



**Projeto IBAMA, termo de colaboração 02/2021,
Processo nº 02001.004657/2021-02**

Responsáveis técnicos:

Dr. Evaldo Luiz Gaeta Espíndola

Dr. Michiel Adriaan Daam

Dra. Raquel Aparecida Moreira

Dr. Thandy Junio da Silva Pinto

Dra. Laís Conceição Menezes da Silva

Dra. Maria Edna Tenório Nunes

Portaria 84, de 15 de outubro de 1996

Título:	Portaria 84, de 15 de outubro de 1996
Subtítulo:	Portaria Normativa
Número:	84
Ementa:	Dispoe sobre o efeito de registro e avaliacao do potencial de periculosidade ambiental(ppa) de agrotoxicos, seus componentes e afins, e institui o sistema permanente da avaliacao e controle dos agrotoxicos, segundo disposicoes do decreto nº 98.816 em seu art. 2º
Norma:	Portaria
Órgão de Origem:	IBAMA
Data da Assinatura:	15/10/1996
Data da Publicação:	18/10/1996
Situação:	Revogada parcialmente
Esfera:	Federal



Segundo anexo IV, as informações requeridas incluem:

- as características físico-químicas dos agrotóxicos;
- toxicidade para organismos não-alvo;
- comportamento no solo;
- toxicidade para animais superiores; e
- potencial genotóxico, embriofetotóxico e carcinogênico.

Contempla estudos com indivíduos de três níveis tróficos:

- (i) testes com microalgas,
- (ii) testes agudos e crônicos com microcrustáceos e peixes;
- (iii) avaliação do potencial de bioconcentração em peixes.

IBAMA (1996)

Novas substâncias,
áreas não monitoradas

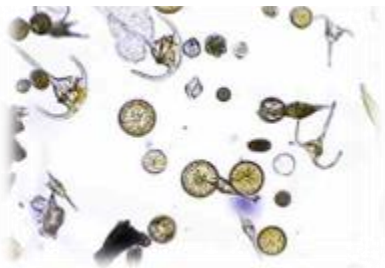
Concentração Ambiental
Prevista (Predicted
Environmental Concentration)

Concentração Ambiental
Medida (Measured
Environmental Concentration)

Quociente de Risco
(Risk Quotient)

$$RQ = \frac{PEC \text{ ou } MEC}{PNEC}$$

Concentração sem efeito
previsto (Predicted Non-Effect
Concentration)



Fitoplâncton



Zooplâncton



Peixes

Normativas das principais agências regulamentadoras internacionais

Overview of the Ecological Risk Assessment Process in the Office of Pesticide Programs, U.S. Environmental Protection Agency

Endangered and Threatened Species Effects Determinations

Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances
Office of Pesticide Programs
Washington, D.C.

January 23, 2004



EFSA Journal 2013;11(7):3290

SCIENTIFIC OPINION

**Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for
aquatic organisms in edge-of-field surface waters¹**

EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

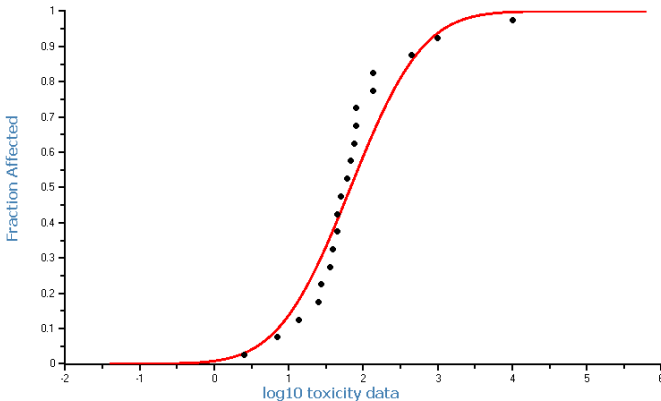
This scientific output, published on 5 August 2013, replaces the earlier version published on 18 July 2013*.

Quais níveis tróficos são
adotados;

Quais grupos de organismos dentro
de cada nível;

Respostas comumente
avaliadas.

SSD Graph

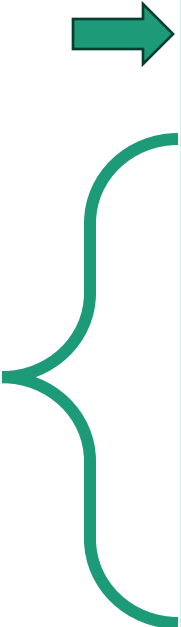


Os dados de toxicidade aguda (CL_{50} e CE_{50}) foram usados para a construção de Curvas de Sensibilidade de Espécies (SSDs):

- agrotóxicos que apresentaram dados suficientes; e
- dados de toxicidade para espécies nativas brasileiras e de clima temperado.

Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar EFSA, 2013; EPA, 2004; Van Vlaardingen et al., 2004)

Tabela 1 - Toxicidade para organismos não-alvo. Considera-se PT = produto técnico, PF = produto formulado, T = teste completo, B = teste ou publicação científica completa, CR = condicionalmente requerido, DL50 = dose letal a 50% dos organismos e CL50 = concentração letal a 50% dos organismos.




Teste	Especificação da exigência	Produto(s) a ser(em) testado(s) em caso de requerimento de avaliação ambiental de:		Observações gerais
Parte D – Toxicidade para organismos não-alvo	PT/PF	PT	PF	
D.1 – Microrganismos	T	PT	PF	Microrganismos úteis envolvidos em processos de ciclagem de nutrientes.
D.2 – Algas	T	PT	PF	
D.3 – Organismos do solo	T	PT	PF	
D.4 – Abelhas	T	PT	PF	
D.5 – Microcrustáceos				
D.5.1 – Agudo	T	PT	PF	
D.5.2 – Crônico	T	PT	PF	
D.6 – Peixes				
D.6.1 – Agudo	T	PT	PF	
D.6.2 – Crônico	T	PT	PF	
D.7 – Bioconcentração em peixes	CR/T	PT	PF	Solicitado quando: log Kow > 2 ou solubilidade em água < 1,0 mg/l ou meia-vida na água > 4 dias (hidrólise) ou produto não facilmente degradável em solução aquosa (biodegradabilidade imediata) ou sempre que o produto puder atingir ambientes aquáticos.
D.8 – Aves				
D.8.1 – Dose única	T	PT	PF	
D.8.2 – Crônico	CR/T	PT	PF	*DL50 ≤ 500 mg/kg
D.8.3 – Reprodução	CR/T	PT	PF	**CL50 ≤ 1000 mg/kg
D.9 – Plantas				
D.9.1 – Fitotoxicidade para plantas não alvo	CR/B	PF ou PT		Para produtos cuja a meia-vida seja ≥ 180 dias ou a evolução CO ₂ ≤ 1% em 28 dias.

