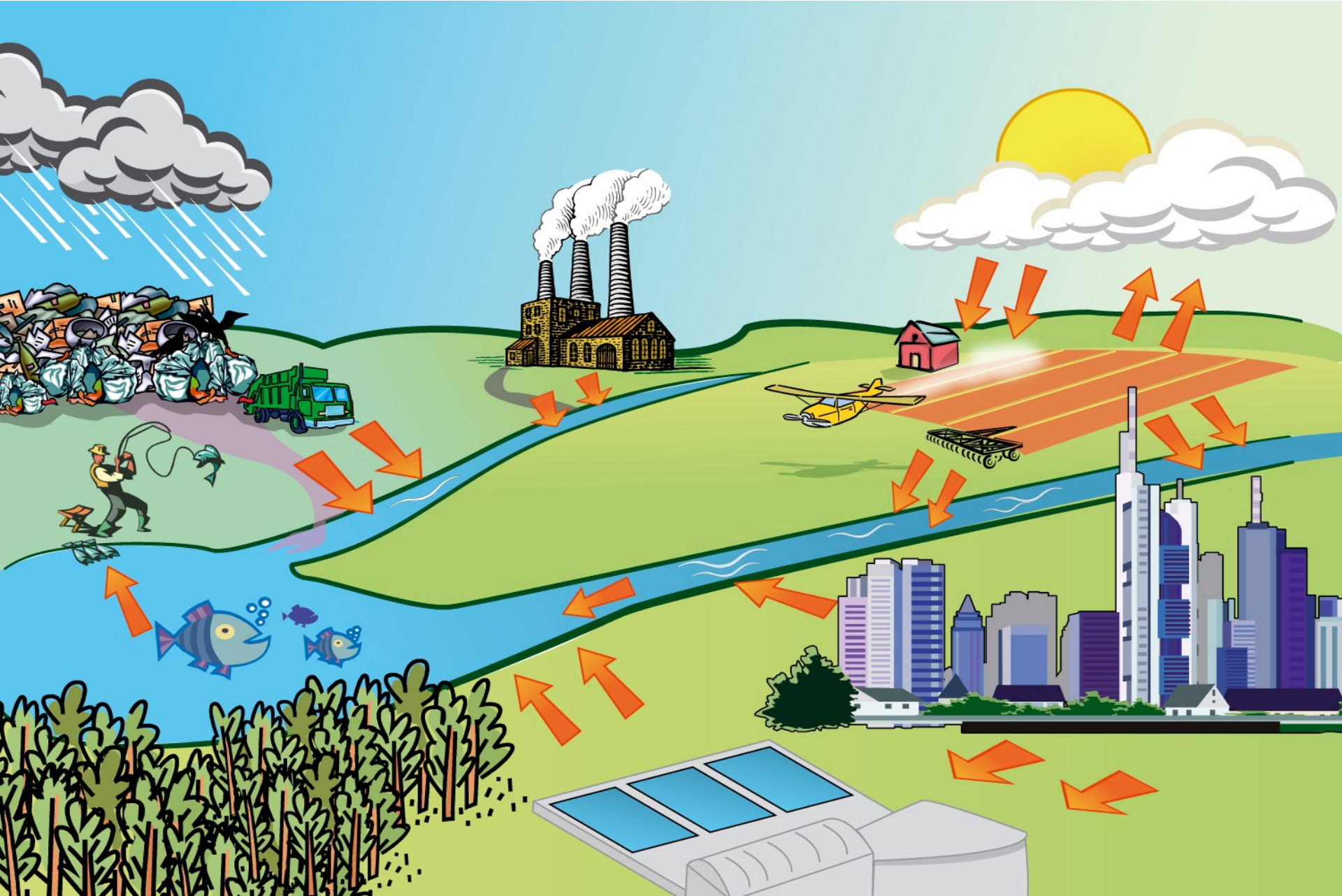


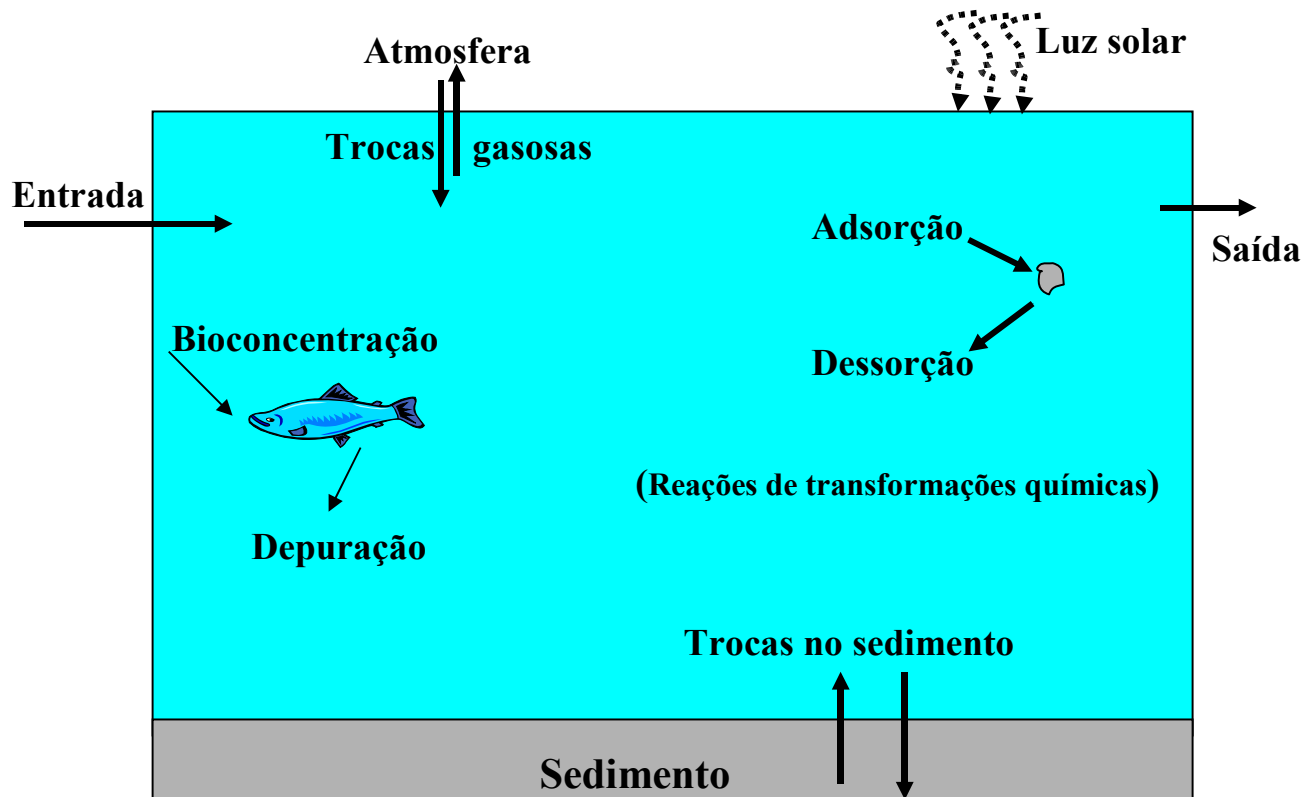
Ecotoxicologia aplicada no controle da poluição hídrica

