

2º WORKSHOP SOBRE BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS



21 E 22 DE NOVEMBRO DE 2023
EVENTO PRESENCIAL E VIRTUAL



Apoio:



MINISTÉRIO DA
JUSTIÇA E
SEGURANÇA PÚBLICA





Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxicos para Anfíbios e Répteis

Ester Obrecht Bensadon

Analista Ambiental da Divisão de Avaliação de Risco Ambiental
de Agrotóxicos (DIARA) – COAVA/CGASQ/DIQUA - IBAMA

ester.bensadon@ibama.gov.br

diqua.projetos@ibama.gov.br

GRUPO DE TRABALHO (IBAMA):



Monica Vasques Mangas Pereira

Analista Ambiental
COAVA/CGASQ/DIQUA -
IBAMA

Licenciada em Ciências
Biológicas pela UEM,
mestre em Ecologia e
Conservação pela UFPR.



Ubirajara Fidelis Da Silva

Analista Ambiental
COAVA/CGASQ/DIQUA -
IBAMA

Bacharel em Ciências
Biológicas pela UFRJ,
Especialista em Gestão
Ambiental pela UFSCar.



Marcelo Augusto Pereira Coelho Dias

Técnico Ambiental
DIARA/COAVA/CGASQ/DIQUA -
IBAMA

Licenciado em Ciências
Biológicas e mestre em Ecologia
pela UFV.

Ester Obrecht Bensadon

Analista Ambiental
DIARA/COAVA/CGASQ/
DIQUA - IBAMA
Bacharel em Química
pela Universidade
Federal de São Carlos
(UFSCar). Especialista em
Educação Ambiental pelo
SENAC.



André Sartori

Analista Ambiental
COAVA/CGASQ/DIQUA -
IBAMA

Bacharel em Ciências
Biológicas e Especialista
em Animais Peçonhentos
pela Unesp.



**Leandro de Oliveira Borges
Beatriz da Silva**

Analistas Ambientais -
CConp/CGASQ/DIQUA -
IBAMA

GRUPO DE TRABALHO (Pesquisadores):



Prof. Dra. Juliane Silberschmidt Freitas

Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba. Ecotoxicologia de anfíbios e outros animais aquáticos, efeitos causados pela contaminação por agrotóxicos e metais.



Prof. Dr. Luis Cesar Schiesari

Universidade de São Paulo (USP). Ecologia teórica e aplicada em sistemas aquáticos, ecologia de ambientes modificados, vetores de degradação ambiental: contaminação por agrotóxicos, fertilizantes e fármacos; alterações na estrutura do hábitat; e mudanças microclimáticas.



Prof. Dr. Michiel Daam

Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL). Influência das condições climáticas sobre o destino ambiental e efeitos dos agrotóxicos. Avaliação de risco ambiental, ecologia de stress químico em ecossistemas de água doce e ecotoxicologia tropical.

Prof. Dr. Rogério Pereira Bastos

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas. Bioacústica, Comportamento, Ecologia, História Natural e Taxonomia de anfíbios anuros.



Prof. Dr. Guarino Rinaldi Colli

Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Zoologia. Herpetologia, com ênfase na Biogeografia, Ecologia, Evolução, Sistemática, e Conservação da herpetofauna do Cerrado.



INÍCIO DO TRABALHO – QUESTÕES SOBRE ANFÍBIOS E RÉPTEIS:

- 1) Podem estar presentes nas áreas de cultivo durante a aplicação de agrotóxicos?
- 2) Quais os objetivos de proteção?
- 3) Quais as espécies representativas?
- 4) Quais as rotas de exposição relevantes?
 - Fase terrestre anfíbios e répteis
 - Fase aquática anfíbios (corpos d'água representativos para a reprodução?)
- 5) Como calcular a exposição em cada uma das rotas?
- 6) Como obter os dados de toxicidade?
- 7) É possível o uso de espécies substitutas?
- 8) Como estabelecer os níveis de preocupação?
- 9) Como refinar a ARA?

Parceria IBAMA x FINATEC via Termo de Colaboração nº 3/2021, Convênio 919478/2021 na Plataforma +Brasil

RELATÓRIOS TÉCNICOS:

Meta 4.1 - Espécies de répteis e anfíbios nativos da fauna brasileira com ocorrência nas áreas de produção agrícola.

Meta 4.2 - Indicação de espécies que possam ser consideradas representativas (espécies focais), presentes nas áreas de produção agrícola brasileiras, por região ou bioma de ocorrência.

Meta 4.3 - Caracterização de corpos hídricos representativos para a reprodução e fase aquática de anfíbios, com indicação das dimensões e ocorrência em áreas agrícolas ou adjacentes.

Meta 4.4 - Ecotoxicidade de agrotóxicos para anfíbios e répteis. Sensibilidade relativa para a construção curvas de distribuição de sensibilidade de espécies (SSD) e cálculo de fatores de extrapolação (fatores de segurança) de toxicidade entre espécies; identificação de grupos de agrotóxicos com similaridade na toxicidade para répteis e anfíbios em função de classe de uso (inseticida, fungicida, etc), grupo químico, modo de ação, etc.