Fonte: Portaria 84 (1996), modificada pela Portaria 6 (2012).

Organismos-teste e parâmetros ecotoxicológicos

Nos EUA, na ARA no nível de triagem, são feitos estudos laboratoriais com:

 Peixes de água doce (3): *Lepomis macrochirus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Pimephales promelas*;

 Invertebrados de água doce: *Daphnia magna*

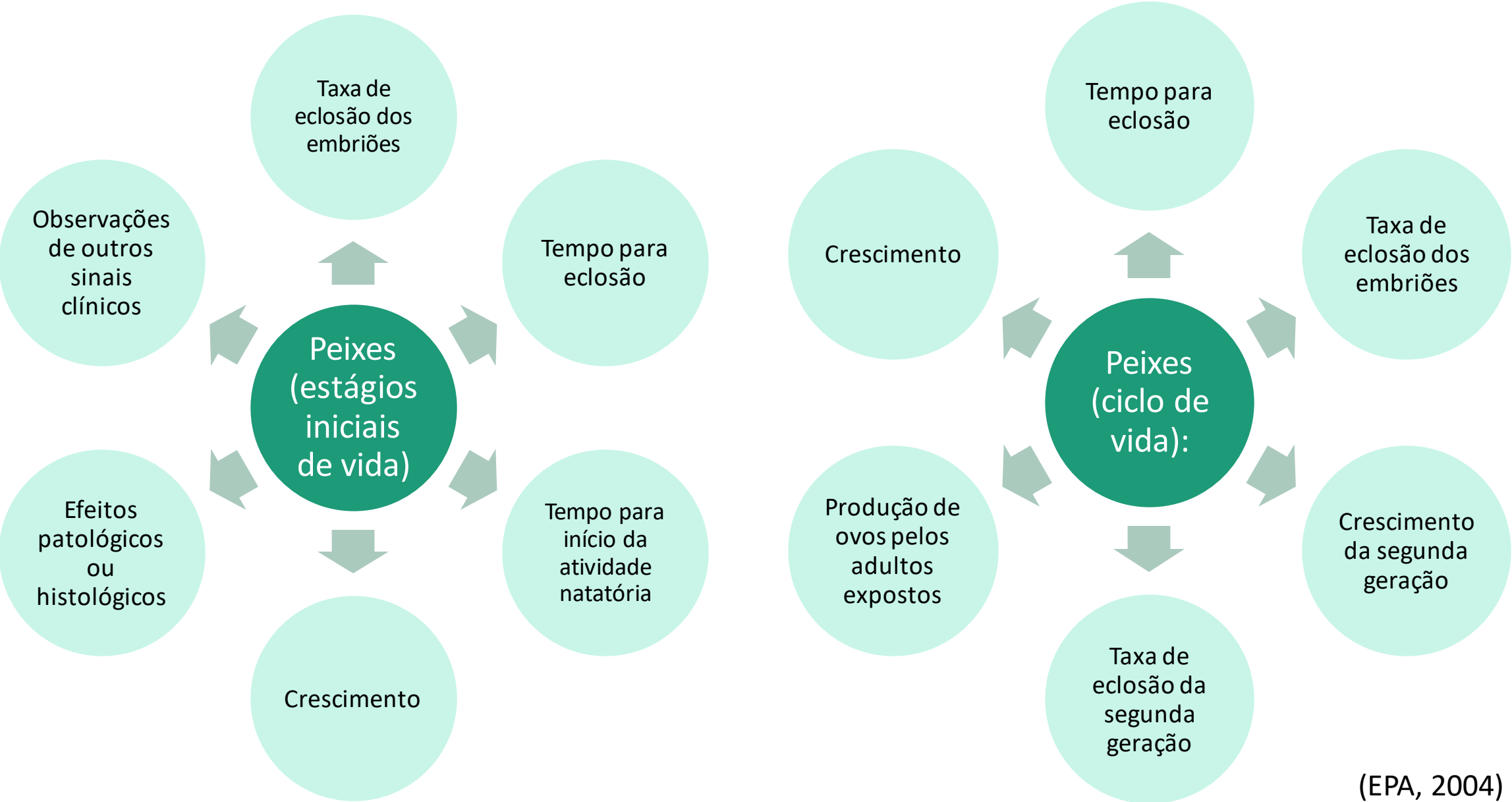
Anfípodes, estágios larvais de mosquito, ordens Plecoptera e Ephemeroptera podem ser utilizados;

 Algas e plantas aquáticas:

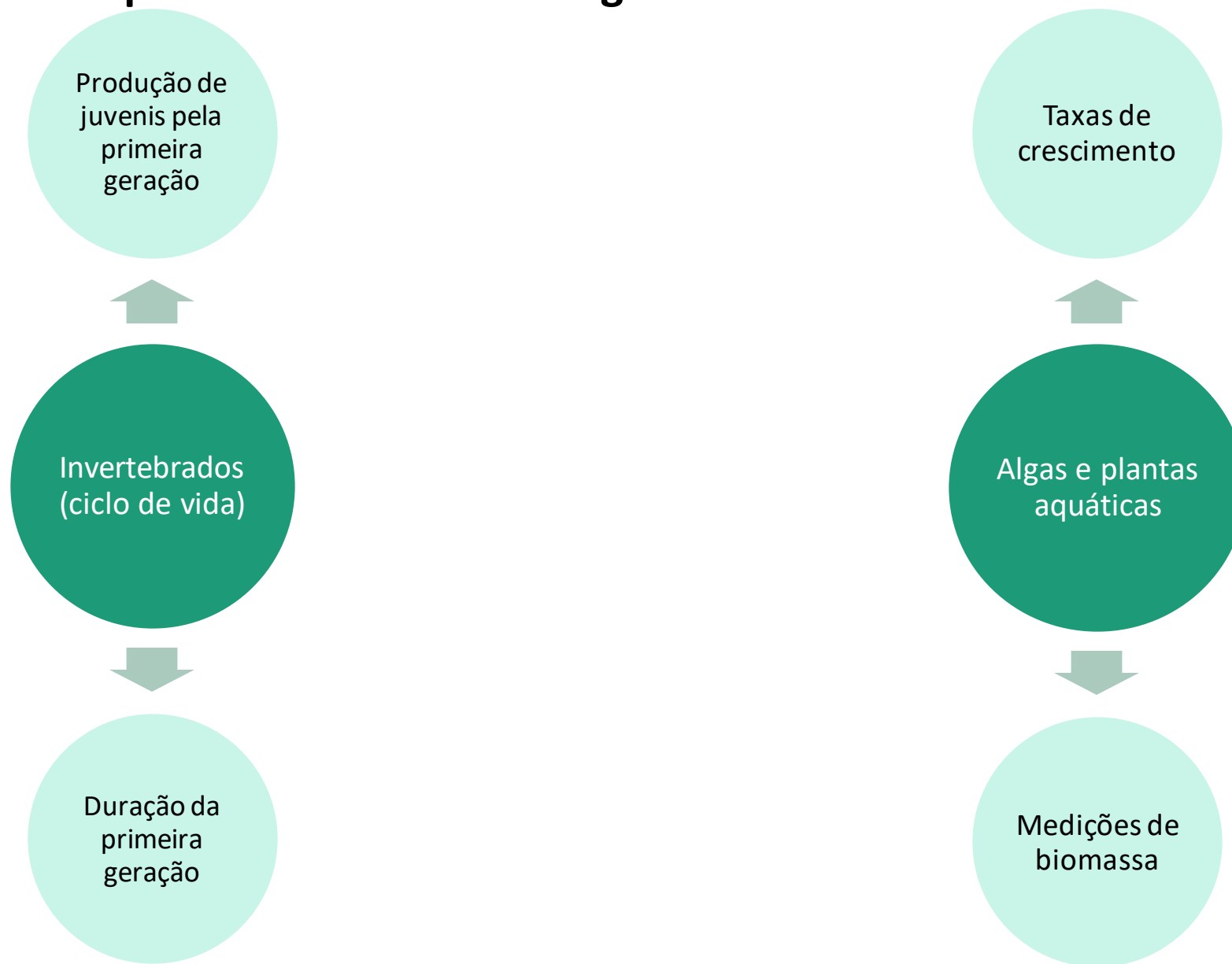
Espécies de algas (5): *Skeletonema costatum*, *Anabaena flos-aquae*, *Selenastrum capricornutum* (*Raphidocelis subcapitata*), *Chlorella vulgaris* e *Scenedesmus subspicatus* (*Desmodesmus subspicatus*);