Pedro A. Zagatto
Diretor Técnico - Bioagri Ambiental Ltda

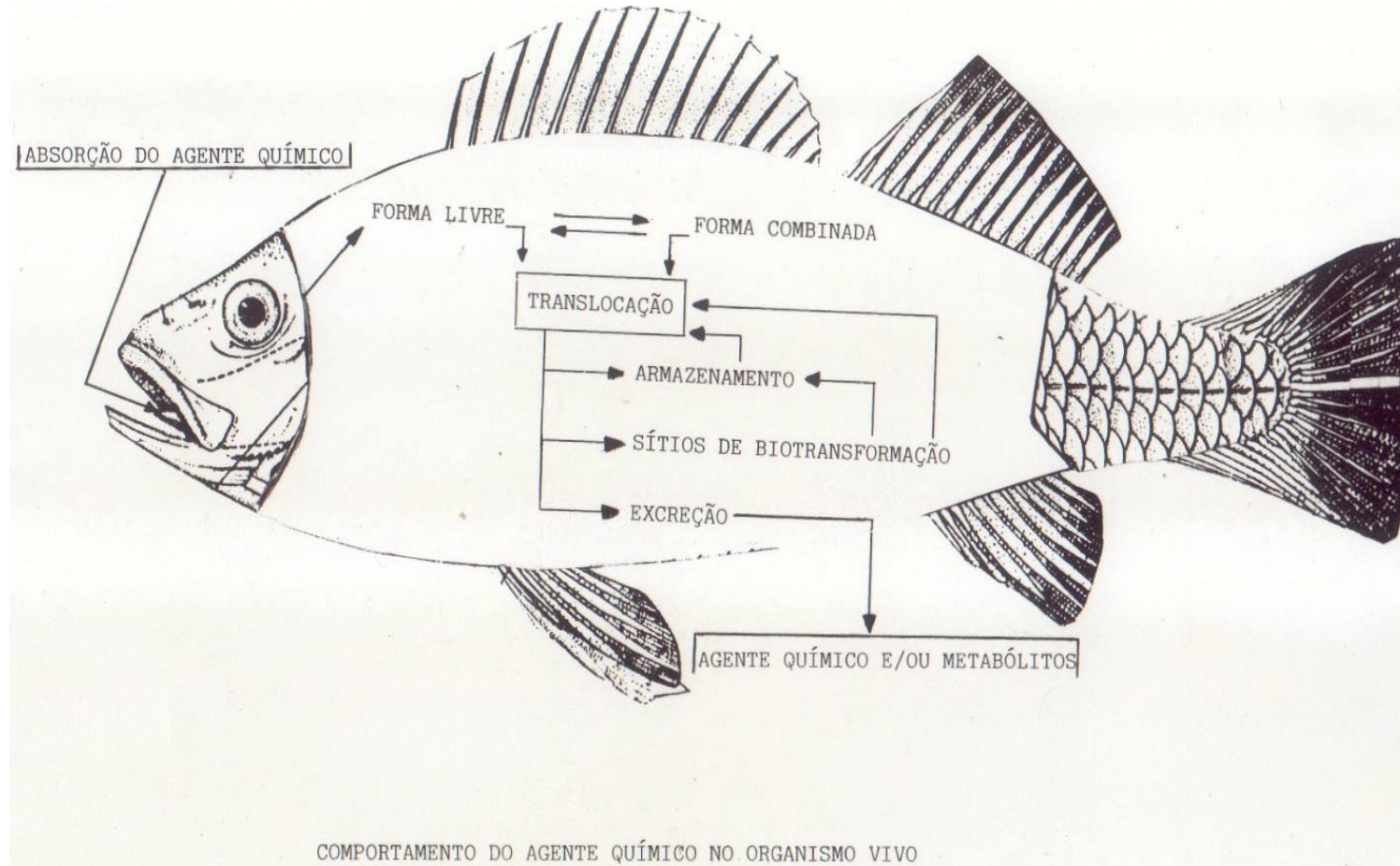
Várias fontes de contaminação do meio hídrico



Fatores que afetam a forma e o destino do agente químico no ambiente aquático



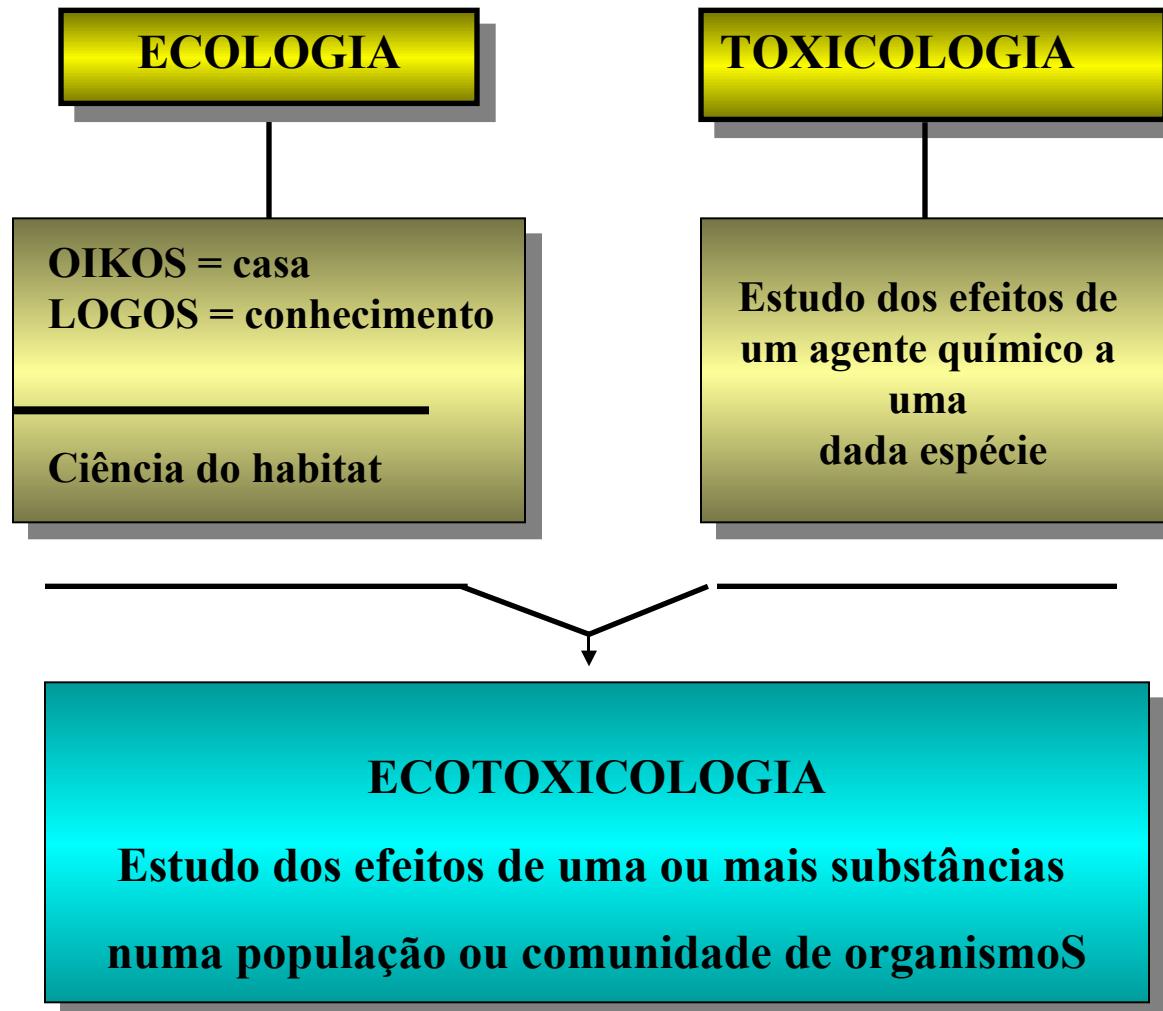
(Lee & Jones, 1986)



1ª ECOTOXICOLOGIA

1969 – René TRUHAUT

Ciência relativamente nova



Conceituação da Ecotoxicologia

ECOTOXICOLOGIA

**É A CIÊNCIA QUE ESTUDA OS EFEITOS
TÓXICOS DE AGENTES FÍSICOS E
QUÍMICOS SOBRE ORGANISMOS
VIVOS,
PARTICULARMENTE SOBRE
POPULAÇÕES E COMUNIDADES EM
SEUS ECOSSISTEMAS, INCLUINDO AS
FORMAS DE TRANSPORTE DESSES
AGENTES E SUAS INTERAÇÕES COM O
AMBIENTE**