CARACTERÍSTICAS E VULNERABILIDADE DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS:

2) ECOLOGIA/BIOLOGIA DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS

2.1) Papel da ectotermia na fisiologia e na exposição a substâncias tóxicas

2.2) Principais aspectos da biologia dos anfíbios e dos répteis

2.2.1) Diversidade

2.2.2) Tegumento

2.2.3) Reprodução

2.2.4) Hábitat

2.2.5) Ecologia alimentar

3) IMPACTOS DOS AGROTÓXICOS EM ANFÍBIOS E RÉPTEIS

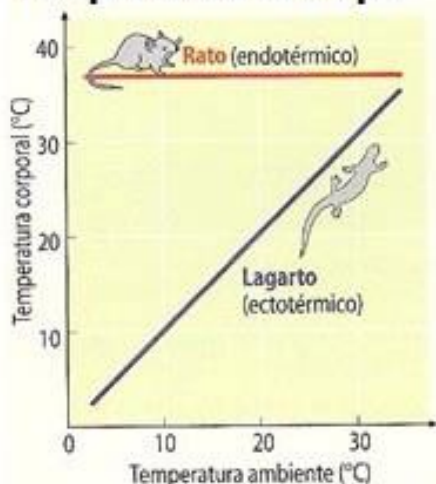
3.1) Ocorrência de anfíbios e répteis em áreas agrícolas

3.1.2) Anfíbios e Répteis podem estar presentes nas áreas de cultivo durante a aplicação de agrotóxicos?

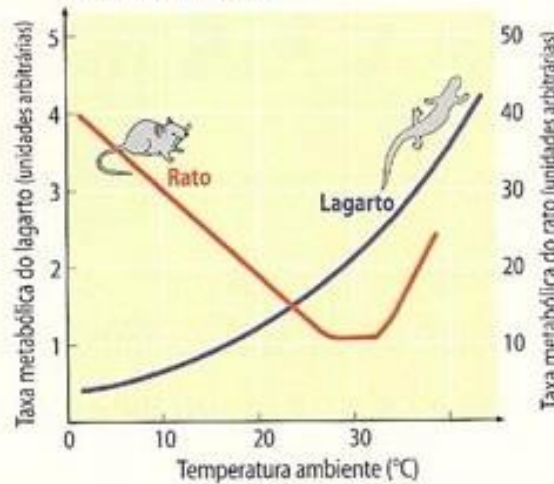
CARACTERÍSTICAS E VULNERABILIDADE DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS:

Papel da ECTOTERMIA na fisiologia e na exposição a substâncias tóxicas

Variação da Temperatura do Corpo



Variação do Metabolismo



Desempenham papel importante nos potenciais efeitos tóxicos da exposição a substâncias químicas.

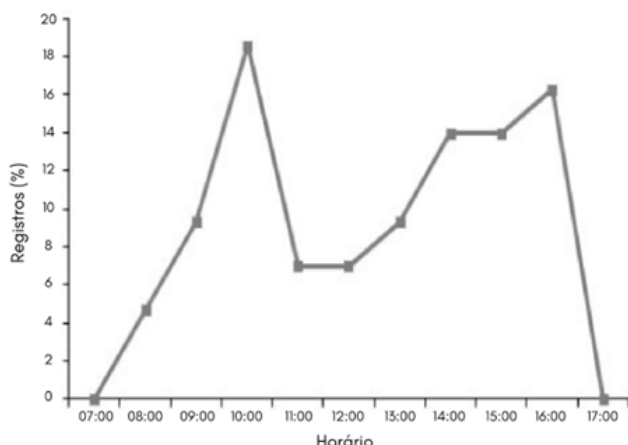
ECTOTERMIA: Organismo obtém calor de fontes externas.

Característica que determina muitos aspectos da ecofisiologia de anfíbios e répteis:

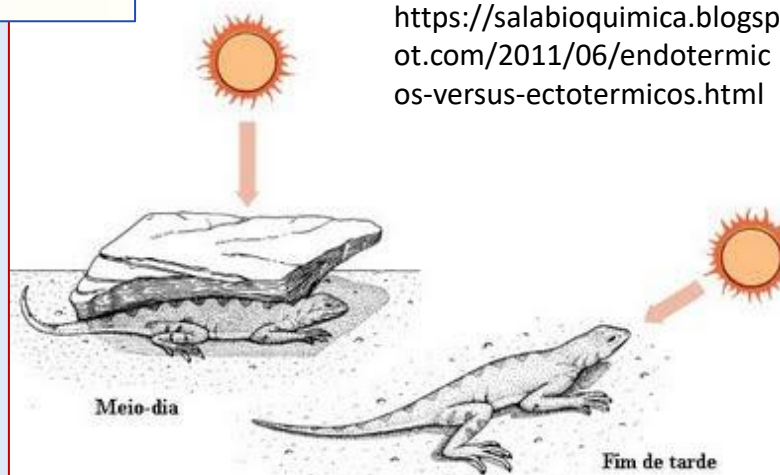
- Taxa metabólica,
- Consumo de oxigênio e
- Gasto energético.

Anfíbios: de modo geral, são mais ativos à noite, depois que o sol se põe, evitando maior perda d'água durante o dia.

Padrão de atividade diária do Teiú (*Salvator merianae*), em Linhares/ES. Adaptado de Srbek-Araujo et al., 2020.



<https://salabioquimica.blogspot.com/2011/06/endotermicos-versus-ectotermicos.html>



<https://www.anfibiosdasarauarias.com.br/anfibios.html>



CARACTERÍSTICAS E VULNERABILIDADE DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS:

ANFÍBIOS e RÉPTEIS: Grupos de organismos com maior proporção de espécies em risco de extinção.

ANFÍBIOS NO BRASIL: 1188 espécies, sendo das ordens:

- 1144 espécies de Anura (rãs, sapos e pererecas),
- 39 espécies de Gymnophiona (cecílias ou "cobra-cega"), e
- 5 espécies de Caudata (salamandras).

Brasil: maior diversidade de anfíbios do mundo (UETZ al., 2022).