Espécie de macrófita: *Lemna gibba*.

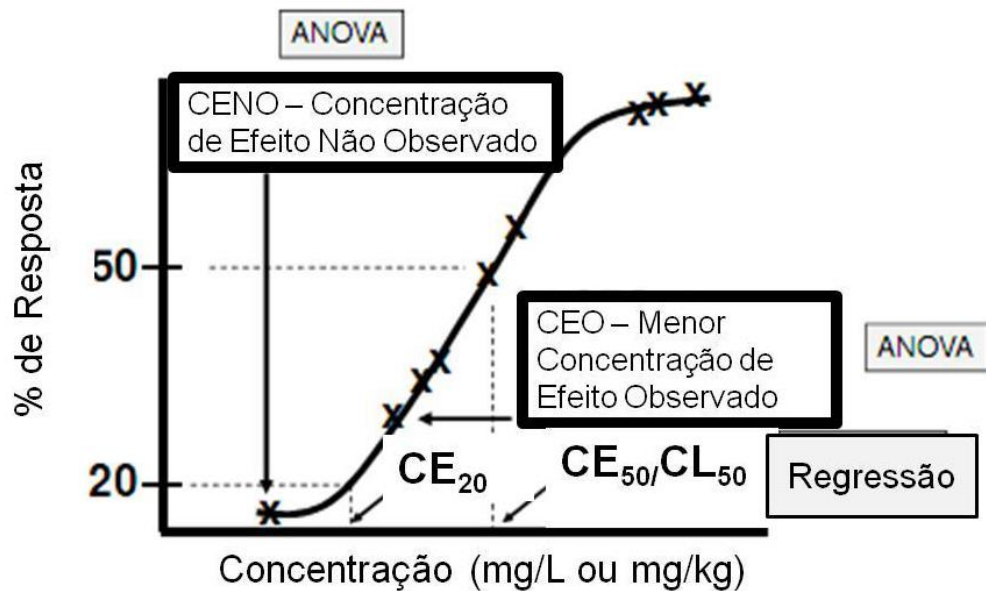
Organismos-teste e parâmetros ecotoxicológicos



Organismos-teste e parâmetros ecotoxicológicos



(EPA, 2004)



Parâmetros usados para expressar a toxicidade de uma substância (ou matriz contaminada) e usados na análise de risco

Testes de toxicidade aguda: o menor valor de Concentração de Efeito Observado (CEO) ou Concentração de Efeito/Letal para 50% dos organismos (CE₅₀ e CL₅₀, respectivamente).

Testes de toxicidade crônica: o menor valor de Concentração de Efeito Não-Observado (CENO).

Testes com plantas aquáticas vasculares e algas, os menores valores de CE₅₀.

Na União Europeia, os grupos a serem testados, assim como as respostas avaliadas, variam de acordo com as classes de agrotóxicos.

Inseticidas

- Testes agudos (CE_{50} ou CL_{50})
 - *Daphnia* sp. (*D. magna* preferencialmente);
 - Outro artrópode adicional (e.g. *Chironomus* sp. ou *Americamysis bahia*);
 - *Oncorhynchus mykiss* (peixe).
- Efeitos crônicos (CE_{10} ou NOEC e Concentração de Efeito na Taxa de Crescimento – CEr para crescimento de algas).
 - *Daphnia* sp. ou outro artrópode adicional;
 - *Chironomus* sp. (obrigatório apenas se a substância se acumular no sedimento ou quando o químico interferir em hormônios de metamorfose);
 - Testes com fases iniciais de peixes ou com ciclo de vida completo;
 - Alga verde (e.g. *Raphidocelis subcapitata*).

Herbicidas

- Testes agudos (CE_{50} ou CL_{50})
 - *Daphnia* sp. (*D. magna* preferencialmente);
 - *Oncorhynchus mykiss* (peixe).
- Efeitos crônicos
 - Alga verde (e.g. *Raphidocelis subcapitata*);
 - Algas não-verdes (e.g. diatomácea *Navicula pelliculosa*);
 - *Lemna* sp., *Myriophyllum* sp. ou *Glyceria maxima*:

Caso a espécie testada e as algas não sejam sensíveis ao herbicida: uma macrófita enraizada (*Myriophyllum spicatum*, por exemplo) deve ser usada.

A espécie *G. maxima* deve ser usada caso o herbicida afete plantas terrestres monocotiledôneas;

- *Daphnia* sp.
- Testes com fases iniciais de peixes ou com ciclo de vida completo;
- *Chironomus* sp. ou *Lumbriculus* sp. (caso a substância se acumule no sedimento).

(EFSA, 2013)

Para outros grupos de agrotóxicos

- Testes agudos (CE_{50} ou CL_{50})
 - *Daphnia* sp. (*D. magna* preferencialmente);
 - *Oncorhynchus mykiss* (peixe).
- Efeitos crônicos (CE_{10} ou NOEC e CEr para crescimento de algas)
 - Alga verde (e.g. *Raphidocelis subcapitata*);
 - *Daphnia* sp.;
 - Testes com fases iniciais de peixes ou com ciclo de vida completo;
 - *Chironomus* sp. ou *Lumbriculus* sp. (caso a substância se acumule no sedimento).
 - Experimentos de bioconcentração em peixes também são previstos para moléculas lipofílicas.