Ecotoxicologia

Ensaio- começo Séc.XIX- Curva dose resposta

1930 – peixes

1940/50-diferenças entre espécies – novas pesquisas

1950/60 – efluentes industriais (misturas complexas)

padrões de qualidade da água/efluentes

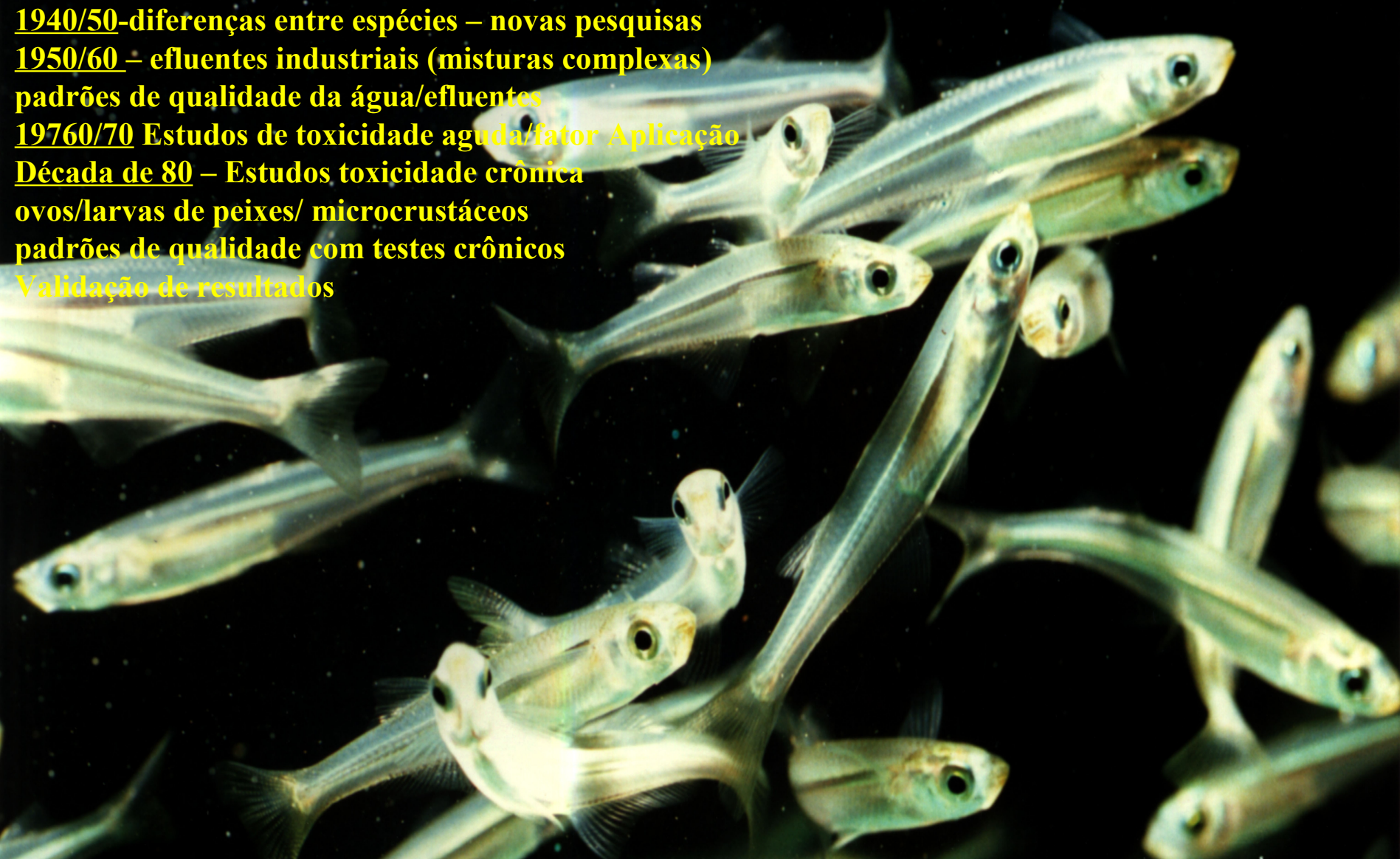
19760/70 Estudos de toxicidade aguda/fator Aplicação

Década de 80 – Estudos toxicidade crônica

ovos/larvas de peixes/ microcrustáceos

padrões de qualidade com testes crônicos

Validação de resultados



Existe relação entre:

**Resultados de testes ecotoxicológicos em
laboratório**

e

**Resultados do monitoramento ambiental
(Diversidade Biológica) ?**

VALIDAÇÃO DE TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

DÉCADAS DE 80/90



**Testes toxicidade crônica de curta duração
importância do uso dos testes
implementação no controle da poluição hídrica**



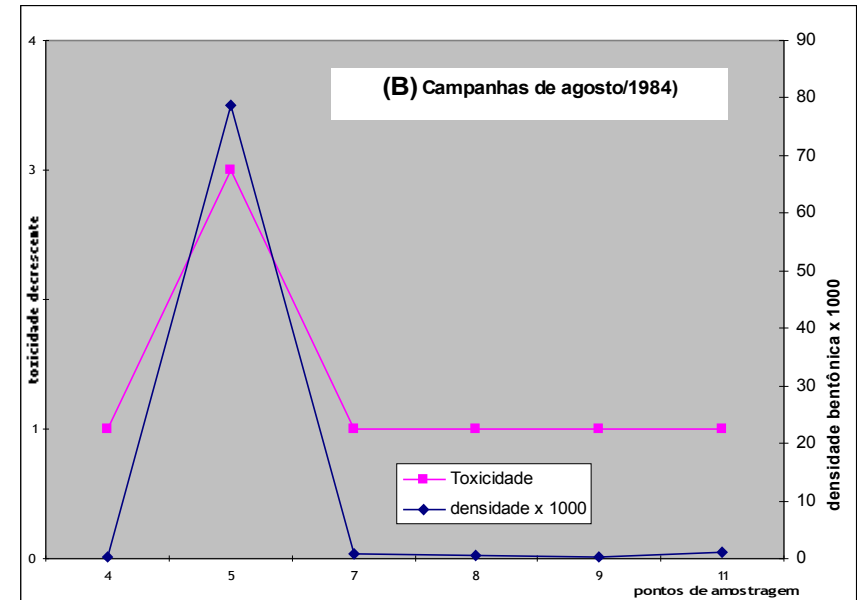
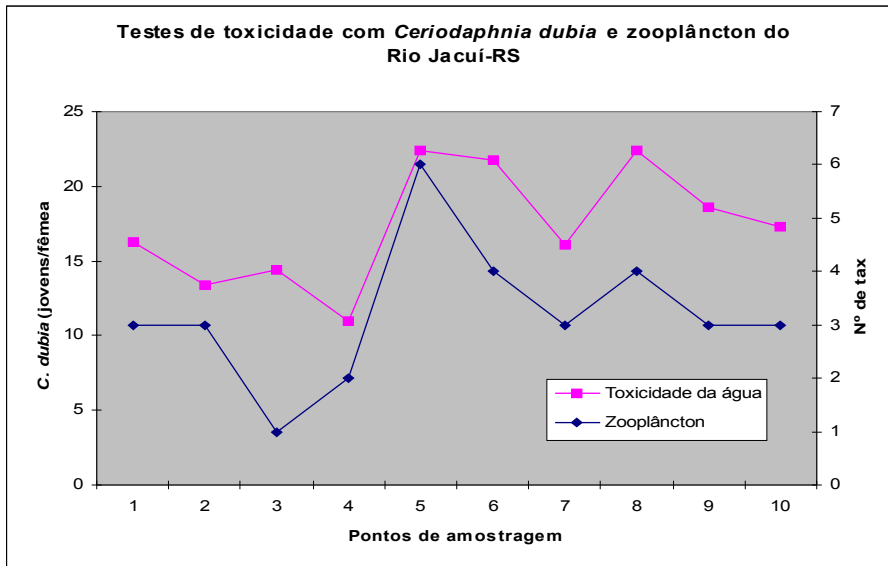
testes laboratoriais x extrapolação para o ambiente



ESTUDOS DE VALIDAÇÃO

Objetivo: avaliar se os resultados dos testes de toxicidade em laboratório têm um significado quando comparado com as comunidades biológicas em campo.

(a) Avaliação da toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia* e comunidade zooplanctônica das águas superficiais do Rio Jacuí, RS (BOHRER & PRINTES, 1998).



Relação toxicidade das águas *versus* densidade bentônica no do Rio Cubatão e seus afluentes (CETESB, 1986).