SAPO ✕ **RÃ** ✕ **PERERECA**



SAPOS SÃO OS ANFÍBIOS QUE POSSUEM A PELE ÁSPERA COBERTA POR GLÂNDULAS E VERRUGAS. GERALMENTE SÃO TERRESTRES



AS RÃS SÃO AS ESPÉCIES QUE APRESENTAM A PELE LISA E ESTÃO MAIS ASSOCIADAS COM OS AMBIENTES AQUÁTICOS



AS PERERECAS TÊM A PELE MAIS FINA E NORMALMENTE POSSUEM HÁBITO ARBORÍCOLA

FOTOS E INFORMAÇÕES: DIEGO SANTANA

DIVERSIDADE DE ANFÍBIOS

Nova Lista de Anfíbios Brasileiros

1188 espécies
Segalla et al., 2021



ANURA
1144 spp.



GYMNOPHIONA
39 spp.



CAUDATA
5 spp.

RAN

ICMBio

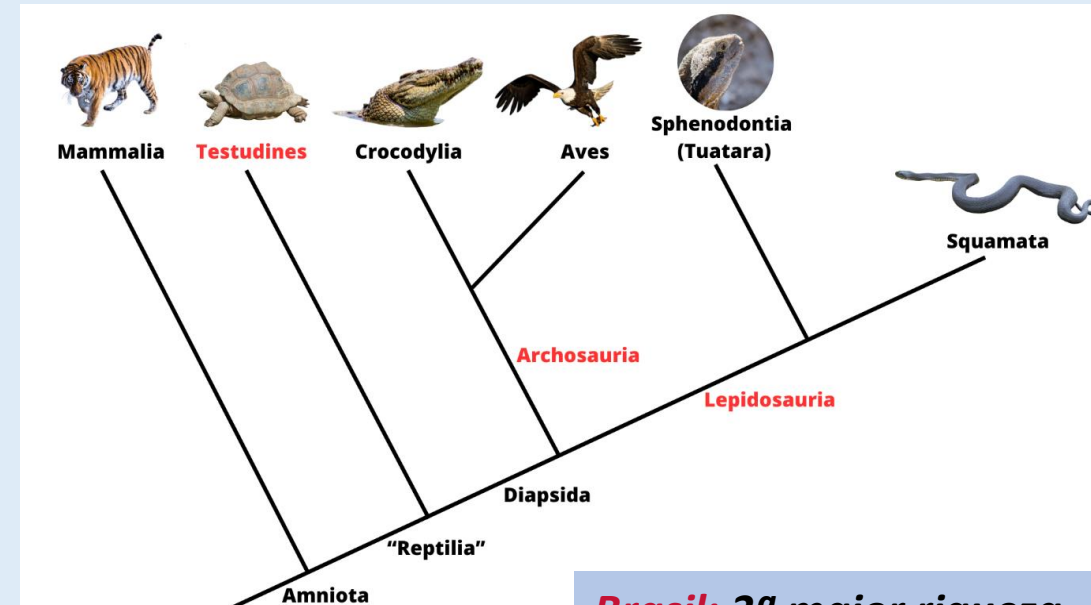
RAN - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios - ICMBio (Classe Amphibia).

CARACTERÍSTICAS E VULNERABILIDADE DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS:

DIVERSIDADE DE RÉPTEIS:

RÉPTEIS NO BRASIL: 856 espécies (GUEDES et al., 2023) sendo das ordens:

- **Testudines** ou Quelônios (cágados, jabutis e tartarugas): 38 espécies
- **Squamata** ou Escamados (corpo coberto por escamas):
 - 292 espécies de lagartos
 - 430 espécies de serpentes
 - 82 espécies de anfisbenas ("cobra-de-duas-cabeças")(hábito fossorial/escavador)
- **Crocodylia** ou **Crocodilianos** (crocodilos e jacarés): 6 espécies de jacarés



Brasil: 3ª maior riqueza de espécies desse grupo.



Amphisbaena alba
(hábito fossorial/escavador)
https://pt.wikipedia.org/wiki/Amphisbaena_alba

RÉPTEIS: 21% ameaçados ou vulneráveis à extinção IUCN (2017).

CARACTERÍSTICAS E VULNERABILIDADE DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS:

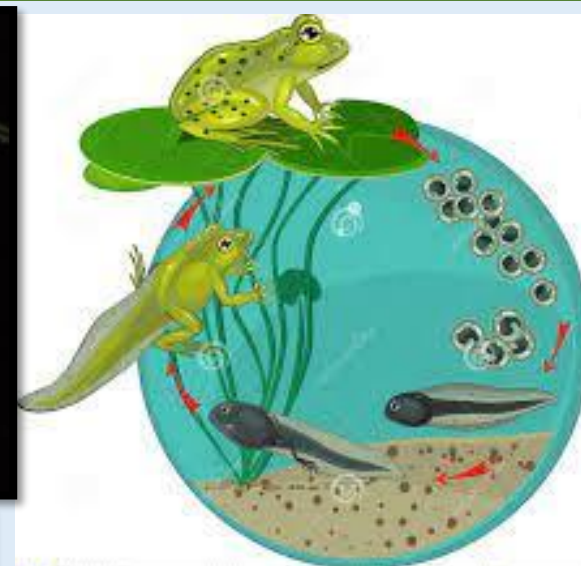
REPRODUÇÃO:



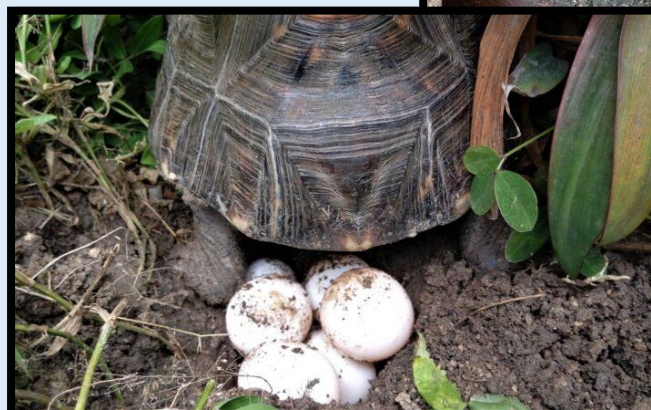
<https://www.gov.br/mu-seugoeldi/pt-br>



Desovas de anuros.
Fotos: Marcelo Dias



<https://ru.pinterest.com/pin/663014376364594929/>



Ovopostura de fêmea de *Chelonoidis carbonaria*.
<https://animalbusiness.com.br/jabuti-piranga-chelonoidis-carbonaria>.



<https://chc.org.br/filho-de-cobra/>



<https://www.istockphoto.com/br/foto>



<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Biologia/noticia/2021>



<https://anfibioblog.wordpress.com/2011/06/19/reproducao/>

CARACTERÍSTICAS E VULNERABILIDADE DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS:

HÁBITAT e ECOLOGIA ALIMENTAR:

ANFÍBIOS adultos normalmente são **carnívoros** (se alimentam de pequenos artrópodes, caracóis, lesmas, minhocas e outros pequenos animais).



Foto: Ben Edlich/Shutterstock.com.
<https://www.infoescola.com/biologia/lagartos>

RÉPTEIS são, na maioria, **carnívoros**, mas a ecologia alimentar desse grupo é muito diversa, incluindo espécies **herbívoras** e **onívoras**.



<https://brasilescola.uol.com.br/biologia/anfibios.htm>

SAPOS (Anfibios):
Pele mais seca e rugosa.



<https://butantan.gov.br/bubutantan/quando-o-nome-engana-conheca-as-cobras-que-nao-sao-cobras>

CECÍLIAS (anfíbios): Hábito fossorial/criptozoico, em solos úmidos.



ANFISBENAS (répteis):
Hábito fossorial



<https://portal.ufcg.edu.br/ultimas-noticias/1418-nova-especie-de-ra-amazonica-e-descoberta-por-cientista-da-ufcg.html>

RÃS e PERERECAS (anfíbios): Pele úmida, lisa, com glândulas mucosas, sem escamas e de fácil desidratação. Habitam locais úmidos e sombreados.

Início do trabalho – Questões:

“Como a Avaliação de Risco Ambiental é feita atualmente em outros países?”

US-EPA

Exposição aquática

(anfíbios fase aquática) = **peixes**

US-EPA

exposição via dieta

(anfíbios fase terrestre e répteis) = **aves**

SCIENTIFIC OPINION

ADOPTED: 22 November 2017

doi: 10.2903/j.efsa.2018.5125

Scientific Opinion on the state of the science on pesticide risk assessment for amphibians and reptiles

EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR),
Colin Ockleford, Paulien Adriaanse, Philippe Berny, Theodorus Brock, Sabine Duquesne,
Sandro Grilli, Antonio F Hernandez-Jerez, Susanne Hougaard Bennekou, Michael Klein,
Thomas Kuhl, Ryszard Laskowski, Kyriaki Machera, Olavi Pelkonen, Silvia Pieper,
Michael Stemmer, Ingvar Sundh, Ivana Teodorovic, Aaldrik Tiktak, Chris J Topping,
Gerrit Wolterink, Annette Aldrich, Cecilia Berg, Manuel Ortiz-Santaliestra, Scott Weir,
Franz Streissl and Robert H Smith

OCORRÊNCIA DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS EM ÁREAS AGRÍCOLAS

RELATÓRIO META 4.1:

“Espécies de Répteis e Anfíbios Nativos da Fauna Brasileira com Ocorrência nas Áreas de Produção Agropastoril”

- Distribuição geográfica das espécies (SALVE).
- Mapas de uso do solo (MapBiomas).

ANFÍBIOS:

Do total de espécies de anfíbios consideradas, 72,8% (805 espécies) podem estar presentes em áreas agropastoris.

Famílias com maior número de espécies com possível ocorrência em áreas agropastoris:

- *Hylidae* (280 espécies)
- *Leptodactylidae* (128 espécies)
- *Bufonidae* (65 espécies)

todas da ordem Anura e com maior número de espécies de anfíbios no Brasil.

Scinax crospedospilus (Família Hylidae) em cana-de-açúcar. Foto: Marcelo Dias



Boana albomarginata (Família Hylidae) em cultivo de café. Foto: Marcelo Dias

OCORRÊNCIA DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS EM ÁREAS AGRÍCOLAS

RELATÓRIO META 4.1:

“Espécies de Répteis e Anfíbios Nativos da Fauna Brasileira com Ocorrência nas Áreas de Produção Agropastoril”

- Distribuição geográfica das espécies (SALVE);
- Mapas de uso do solo (MapBiomas).

RÉPTEIS:

Do total das espécies consideradas, 87,5 % (717 espécies) podem estar presentes em áreas agropastoris.

Famílias com maior número de espécies com possível ocorrência em áreas agropastoris:

- Dipsadidae (235 espécies)
- Gymnophthalmidae (79 espécies)
- Amphisbaenidae (67 espécies)

Estas são também as famílias com maior número de espécies de répteis presentes no Brasil.

ESPÉCIES REPRESENTATIVAS (ou Focais) DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS

ESPÉCIES FOCAIS (níveis mais altos da avaliação de risco): Devem representar outras espécies sujeitas à exposição aos agrotóxicos. Características relevantes: **POTENCIAL DE EXPOSIÇÃO** e **SENSIBILIDADE DAS ESPÉCIES AOS AGROTÓXICOS**.