Tabela 2 - Síntese dos parâmetros ecotoxicológicos adotados pelo IBAMA, EPA e EFSA.

Grupos de organismos	IBAMA (1996)	EPA (2004)	EFSA ¹ (2013)
Testes agudos			
1. Invertebrados - Cladocera	-	<i>D. magna</i> ou outro invertebrado mais sensível.	<i>Daphnia</i> sp. (todas as classes).
2. Invertebrados - outros	Testes com microcrustáceos.	-	Espécie de artrópode adicional (apenas para inseticidas).
3. Peixes	Testes com peixes.	São sugeridas três espécies (<i>L. macrochirus</i> , <i>O. mykiss</i> , <i>P. promelas</i>), sendo escolhida a mais sensível.	<i>O. mykiss</i> (todos os grupos).
Testes crônicos			
1. Algas	Teste com algas.	São propostas cinco espécies (<i>S. costatum</i> , <i>A. flosaquae</i> , <i>R. subcapitata</i> , <i>C. vulgaris</i> , <i>S. subspicatus</i>), sendo escolhida a mais sensível (incluindo a espécie de planta aquática).	Uma espécie de alga verde (inseticidas e outros grupos). Uma espécie de alga verde e não-verde, cada (herbicidas). Para ambos os casos, as espécies não são delimitadas.
2. Plantas aquáticas	-	<i>L. gibba</i> (usada caso seja mais sensível que as algas).	Espécie mais adequada de três opções (<i>Lemna</i> sp., <i>Myriophyllum</i> sp. ou <i>Glyceria maxima</i>) fornecidas (herbicidas).
3. Invertebrados - Cladocera	-	<i>D. magna</i> ou outro invertebrado mais sensível.	<i>Daphnia</i> sp. ou outro artrópode mais sensível (inseticidas). <i>Daphnia</i> sp. (herbicidas e outros grupos).
4. Invertebrados - outros	Testes com microcrustáceos.		<i>Chironomus</i> sp. em casos especiais (inseticidas). <i>Chironomus</i> sp. ou <i>Lumbriculus</i> sp. em casos especiais (herbicidas e outros grupos)
5. Peixes	Testes com peixes. Bioconcentração em peixes (condições específicas).	São sugeridas três (<i>L. macrochirus</i> , <i>O. mykiss</i> , <i>P. promelas</i>) espécies, sendo escolhida a mais sensível.	Fases iniciais ou ciclo de vida completo (todos os grupos). Bioconcentração (em casos específicos).
¹ No documento da EFSA (2013) são descritos testes considerando diferentes classes de agrotóxicos; dessa forma, as especificidades são apontadas.			



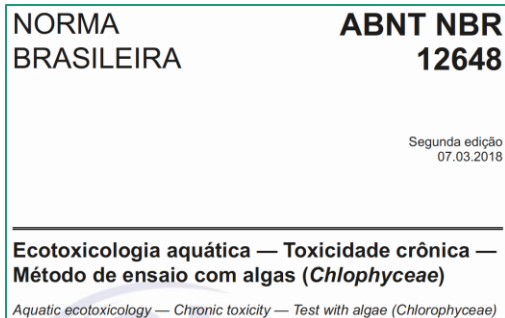
Indicações de espécies nativas brasileiras

Produtores primários



Algas: De 472 dados de toxicidade em 76 estudos: 66 estudos com a microalga *Raphidocelis subcapitata*.

Raphidocelis subcapitata



A ABNT, NBR 12648 (ABNT, 2018): microalgas *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus subspicatus*, *Monoraphidium dybowskii*, *R. subcapitata* e outras algas verdes unicelulares, que pode ser orientador para o estabelecimento de espécies pelo IBAMA.

Macrófitas: Sete estudos com quatro espécies nativas: *Azolla caroliniana* (5), *Pistia stratiotes* L, *Salvinia molesta* e *Wolffia brasiliensis*);

Os estudos encontrados fazem adaptações da norma OECD (2006) para teste de inibição de crescimento com *Lemna* sp;

As respostas: Crescimento das plantas (biomassa fresca e seca, número de frondes, área de folhas, tamanho de raiz).

Importância de estudos com macrófitas: o grupo pode apresentar maior sensibilidade a certos grupos de herbicidas (e.g. CEDERGREEN; STREIBIG, 2005).



Lemna sp.

Invertebrados – Ordem Cladocera



Daphnia sp.

Nas normas da EPA e EFSA, os dafinídeos (*D. magna*), são usados, podendo haver complementação com estudos usando outros grupos de invertebrados.

No Brasil, a Portaria 84/96 não faz um detalhamento quanto ao grupo a ser usado, apenas especifica que os estudos devem ser feitos com microcrustáceos.

Na base de dados construída foram encontrados estudos com sete espécies nativas: *Ceriodaphnia silvestrii*, *Ceriodaphnia rigaudi*, *Daphnia laevis*, *Moina minuta*, *Pseudosida ramosa*, *Diaphanosoma birgei* e *Bosmina freyi*.



Ceriodaphnia sp.

A espécie *C. silvestrii*: 127 dos 141 dados de toxicidade - 10 dos 16 estudos avaliados.