ESTUDOS DE VALIDAÇÃO DE TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

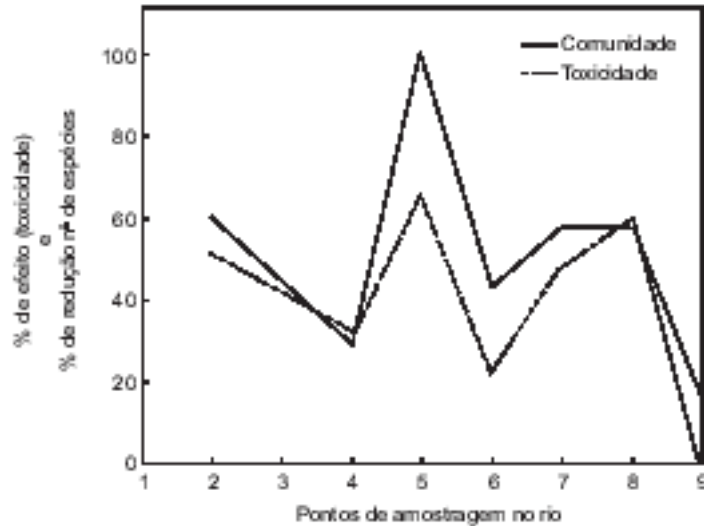


Figura 4 Comparação entre toxicidade ambiental (testes com *Ceriodaphnia*) e redução do número de espécies da comunidade bentônica do rio Skeleton, EUA (Norberg-King & Mount, 1986).

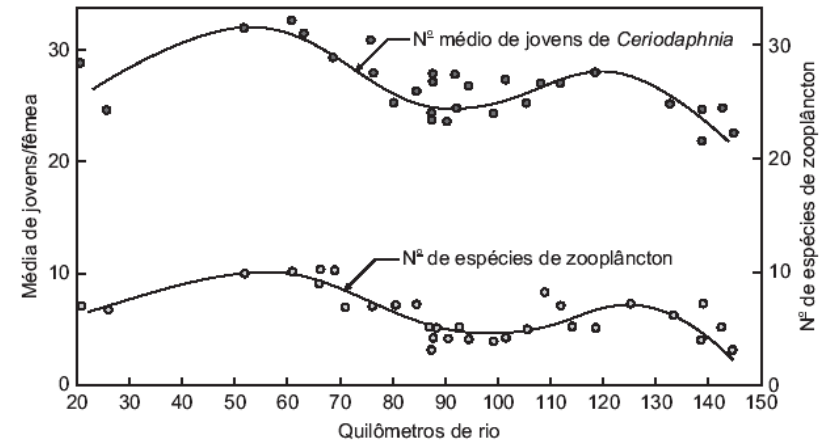


Figura 8 Comparação dos resultados dos testes de toxicidade com *Ceriodaphnia* e número de espécies do zooplâncton em várias estações do rio Kanawha, EUA (Mount & Norberg-King, 1986).

VALIDAÇÃO DE TESTES ECOTOXICOLÓGICOS

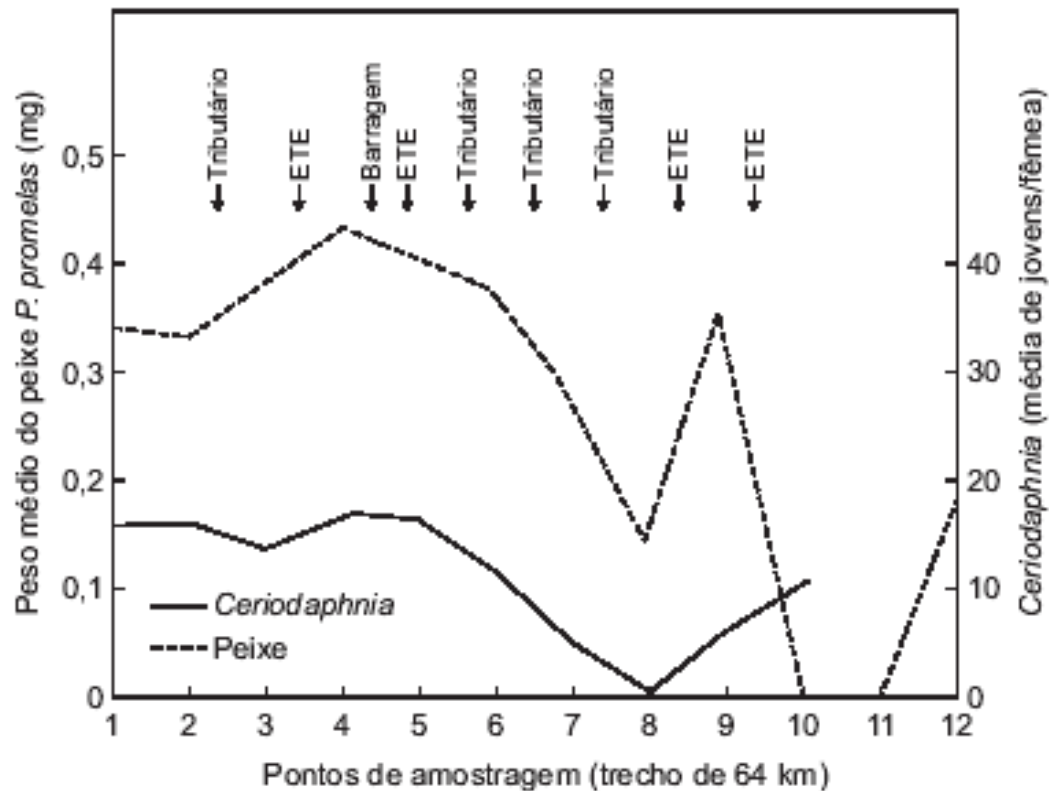
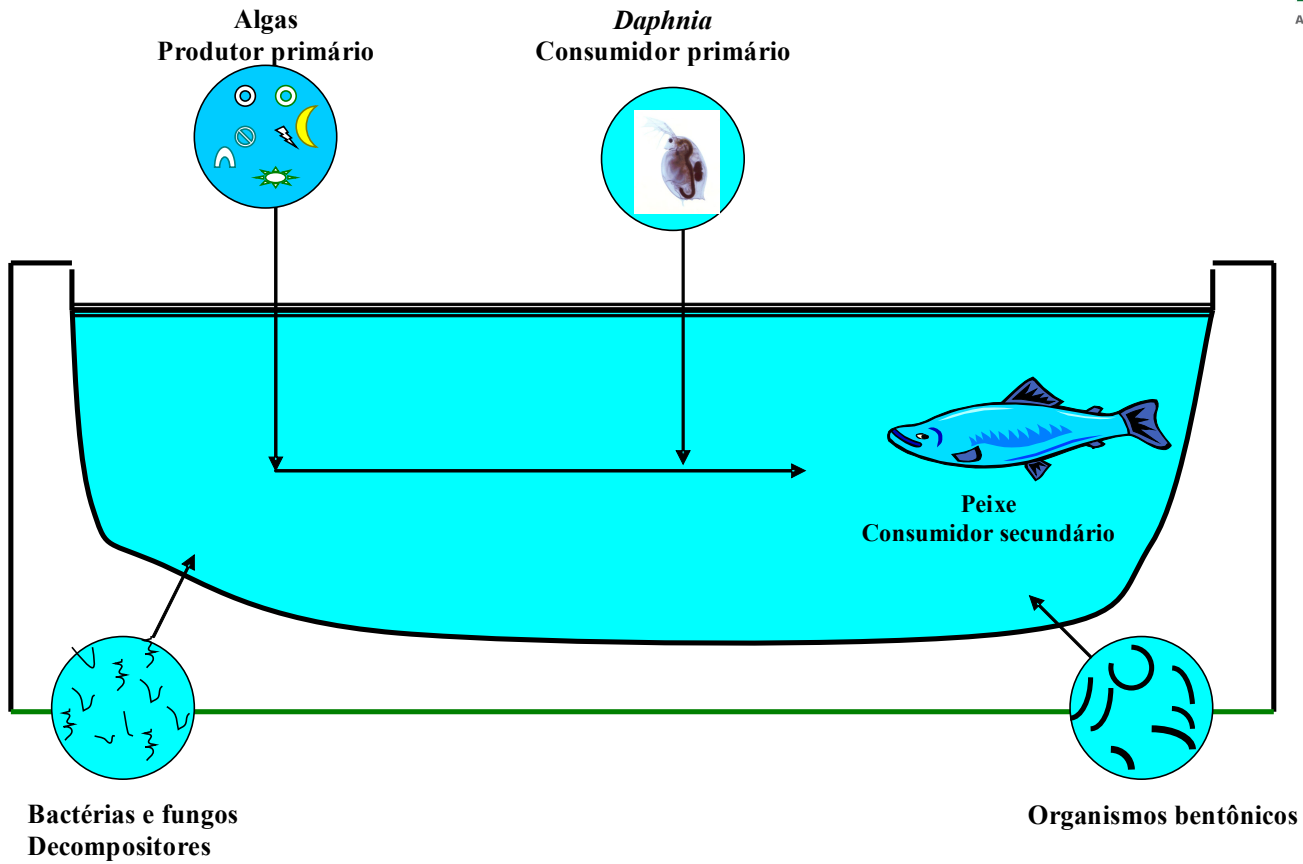
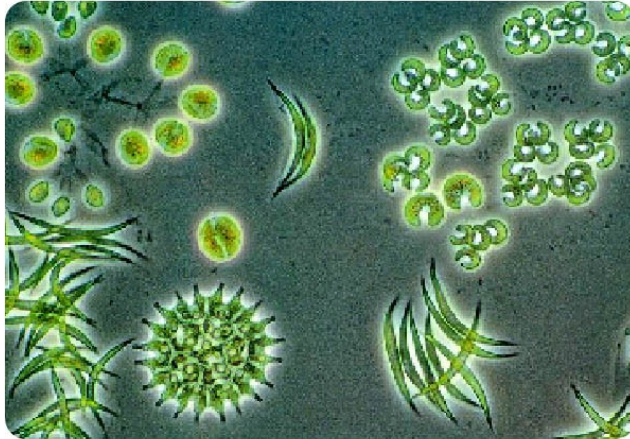