RELATÓRIO META 4.2: "Indicação de espécies que possam ser consideradas representativas (espécies focais), presentes nas áreas de produção agrícola brasileiras, por região ou bioma de ocorrência".

- Resultados do Relatório da META 4.1 (distribuição geográfica das espécies X mapas de uso do solo).
- Consideradas as áreas de ocorrência em cada bioma (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal).

ANFÍBIOS:

ETAPA 1 - Espécies com ampla distribuição geográfica, elevada abundância em seus sítios de reprodução e ausência de problemas taxonômicos associados.

ETAPA 2 - Verificação das variáveis ecológicas: **tamanho corporal, sítio de vocalização, sítio de reprodução, hábitat e tipo de desenvolvimento.**

ESPÉCIES REPRESENTATIVAS (ou Focais) DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS

ANFÍBIOS:

- **GRUPO 1 (n = 24 espécies):** mais espécies de distribuição restrita e espécies ausentes na Amazônia.
- **GRUPO 2 (n = 32 espécies):** espécies de ampla distribuição e maior ocorrência em áreas agropastoris, além de espécies com maior porcentagem de ocupação na Amazônia e no Cerrado.
- **GRUPO 3 (n = 20 espécies):** espécies com baixa porcentagem de distribuição em áreas agropastoris e espécies endêmicas da Amazônia.

O relatório sugere 30 espécies, das famílias:

- Bufonidae (5 spp.),
- Dendrobatidae (1 sp.),
- Hylidae (11 spp.),
- Leptodactylidae (9 spp.),
- Microhylidae (3 spp.), e
- Phyllomedusidae (1 sp.).

Scores	Família	Espécie	CRC (mm)	LV	LR	Habitat	DG
-0,4934	Hylidae	<i>Boana raniceps</i>	30,5	EM	AL	AB	Indireto
-0,4733	Hylidae	<i>Boana punctata</i>	20,7	EM	AL	AB	Indireto
-0,4642	Bufonidae	<i>Rhinella major</i>	53,8	AS	AL	AB	Indireto
-0,4607	Hylidae	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	21,18	EM	AL	AB	Indireto
-0,4594	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	75	A	AL	AB	Indireto
-0,4472	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	47,4	AS	AL	AB	Indireto
-0,4319	Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	27	EM	AL	AB	Indireto
-0,4073	Hylidae	<i>Dendropsophus nanus</i>	19,5	EM	AL	AB	Indireto
-0,4072	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus podicipinus</i>	41,8	AS	AL	AB	Indireto
-0,4032	Hylidae	<i>Pseudis paradoxa</i>	52	A	AL	AB	Indireto
-0,3801	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i>	42,9	AS	AL	AB	Indireto
-0,3661	Phyllomedusidae	<i>Pithecopus azureus</i>	31,8	AM	AL	AB	Indireto
-0,359	Hylidae	<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	36,2	AM	AL	AB	Indireto
-0,3527	Bufonidae	<i>Rhinella diptycha</i>	130	AS	AL	AB	Indireto
-0,3492	Hylidae	<i>Lysapsus limellum</i>	16,6	A	AL	AB	Indireto
-0,3492	Bufonidae	<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	60,5	A	AL	AB	Indireto
-0,3366	Hylidae	<i>Dendropsophus cruzi</i>	17,9	EM	AL	AB	Indireto
-0,3322	Dendrobatidae	<i>Ameerega picta</i>	18,2	S	VV	AB	Indireto
-0,331	Microhylidae	<i>Dermatonotus muelleri</i>	56,3	AS	AL	AB	Indireto
-0,3288	Leptodactylidae	<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	15	AS	AL	AB	Indireto
-0,3064	Leptodactylidae	<i>Physalaemus centralis</i>	28,2	AS	AL	AB	Indireto
-0,2971	Leptodactylidae	<i>Physalaemus cuvieri</i>	28,3	AS	AL	AB	Indireto



https://www.ecoregistros.org/site_br/imagen.php?id=95451

Boana raniceps (Família Hylidae)



<https://ppbio.inpa.gov.br/Leptodactylus%20mystaceus>

Leptodactylus mystaceus (Família Leptodactylidae)



<https://herpeto.org/anu-ro/physalaemus-cuvieri/>

Physalaemus cuvieri (Família Leptodactylidae)



https://pt.wikipedia.org/wiki/Boana_punctata

Boana punctata (Família Hylidae)



<https://www.biodiversity4all.org/taxa/67252-Trachycephalus-typhonius>

Trachycephalus typhonius (Família Hylidae)



<https://www.biodiversity4all.org/taxa/67107-Rhinella-diptycha>

Rhinella diptycha (Família Bufonidae)

ESPÉCIES REPRESENTATIVAS (ou Focais) DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS

- 3 espécies do gênero *Physalaemus* (*Physalaemus centralis*, *Physalaemus cuvieri* e *Physalaemus nattereri*) na sugestão de espécies focais.
- 4 espécies do mesmo gênero (*Physalaemus centralis*, *Physalaemus cuvieri*, *Physalaemus nattereri* e *Physalaemus albonotatus*) mais sensíveis quando comparadas à espécie padrão de peixe *Oncorhynchus mykiss*, para os ingredientes ativos (atrazina, glifosato, glifosato-sal-de-isopropilamina, picloram e 2,4D)(Relatório da Meta 4.4).