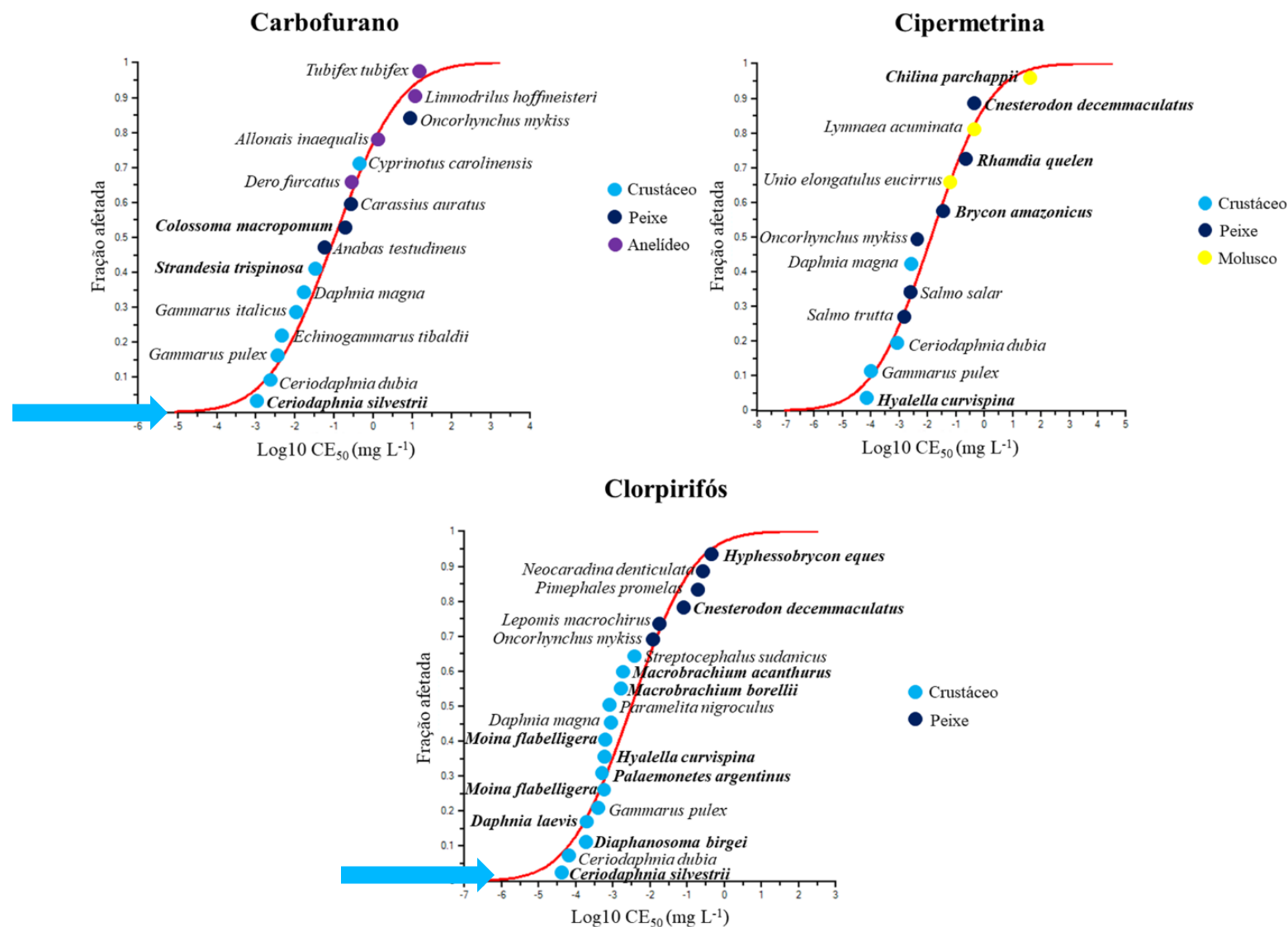


Figura 1 - Curvas SSDs para os inseticidas carbofurano, cipermetrina e clorpirifós, construídas a partir de dados de toxicidade aguda para espécies nativas (em negrito) e espécies de clima temperado. Os diferentes grupos de organismos são marcados em azul (crustáceo), azul-marinho (peixe), amarelo (molusco) e roxo (anelídeo).

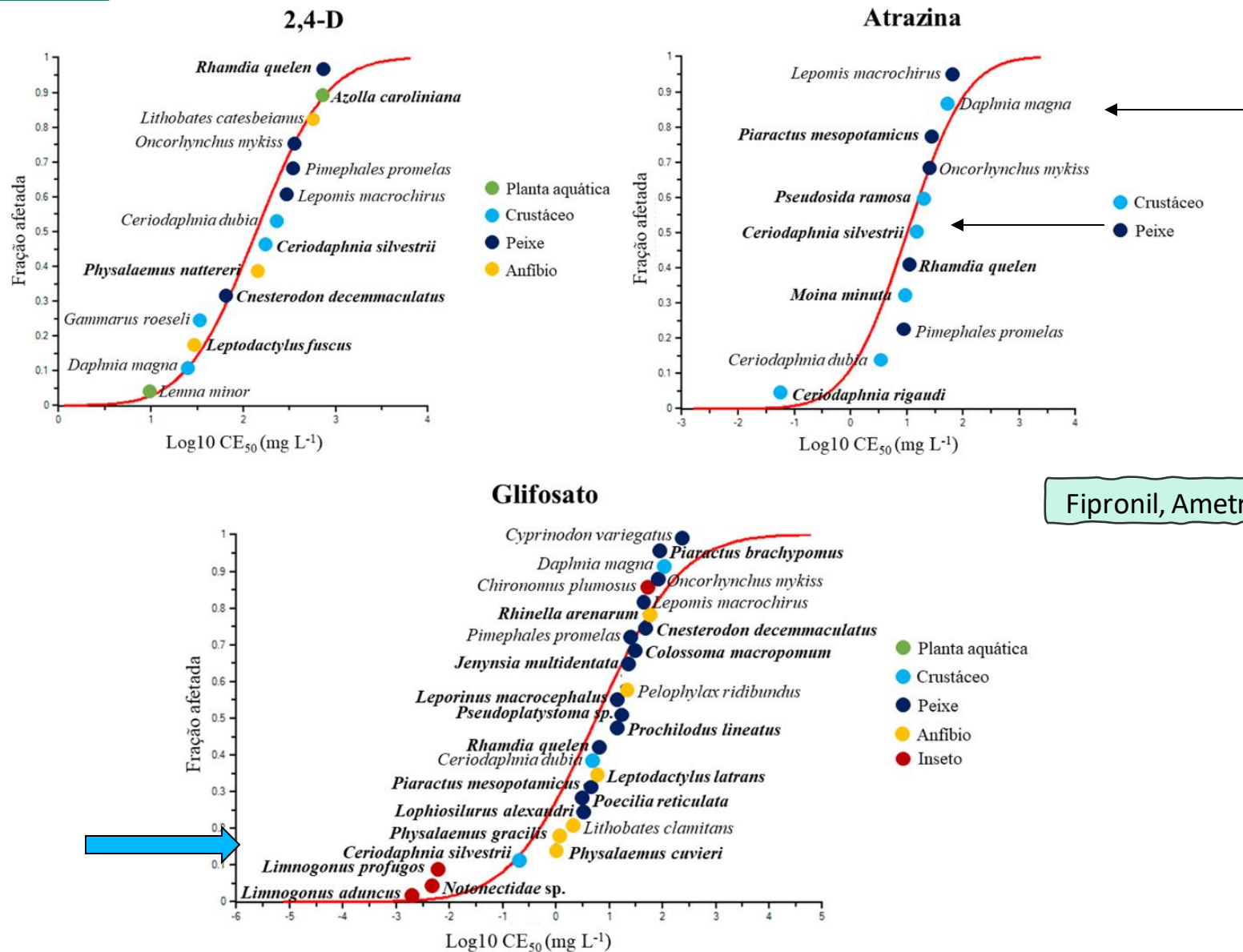


Figura 2 - Curvas SSDs para os herbicidas 2,4-D, atrazina e glifosato, construídas a partir de dados de toxicidade aguda para espécies nativas (em negrito) e espécies de clima temperado. Os diferentes grupos de organismos são marcados em verde (planta aquática), azul (crustáceo), azul-marinho (peixe), laranja (anfíbio) e vermelho (inseto).