Figura 5 Comparação dos resultados dos testes de toxicidade crônica com peixes e *Ceriodaphnia* das amostras de água do rio Naugatuck, EUA (Mount *et al.*, 1986a).



ORGANISMOS DE DIFERENTES NÍVEIS TRÓFICOS

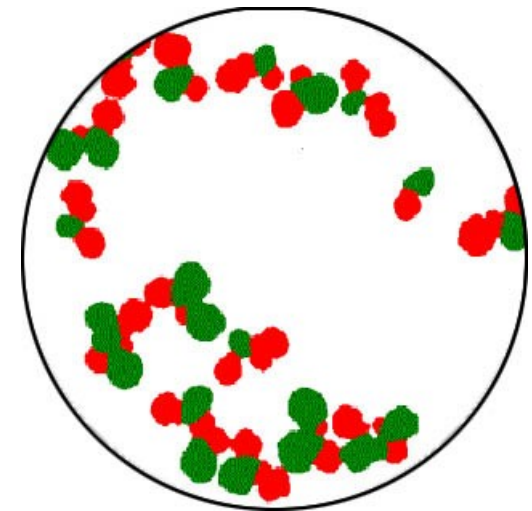
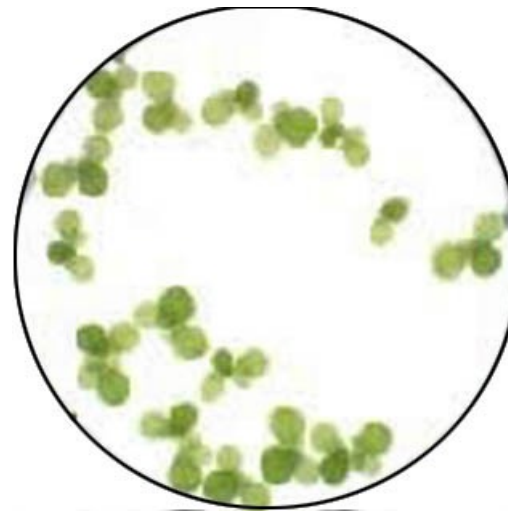
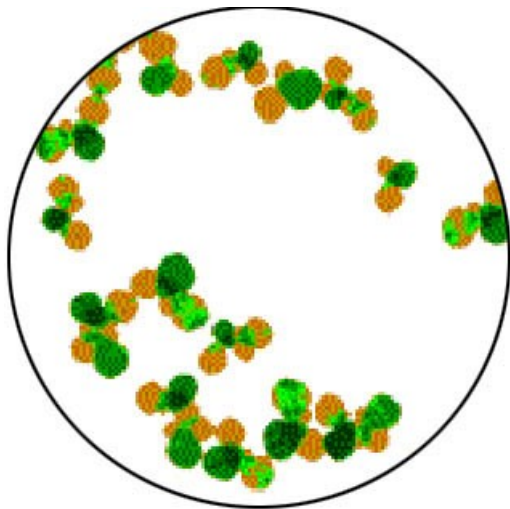
Testes com algas



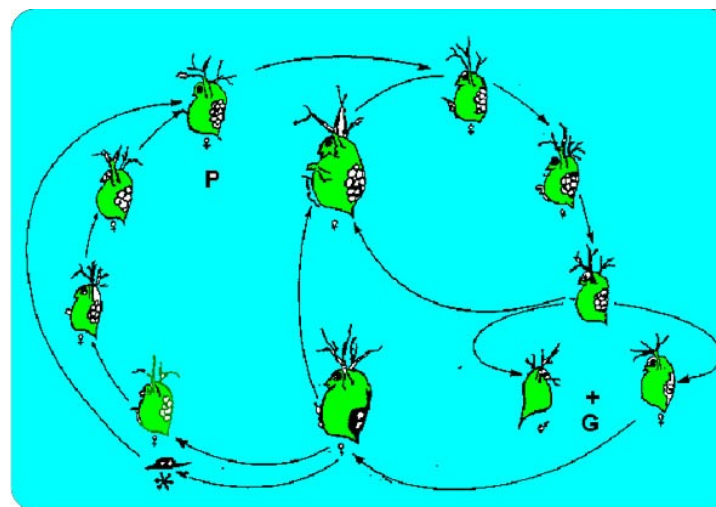
Algas

| ÁGUAS CONTINENTAIS | ÁGUAS MARINHAS E/OU ESTUARINAS |
|--|-----------------------------------|
| <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> | <i>Skeletonema costatum</i> |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | <i>Isochrysis galbana</i> |
| <i>Scenedesmus subspicatus</i> | <i>Phaeodactylum tricornutum</i> |
| <i>Chlamidomonas reinhardii</i> | <i>Asterionella japonica</i> |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> | <i>Gyrosigma spencerii</i> |
| <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | <i>Dunaliella tertiolecta</i> |
| <i>Chlorella vulgaris</i> | <i>Dunaliella bioculata</i> |
| <i>Anabaena flos aquae</i> | <i>Dunaliella marina</i> |
| <i>Microcystis aeruginosa</i> | |
| <i>Navícula seminulum</i> | |
| <i>Euglena gracilis</i> | |
| <i>Oscillatoria rubescens</i> | |
| <i>Thalassiosira pseudonana</i> | |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> | |

Testes com plantas aquáticas: *Lemna minor*

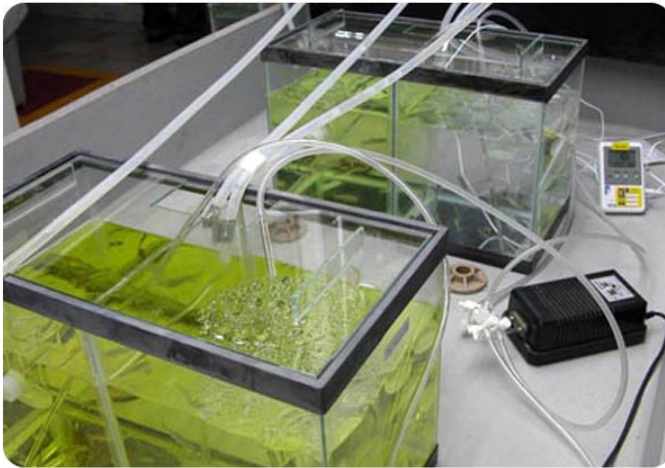


Teste de toxicidade aguda e crônica com *Daphnia* (*D. magna*; *D. similis*)