Exemplo:

RÃ-CACHORRO (*Physalaemus cuvieri*)

- Ocorre do nordeste ao sul do país, em ambientes climáticos distintos (Cerrado, Caatinga e Chaco), sendo típica de áreas abertas.



Foto: Germano Woehl Jr <https://amphibiaweb.org/>



©M.Sacramento

Foto: M. Sacramento <https://amphibiaweb.org/>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/R%C3%A3-cachorro>



ESPÉCIES REPRESENTATIVAS (ou Focais) DE ANFÍBIOS E RÉPTEIS

RELATÓRIO META 4.2:

RÉPTEIS:

ETAPA 1 - Espécies com ampla distribuição geográfica, elevada abundância em seus sítios de reprodução e ausência de problemas taxonômicos associados.

ETAPA 2 - Verificação das variáveis ecológicas: Massa, Horário de atividade, Micro-habitat, Dieta e Modo reprodutivo.

- **GRUPO 1 (n = 145 espécies):** espécies de ampla distribuição e maior ocorrência em áreas agropastoris, além de espécies com grande área de ocorrência e alta porcentagem de ocupação no Cerrado e Amazônia.
- **GRUPO 2 (n = 376 espécies):** mais espécies de distribuição restrita e espécies ausentes na Amazônia.
- **GRUPO 3 (n = 183 espécies):** espécies com baixa porcentagem de distribuição em áreas agropastoris e espécies endêmicas da Amazônia.

Scores	Família	Espécie	Massa (g)	Micro-habitat	Modo reprodução
-0,4969	Diploglossidae	<i>Diploglossus fasciatus</i>	99,3	Terrestrial	Oviparous
-0,4936	Gymnophthalmidae	<i>Cercosaura schreibersii</i>	3,7	Terrestrial	Oviparous
-0,4921	Gymnophthalmidae	<i>Micrablepharus maximiliani</i>	1,4	Terrestrial	Oviparous
-0,4919	Dipsadidae	<i>Philodryas patagoniensis</i>	512,5	#N/A	Oviparous
-0,4888	Dipsadidae	<i>Thamnodynastes hypoconia</i>	56,6	#N/A	Viviparous
-0,4872	Colubridae	<i>Tantilla melanocephala</i>	15,4	#N/A	Oviparous
-0,4859	Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>	2883	Terrestrial	Viviparous
-0,4827	Teiidae	<i>Salvator merianae</i>	4434	Terrestrial	Oviparous
-0,4759	Teiidae	<i>Ameivula ocellifera</i>	52,4	Saxicolous & Terrestrial	Oviparous
-0,4733	Diploglossidae	<i>Ophiodes striatus</i>	103,6	Fossorial & Terrestrial	Viviparous
-0,4706	Amphisbaenidae	<i>Amphisbaena alba</i>	1016,9	Fossorial	Oviparous
-0,4705	Dipsadidae	<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	68,3	#N/A	Oviparous
-0,469	Typhlopidae	<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	18,4	Fossorial	Oviparous
-0,4685	Dipsadidae	<i>Xenodon merremii</i>	#N/A	#N/A	Oviparous
-0,4673	Alligatoridae	<i>Caiman latirostris</i>	#N/A	Semi_Aquatic	Oviparous
-0,4653	Polychrotidae	<i>Polychrus acutirostris</i>	105,7	Arboreal	Oviparous
-0,4644	Elapidae	<i>Micrurus lemniscatus</i>	557,5	#N/A	Oviparous
-0,4643	Dipsadidae	<i>Oxyrhopus petolarius</i>	1245,6	#N/A	Oviparous
-0,464	Dipsadidae	<i>Pseudoboa nigra</i>	527,1	#N/A	Oviparous
-0,4635	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	35283,8	#N/A	Viviparous
-0,4616	Dipsadidae	<i>Helicops leopardinus</i>	98,8	#N/A	Viviparous
-0,4613	Colubridae	<i>Leptophis ahaetulla</i>	918,7	#N/A	Oviparous
-0,459	Teiidae	<i>Ameiva ameiva</i>	298,6	Terrestrial	Oviparous

<https://br.pinterest.com/pin/banded-galliwasp-diploglossus-fasciatus-a-beautiful-species-in-anguimorpha>



Diploglossus fasciatus
(Família Diploglossidae)

<https://www.flickr.com/photos/pedrohmartins/9402902139>



Thamnodynastes hypoconia
(Família Dipsadidae)

<https://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Micrablepharus&species=maximiliani>



Micrablepharus maximiliani
(Família Gymnophthalmidae)

https://pt.wikipedia.org/wiki/Amphisbaena_alba



Amphisbaena alba
(Família Amphisbaenidae)

<https://www.biodiversity4all.org/taxa/116518-Caiman-latirostris>



Caiman latirostris
(Família Alligatoridae)

https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/444110



Tantilla melanocephala
(Família Colubridae)

ANFÍBIOS E RÉPTEIS

- **Objetivos de proteção específicos (OPEs)** - Abordagem da EFSA: associa a definição dos objetivos de proteção específicos ao conceito de “serviços ecossistêmicos”.

“Proteção da biodiversidade, juntamente com a proteção dos serviços ecossistêmicos”

- Serviços ecossistêmicos fornecidos por anfíbios e répteis:

1) Recursos genéticos, biodiversidade

(provisão e apoio).

2) Educação e inspiração, valores estéticos e diversidade cultural (cultural).

3) Recursos farmacêuticos (provisão).

4) Alimentos (provisão).

5) Ciclagem de nutrientes (suporte).

6) Formação da estrutura do solo (suporte).

7) Controle de surtos de pragas e doenças (regulação).

8) Resistência à invasão (regulação).

9) Provisão de alimentos, suporte da teia alimentar (suporte).