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
13373**

Sexta edição
08.09.2022

**Ecotoxicologia aquática — Toxicidade crônica
— Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp
(Crustacea, Cladocera)**

*Aquatic ecotoxicology - Chronic toxicity - Test method with *Ceriodaphnia* spp
(Crustacea, Cladocera)*

Invertebrados – outros

Além do uso de dafinídeos, a EPA e a União Europeia adotam o uso de outros grupos de invertebrados no processo de ARA de agrotóxicos para fins de regulação.

Atualmente, a Portaria 84/96 do IBAMA não prevê o uso de outros invertebrados, além dos microcrustáceos.

Reforçamos a importância da adoção de outros invertebrados, considerando que certas classes de agrotóxicos (e.g. inseticidas), podem provocar maiores efeitos em outros grupos, como insetos, oligoquetas, anfípodes e decápodes.



Insecta



Oligochaeta



Amphipoda



Ostracoda

Insecta

A espécie nativa *Chironomus sancticaroli* (sinônimos *C. xantus* e *C. domizzi*) (TRIVINHO-STRIXINO, 2011) tem sido a mais usada.

Estudos na literatura têm demonstrado a viabilidade no uso dessa espécie com outros tipos de substâncias.

Adaptação, de forma satisfatória, de protocolos internacionais (OECD, 2004b, 2011).



Chironomus sp.

Manutenção em laboratório: Fonseca e Rocha (2004) estabeleceram um protocolo para cultivo da espécie *C. sancticaroli*.

Parâmetros avaliados: mortalidade em testes agudos; sobrevivência e crescimento (tamanho e biomassa) em testes subcrônicos e ciclo de vida completo da espécie em testes crônicos (sobrevivência, crescimento, emergência e desenvolvimento).

C. sancticaroli apresenta ciclo de vida mais curto em comparação com outras espécies padronizadas, como *C. riparius* e *C. tentans* (PINTO et al., 2021).

Amphipoda: Foram encontrados nove estudos com espécies de anfípodes nativas, sendo: *Hyalella meinerti*, *H. curvispina*, *H. castroi* e *H. pleoacuta*.

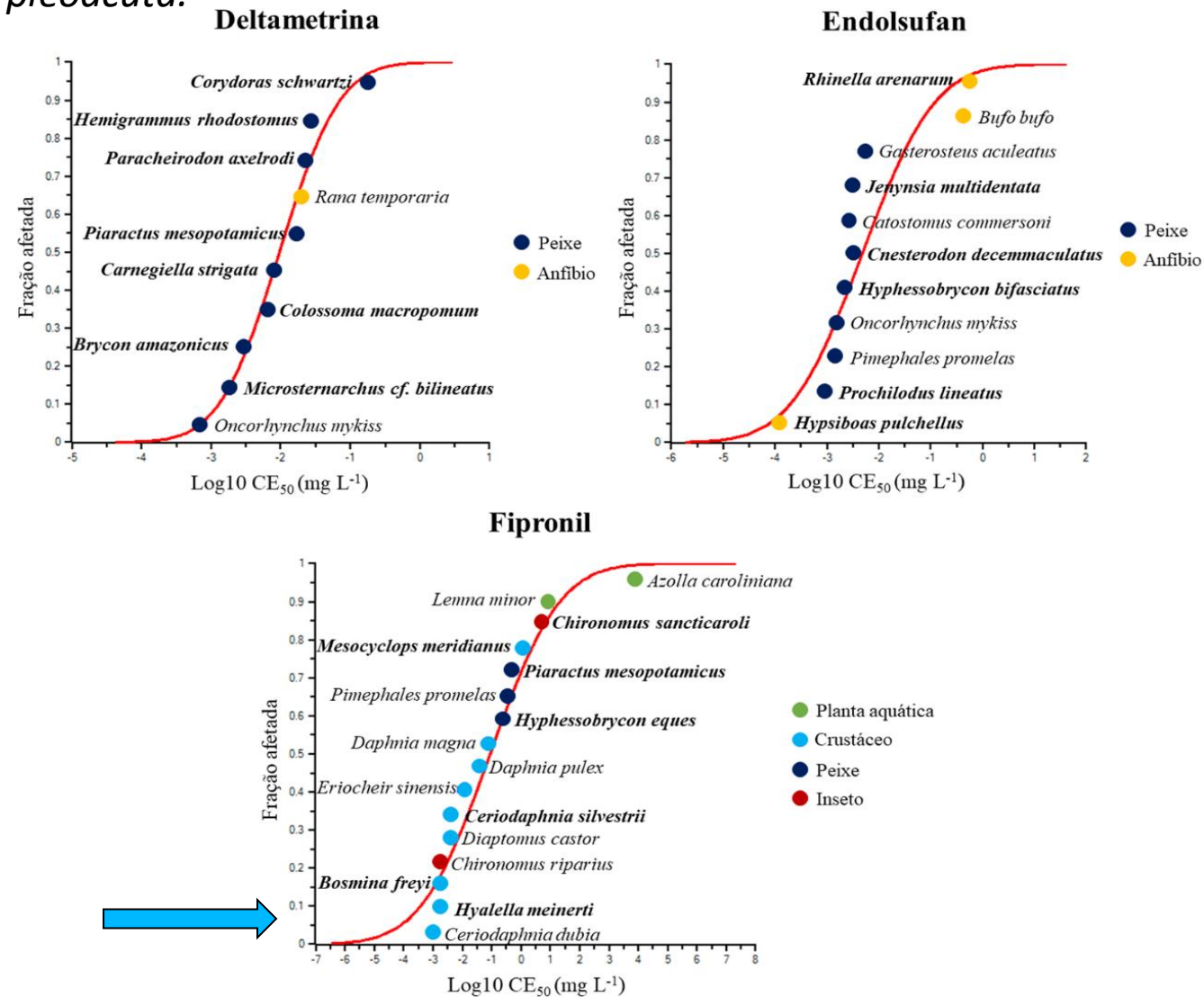


Figura 3 - Curvas SSDs para os inseticidas deltametrina, endosulfan e fipronil, construídas a partir de dados de toxicidade aguda para espécies nativas (em negrito) e espécies de clima temperado. Os diferentes grupos de organismos são marcados em verde (planta aquática), azul (crustáceo), azul-marinho (peixe), laranja (anfíbio) e vermelho (inseto).