Ciclo reprodutivo de *Daphnia*

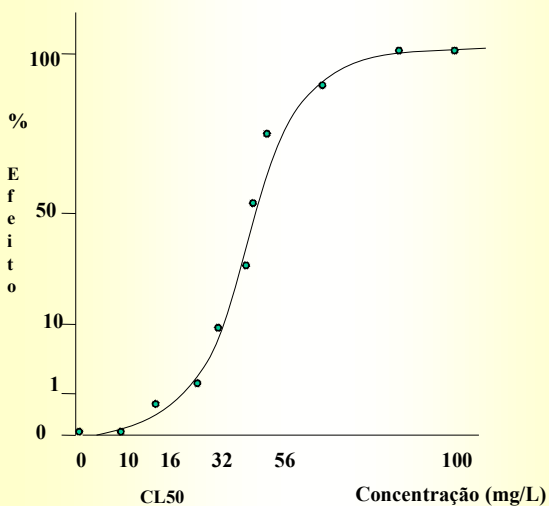
Testes de toxicidade aguda com peixes



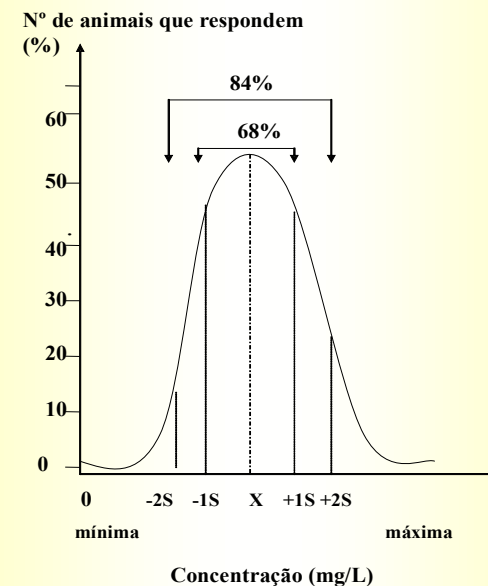
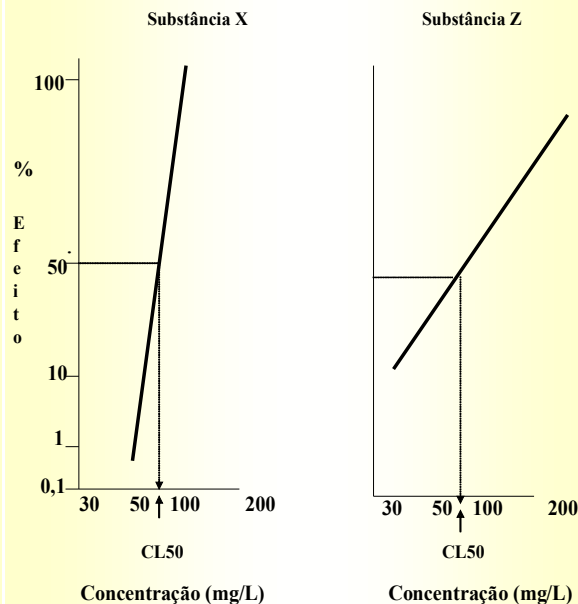
- *Danio rerio*
- *Pimephales promelas*
- Larvas
- Carpas / trutas



Toxicidade aguda



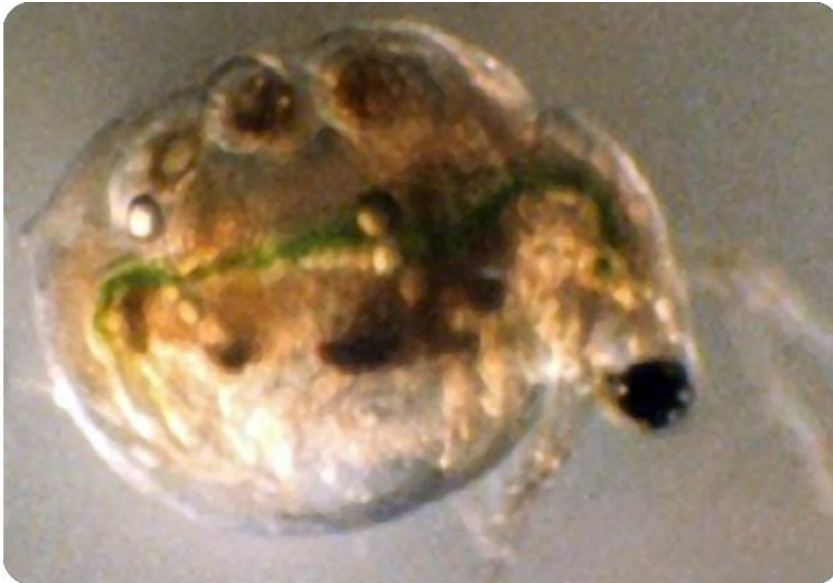
Inclinação da reta



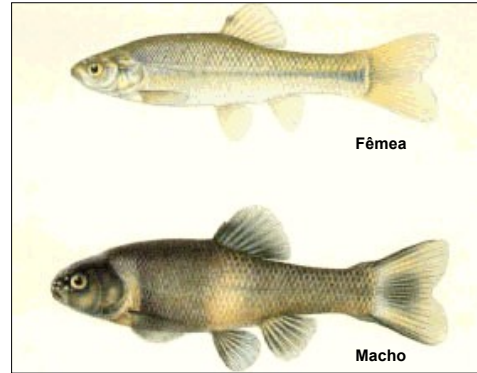
Curva hipotética de frequência de resposta obtida após administração de uma substância química a uma população homogênea de animais (LOOMIS, 1970)