ANFÍBIOS E RÉPTEIS

São consideradas **dimensões de um objetivo de proteção específico** (OPE):

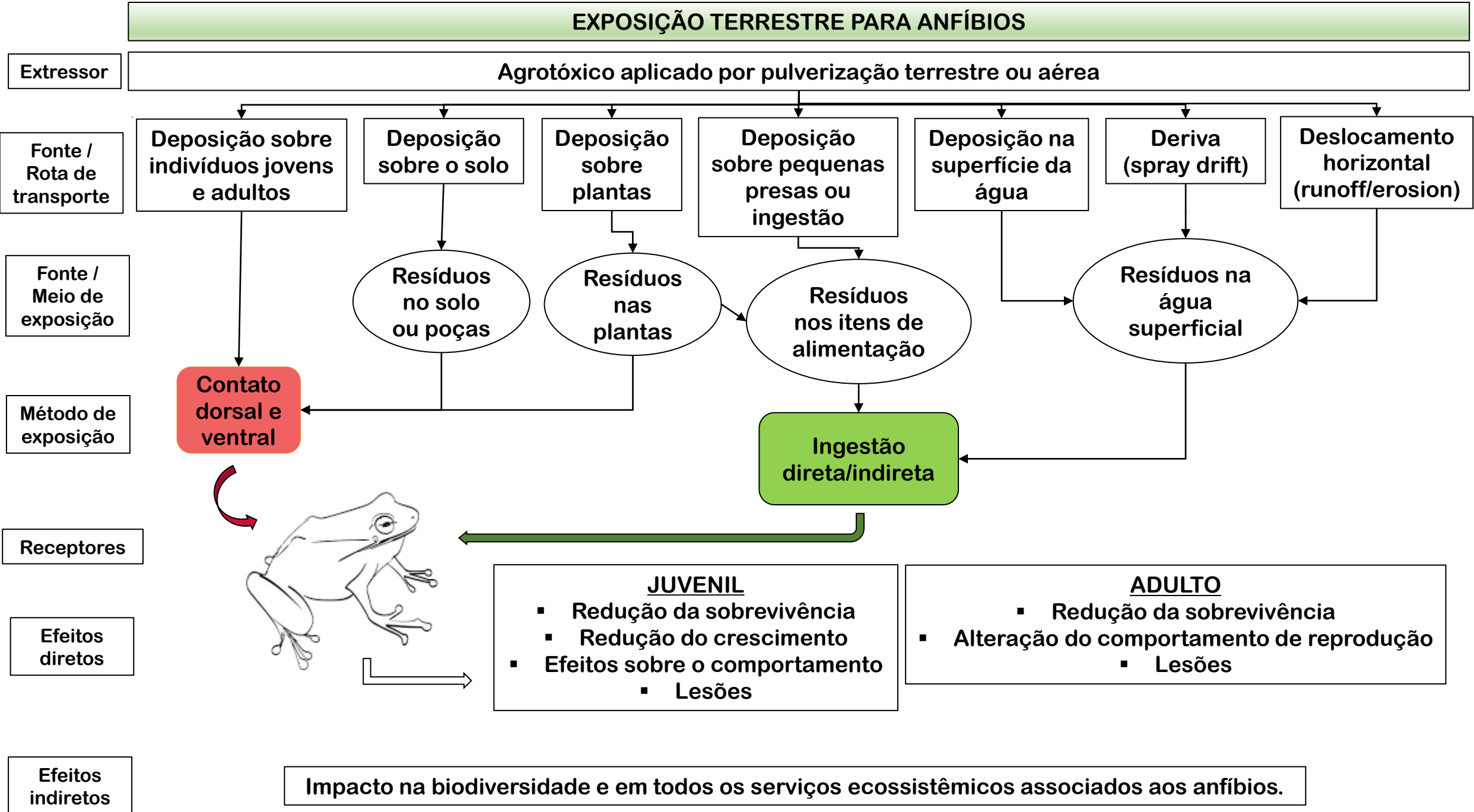
- a **ENTIDADE ECOLÓGICA** a ser protegida [indivíduos, (meta)populações, grupos funcionais ou ecossistemas];
- o(s) **ATRIBUTO**(s) dessa entidade que devem ser protegidas (comportamento, sobrevivência/crescimento,...);
- a **MAGNITUDE** do efeito que pode ser tolerado pelos atributos a serem medidos (escala biológica);
- a **ESCALA TEMPORAL** do efeito;
- a **ESCALA ESPACIAL** do efeito (dentro ou fora da área tratada, borda do campo,...).