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15470

Terceira edição
18.03.2021

Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda e crônica — Método de ensaio com *Hyaella* spp (Amphipoda) em sedimentos

*Aquatic ecotoxicology — Acute and chronic toxicity — Method for assessing the toxicity of sediment using *Hyaella* spp (Amphipod)*

- A espécie *H. azteca* é usada de forma difundida em Ecotoxicologia ao redor do mundo (POYNTON et al., 2018).
- Não se encontra registrada no SiBBr (Sistema de informação sobre a Biodiversidade Brasileira).

Peixes

Maior número de informações: 124 estudos cobrindo 1086 dados de toxicidade;

Incluíram informações de efeitos letais e subletais: comportamento, crescimento, reprodução, biomarcadores bioquímicos, respostas genéticas, histologia, etc.

Foram estudadas 33 espécies, pertencentes às ordens (6): Characiformes, Cichliformes, Cyprinodontiformes, Gymnotiformes, Siluriformes e Symbranchiformes.

Rhamdia quelen (Siluriformes): 23 (228 dados);

Cnesterodon decemmaculatus (Cyprinodontiformes): 20 (199 dados);

Prochilodus lineatus (Characiformes): 17 (212 dados).

Efeitos subletais: difícil estabelecer uma escala de sensibilidade, uma vez que os efeitos variam desde respostas moleculares a individuais (crescimento) e populacionais (reprodução).

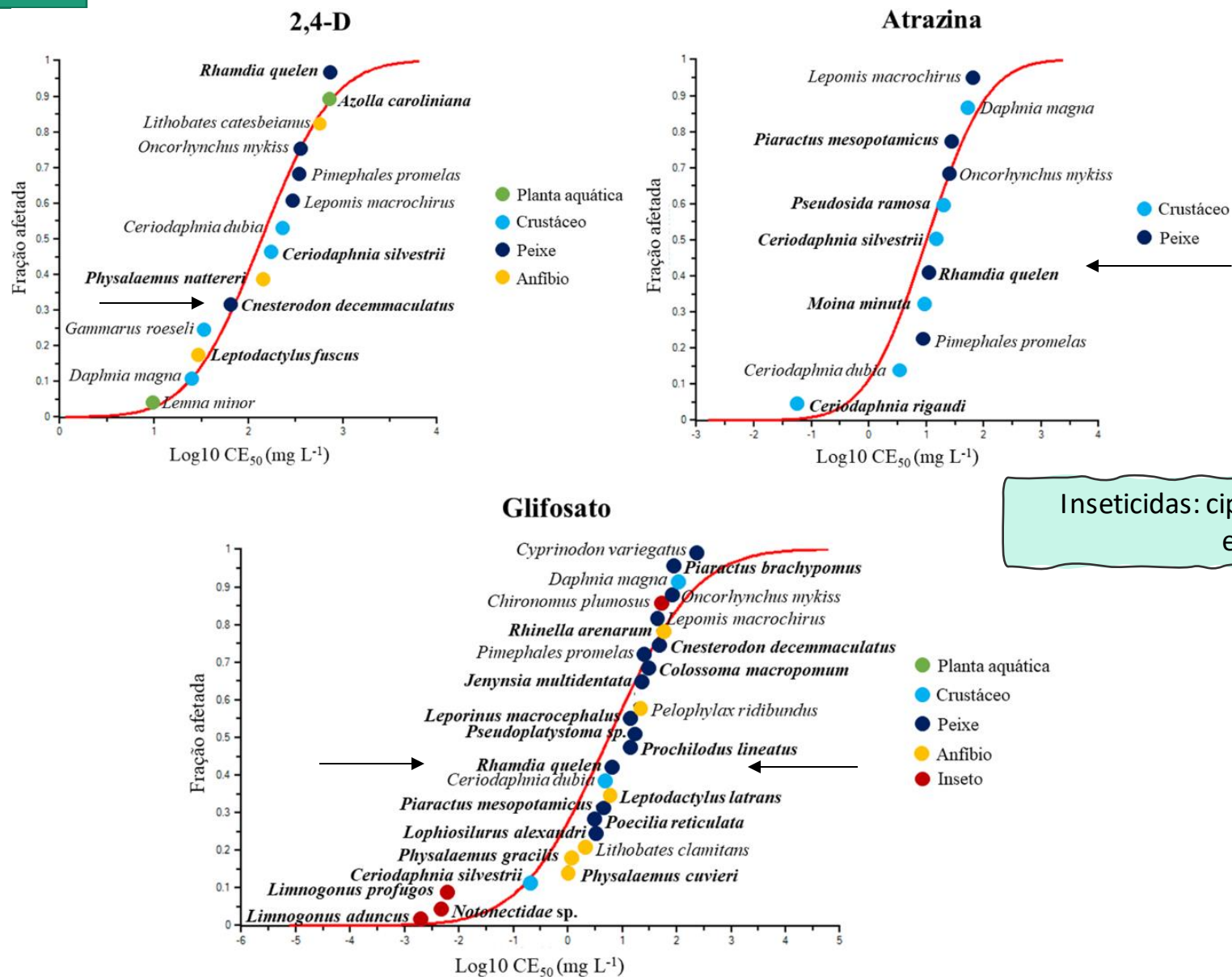
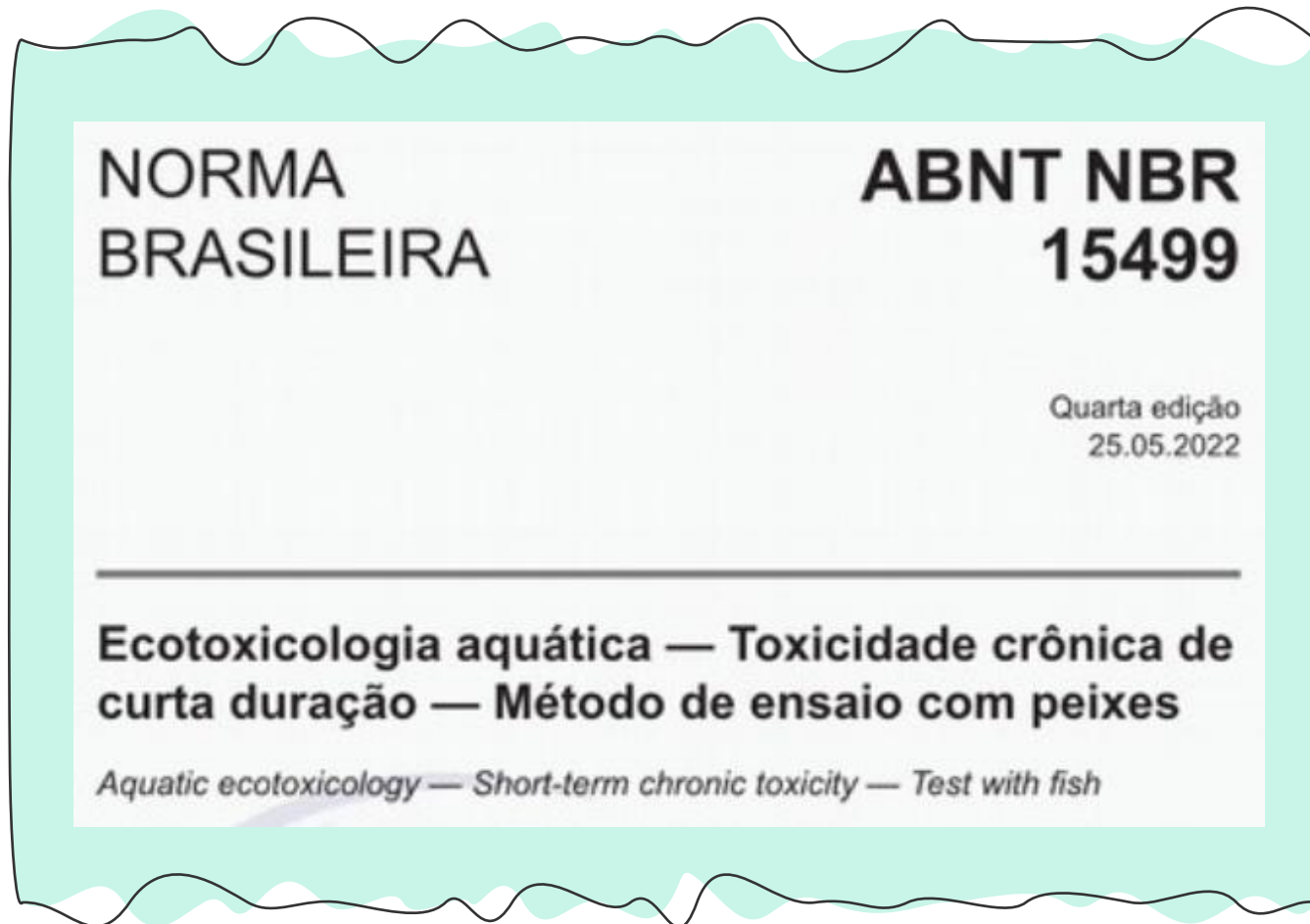