CL50 – DL50

Teste de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*



Tes tes de toxicidade crônica com Peixes



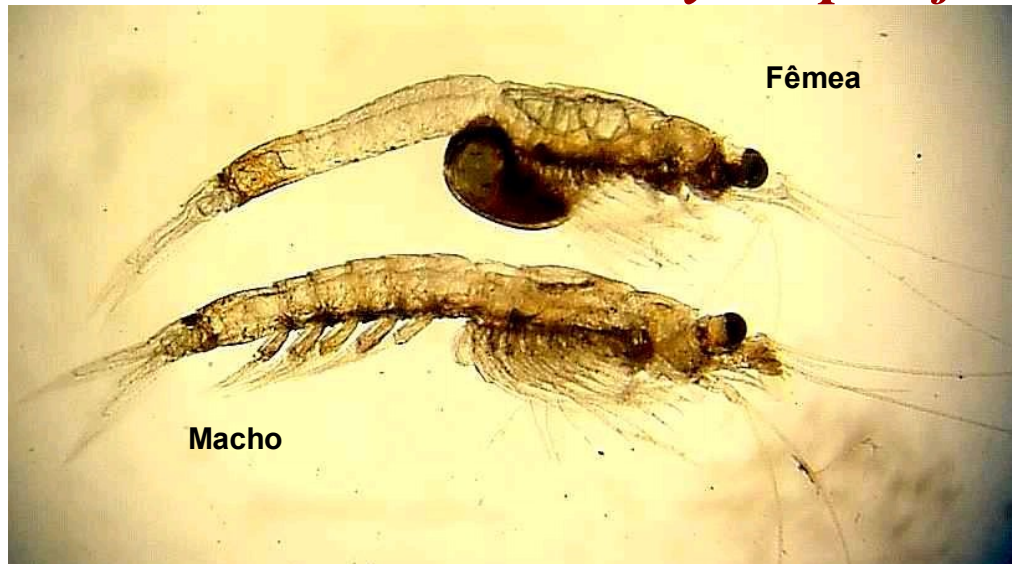
Classificação de perigo: GHS

Toxicidade crônica

- **CENO (NOEC)**
- **CEO (LOEC)**
- **VC (MATC)**

ORGANISMOS MARINHOS

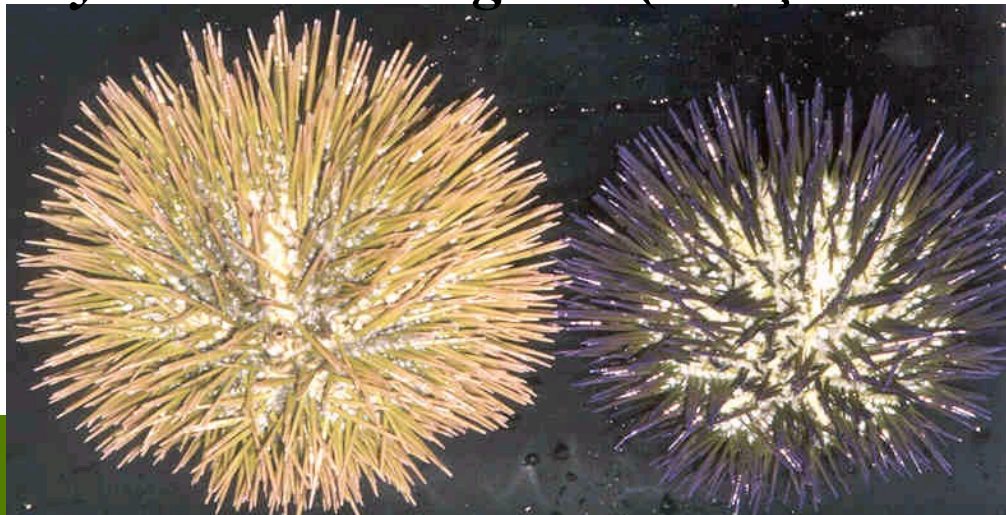
Microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae*



Anfípodo de água marinha



Lytechinus variegatus (ouriço-do-mar)



Artemia sp



Qualidade dos Ensaio Laboratoriais

- Certificação ABNT ISO/IEC 17025



MÉTODOS PADRONIZADOS

- Associações Nacionais de Normalização

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AFNOR – Association Française de Normalisation

ASTM – American Society for Testing and Materials

- Organizações Internacionais de Normalização

ISO – International Organization for Standardization

**OECD - Organization for Economic and Co-Operation
Development**

- Outros

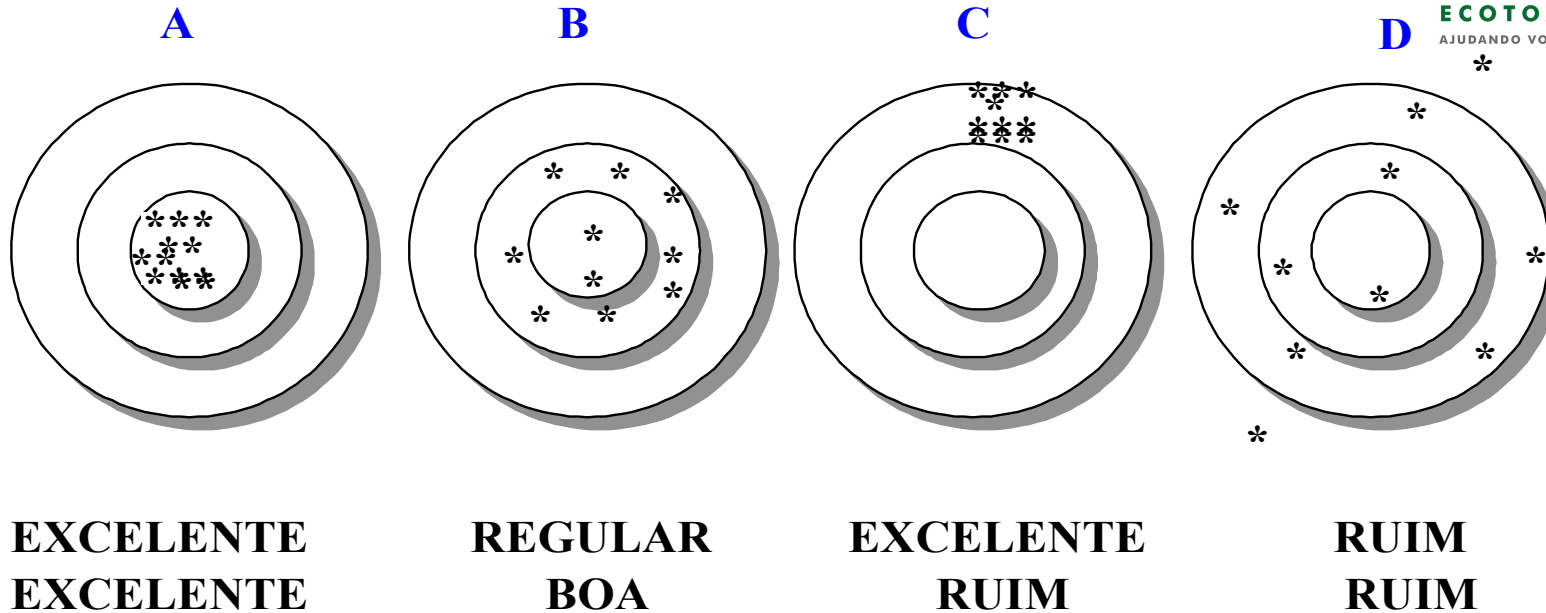


Fig. Precisão e exatidão de resultados de testes ecotoxicológicos

No caso A, a precisão e exatidão são excelentes, pois atingem a parte central do alvo

No caso B, a exatidão é boa porque o resultado médio dos testes é próximo ao do caso ^a

No caso C, verifica-se que a precisão é excelente, porém existe aí um erro sistemático para a qual a exatidão é ruim.



13 753P+

Lançamentos de efluentes industriais

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO EFLUENTE DE UMA INDÚSTRIA TÊXTIL

(Walsh et al., 1980)