Figura 4 - Curvas SSDs para os herbicidas 2,4-D, atrazina e glifosato, construídas a partir de dados de toxicidade aguda para espécies nativas (em negrito) e espécies de clima temperado. Os diferentes grupos de organismos são marcados em verde (planta aquática), azul (crustáceo), azul-marinho (peixe), laranja (anfíbio) e vermelho (inseto).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12716*. Água – Ensaio de toxicidade aguda com peixes – Parte III – Sistema de fluxo contínuo – Método de ensaio. São Paulo: ABNT, 1993a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15088*. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com peixes (Cyprinidae). Brazilian Association for Technical Standards – ABNT. 1993b.



Danio rerio e Pimephales promelas



Tabela 3 - Descrição das espécies sugeridas para adoção como modelos biológicos no processo de ARA de agrotóxicos para o Brasil.

Grupo	Espécie	Potenciais <i>endpoints</i>	Normas
Produtores primários/algas	<i>Raphidocelis subcapitata</i>	Crescimento algal	NBR 12648 (ABNT, 2018)
Produtores primários/plantas aquáticas	<i>Azolla caroliniana</i> e <i>Salvinia molesta</i>	Biomassa fresca, biomassa seca, área foliar, comprimento da raiz.	Adaptação: OECD 221 (2006)
Invertebrados/ Cladóceros	<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	Imobilidade (teste agudo), reprodução (teste crônico)	NBR 12713 (ABNT, 2022a) e NBR 13373 (ABNT, 2017)
Invertebrados/ Inseto	<i>Chironomus sancticaroli</i>	Mortalidade (teste agudo), sobrevivência e crescimento (teste subcrônico), sobrevivência, crescimento, emergência e desenvolvimento (teste crônico)	Adaptação: Fonseca e Rocha (2004), OECD 218 (2004b) e OECD 233 (2011)
Invertebrados/ Anfípode	<i>Hyaella</i> sp.	Letalidade (teste agudo), sobrevivência e crescimento (teste crônico)	NBR 15470 (2013)
Vertebrados/ Peixes	<i>Rhamdia quelen</i> , <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> e <i>Prochilodus lineatus</i>	Letalidade (teste agudo) e letalidade e crescimento (teste crônico)	Adaptação: NBR 12716 (ABNT, 1993a) e NBR 15499 (ABNT, 2022b)





Relatório Temático Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (RABSE)

Coordenação:

Rachel Bardy Prado - Embrapa Solos
Gerhard Ernst Overbeck - Instituto de Biociências, UFRGS

Jovens Pesquisadores da Coordenação:

Caio Graco-Roza - Universidade de Helsinque, Finlândia
Gabriela Duarte - Nature Conservancy of Canada
Marina Monteiro: Floresta Cheia Instituto de Conservação Ambiental
Raquel Moreira - Instituto de Ciências Biológicas, FURG

Capítulo 1: Benefícios mútuos entre agricultura, biodiversidade e os serviços ecosistêmicos

Coordenadores: Blandina F. Viana (UFBA); Carlos Nabinger (UFRGS) e Mônica M. Pires (UESC)

Capítulo 2: Trajetória histórica e panorama atual das relações entre agricultura, biodiversidade e serviços ecosistêmicos

Coordenadores: Antônio M. Buainain (UNICAMP), Fabiana G. Aquino (EMBRAPA), Eduardo Assad (FGV/GVagro CEPAGR/UNICAMP)

Capítulo 3: Cenários para a agricultura, a biodiversidade e os serviços ecosistêmicos

Coordenadores: Mateus José R. Paranhos, Fábio O. Roque e Aline C. Soterroni

Capítulo 4: Conciliando a agricultura e a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecosistêmicos

Coordenadores: Fabiano Balieiro, Henrique Pereira e Rafael Loyola

Capítulo 5: Oportunidades para geração de renda e inclusão produtiva no meio rural através do uso sustentável, da manutenção da biodiversidade e de seus serviços ecosistêmicos.

Coordenadores: Joice Ferreira, Arilson Favareto

Capítulo 6: Governança para conciliar a Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos no Brasil

Coordenadores: Miguel Calmon, Rita de Cássia G. Mesquita e Silvio Crestana

SUMÁRIO PARA TOMADORES DE DECISÃO – STD

Previsão de Lançamento: Março de 2024

Introdução

Evolução temporal das relações entre Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

Modelos e cenários para a Agricultura e a Biodiversidade no futuro: qual opção queremos?

Soluções que contribuem para conciliar a conservação dos recursos naturais com a produção agrícola e a geração de renda e inclusão social no meio rural

Mecanismos institucionais e de mercado para implementar práticas para uma agricultura mais sustentável e inclusiva

Como estabelecer a governança necessária para gerar uma mudança transformativa