56 substâncias

Dietil ftalato

Bis (2 etilhexil) ftalato

Hexaclorobenzeno

Tolueno

Triclorofluorometano

1,1,2,2 tetracloroetileno

bismuto

chumbo

tálio

tungstênio

arsênico

níquel

sílica

lítio

tântalo

háfnio

itérbio

érbio

antimônio

estanho

cádmio

molibdênio

nióbio

zircônio

gálio

cobalto

alumínio

vanádio

ítrio

estrôncio

ferro

manganês

romo

titânio

escândio

cálcio

potássio

cloro

zinco

enxofre

sódio

germânio

gadolínio

samário

neodímio

praseodímio

cério

lantânio

bário

iodo

rubídio

bromo

cobre

fósforo

flúor

magnésio



Dispersão de efluente no rio

Resolução CONAMA Art. 33

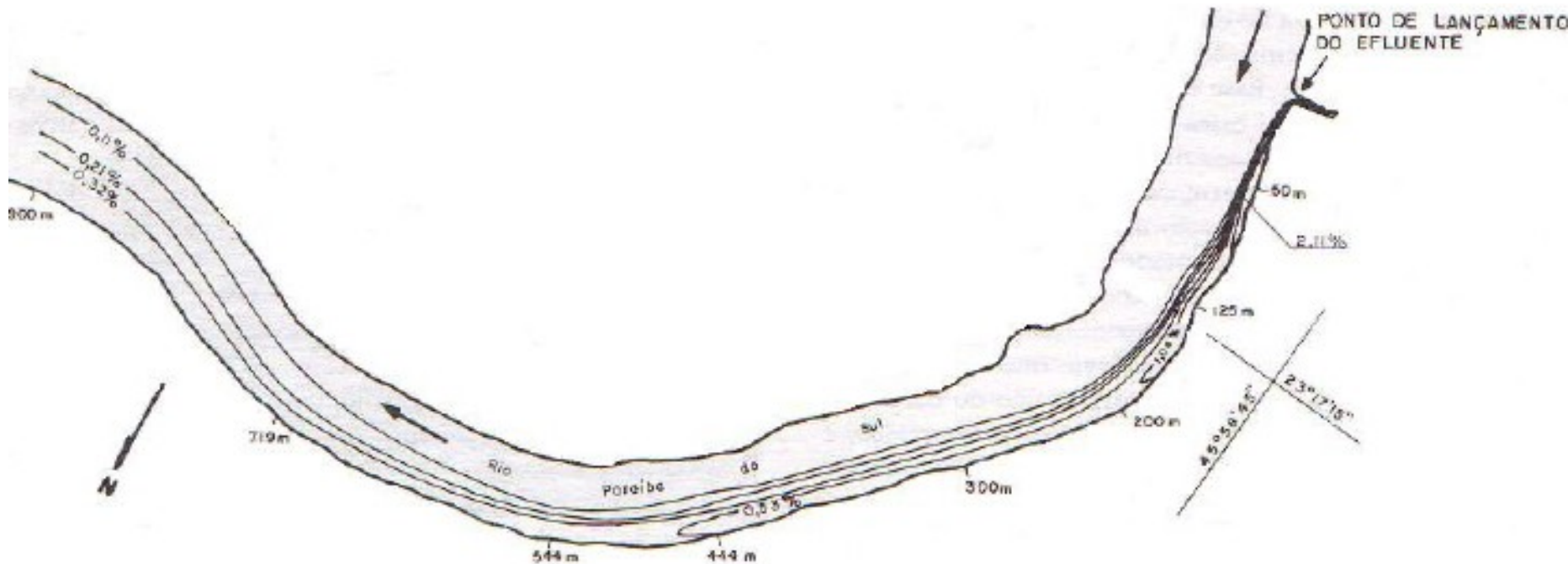


Figura 2 – Pluma de dispersão superficial de um efluente no rio Paraíba do Sul

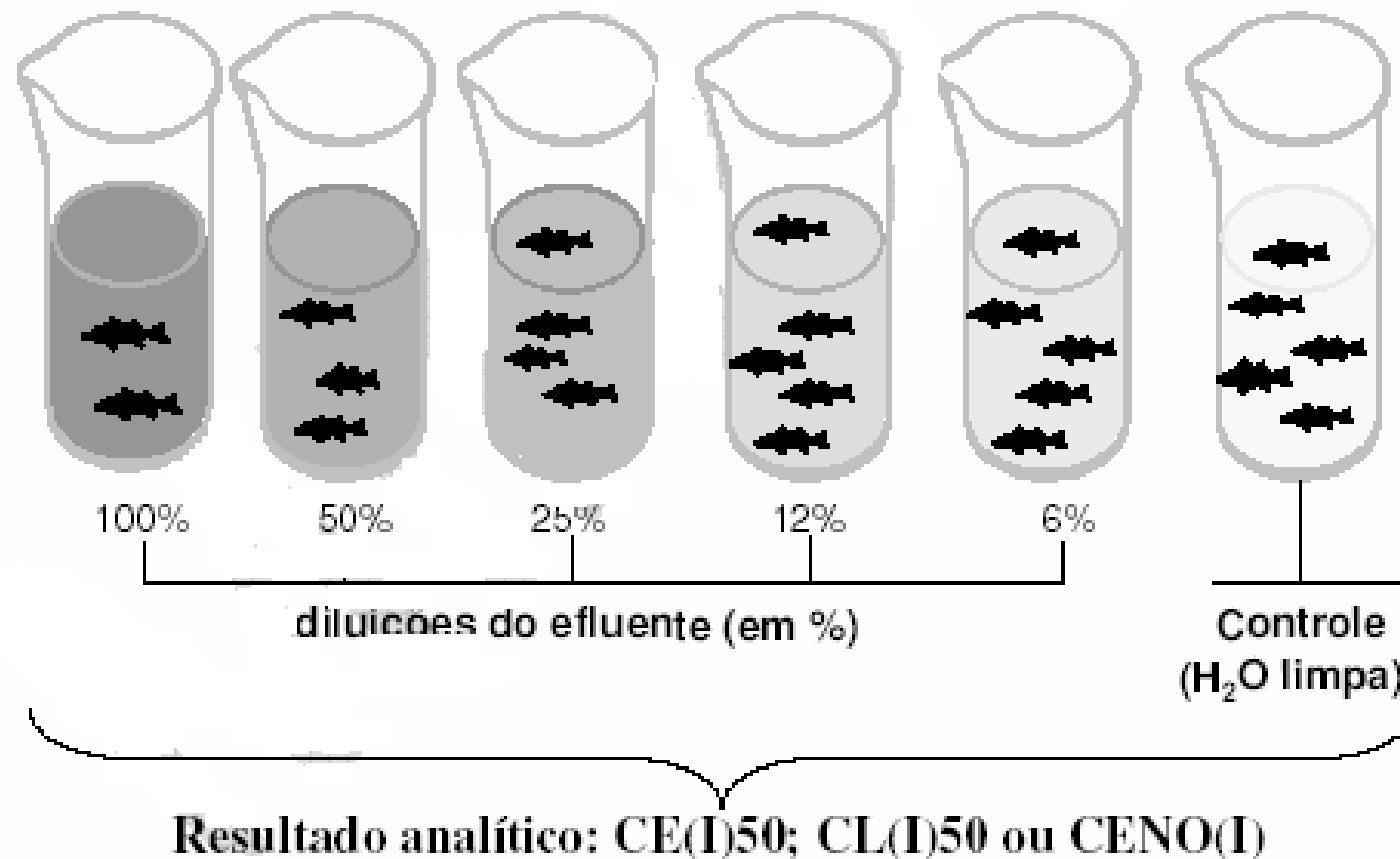


Figura 1 – Esquema de um ensaio ecotoxicológico com efluente

Toxicidade permissível para rios e córregos

a) Cálculo da diluição do efluente no corpo receptor (D.E.R.), expressa em %, como segue:

$$D.E.R. = \frac{\text{Vazão média do efluente}}{\text{Vazão média do efluente} + \text{vazão mínima do corpo receptor (em } Q_{7,10})} \times 100$$

b) Comparação do resultado da D.E.R. com os resultados dos ensaios ecotoxicológicos, como segue:

$$D.E.R. \text{ (em \%)} \leq \frac{CE(I)50;48h \text{ ou } CL(I)50;96h}{100}$$

OU

$$D.E.R. \text{ (em \%)} \leq \frac{CENO(I);7dias}{10}$$

onde:

CE(I)50;48h, CL(I)50;96h e CENO(I);7 dias = ver definição no item 6.1.1.

Exemplo: Toxicidade permissível

Um exemplo de aplicação das relações matemáticas descritas é apresentado, considerando os seguintes dados simulados:

- a) Vazão média do efluente = 8,9 L/s
- b) Vazão mínima do corpo hídrico receptor (em $Q_{7,10}$) = 1.840,0 L/s
- c) Ecotoxicidade aguda para *Daphnia similis*, $CE(I)50;48h = 2,3\%$

Utilizando a relação matemática a ser obedecida, indicada para o método de ensaio efetuado, temos:

$$D.E.R. \leq \frac{CE(I)50;48h}{100}$$

Enquanto a substituição dos termos pelos dados simulados resulta em:

$$D.E.R. = \frac{8,9 \text{ L/s} \otimes 100}{8,9 \text{ L/s} \oplus 1.840,0 \text{ L/s}} \Rightarrow D.E.R. = 0,48\%$$

$$\frac{CE(I)50;48h}{100} \Rightarrow \frac{2,3\%}{100} \Rightarrow CE(I)50;48h = 0,023\%$$



Mortandade de peixes

Objetivo dos estudos ecotoxicológicos

- Pesquisa
- Monitoramento Ambiental
- Registro/periculosidade de produtos químicos
- Avaliação de impacto ambiental de efluentes
- Controle da qualidade das águas continentais e marinhas, sedimentos e solos
- Estabelecimento de critérios de qualidade de águas e efluentes líquidos, resíduos em solo





Pedro A. Zagatto - Diretor Técnico
BIOAGRI Ambiental Ltda
Rua Aujovil Martini, 201 - Bairro Dois Córregos
CEP 13.420-833 - Piracicaba – SP
fone (19) 3417-4700 - Fax (19) 3417-4711
p.zagatto@bioagriambiental.com.br