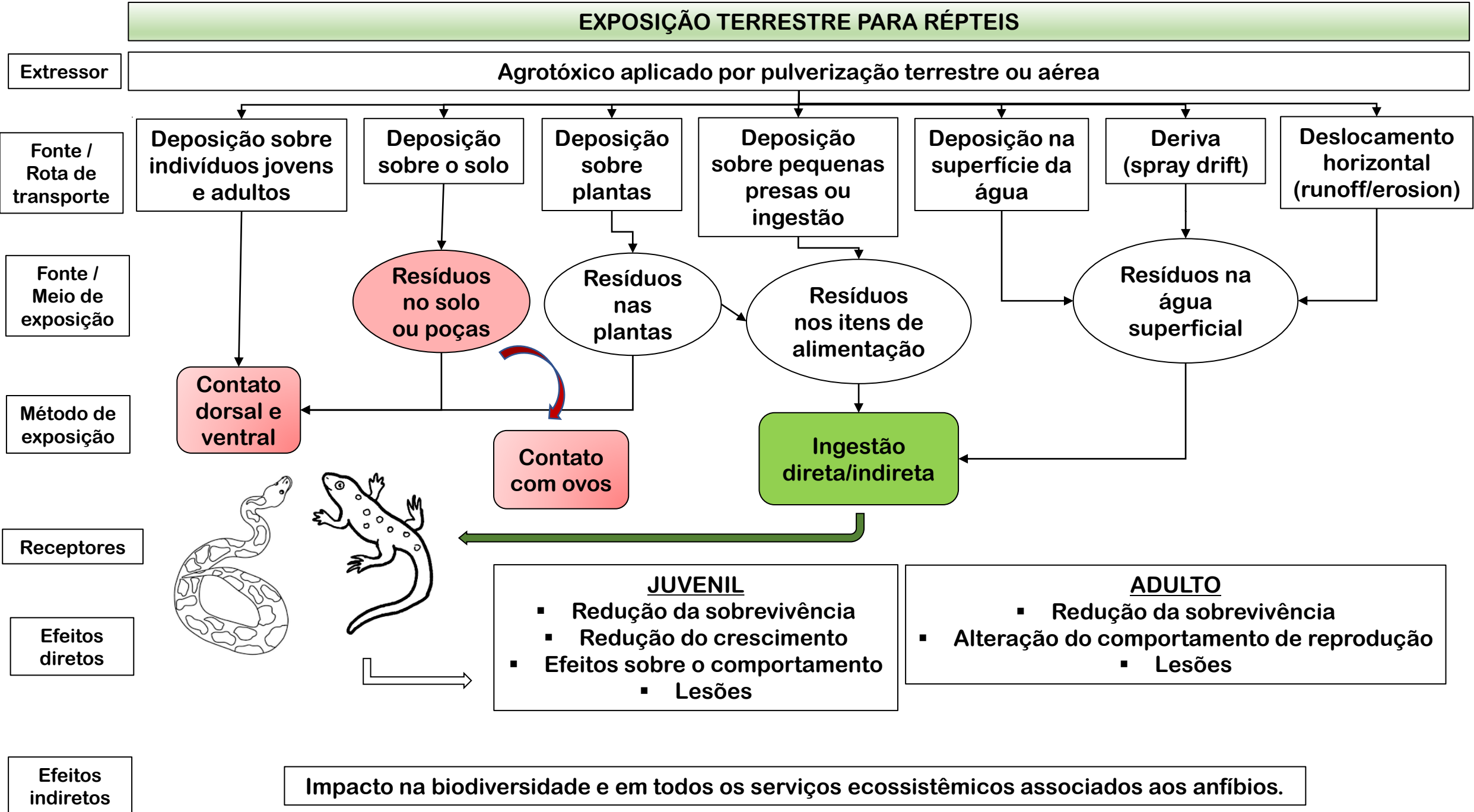
		Magnitude e duração dos efeitos	
Grupo de organismos	Entidade ecológica/Atributo	Opção: abaixo do limite	Opção: no limite
Anfíbios e Répteis			
Adultos e jovens	Indivíduo/mortalidade	Efeito negligenciável	Efeito negligenciável
Todos os estágios de vida	População/mudanças na abundância, distribuição, taxa de crescimento da população	Efeito negligenciável Pequeno efeito de até semanas	Pequeno efeito de até meses

ANFÍBIOS E RÉPTEIS

Exemplo:

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	ORGANISMOS (UPS)	OBJETIVO DE PROTEÇÃO ESPECÍFICO (OPE)	ENTIDADE ECOLÓGICA	ATRIBUTO	MAGNITUDE DE EFEITO ACEITÁVEL	ESCALA ESPACIAL	ESCALA TEMPORAL
Recursos genéticos, biodiversidade (provisão e apoio)	Anfíbios e répteis (adultos e jovens)	Efeitos não devem causar a mortalidade de indivíduos adultos e jovens.	Indivíduo	sobrevivência dos indivíduos	Efeito insignificante (Redução de até 10% no atributo quando comparado ao controle)	Dentro e fora da área tratada	Não se aplica
	Anfíbios e répteis (todos os estágios de vida)	Efeitos não devem afetar a persistência de longo prazo de populações	População	abundância e/ou biomassa de indivíduos de uma espécie	Efeito pequeno (Redução de até 35% no atributo quando comparado ao controle)	Dentro e fora da área tratada	Máximo de 6 meses





Anfíbios (fase terrestre) e Répteis – Exposição oral

EXPOSIÇÃO ORAL – ANFÍBIOS (fase terrestre) e RÉPTEIS: “Ingestão de alimentos contaminados (pequenos artrópodes) na área tratada”

Modelo US-EPA: T-REX (Terrestrial Residue Exposure) (Versão 1.5.2) (EPA, 2013): calcula os resíduos de agrotóxicos em itens alimentares (grama baixa, grama alta, plantas de folha larga e frutos/sementes/vagens e **artrópodes**).

$$\text{Quociente de Risco (RQ)} = \frac{\text{Exposição (CAE)}}{\text{Toxicidade}}$$

Equação de consumo alimentar de aves

Toxicidade oral para aves

- ✓ LOC 0,1 (agudo) (espécies ameaçadas de aves,
- ✓ LOC 1,0 (crônico)

Modelo US-EPA: T-HERPS Versão 1.0 (2008) - Exposição dietética

Alterações no T-REX para estimar a ingestão de alimentos para anfíbios (fase terrestre) e répteis

1) Equação alométrica da ingestão de alimentos:

$$FI = 0.013(Wt)^{0.773}$$

FI = ingestão alimentar (*food ingestion*) [g/day].

Adição de pequenos mamíferos e anfíbios como itens potenciais da dieta

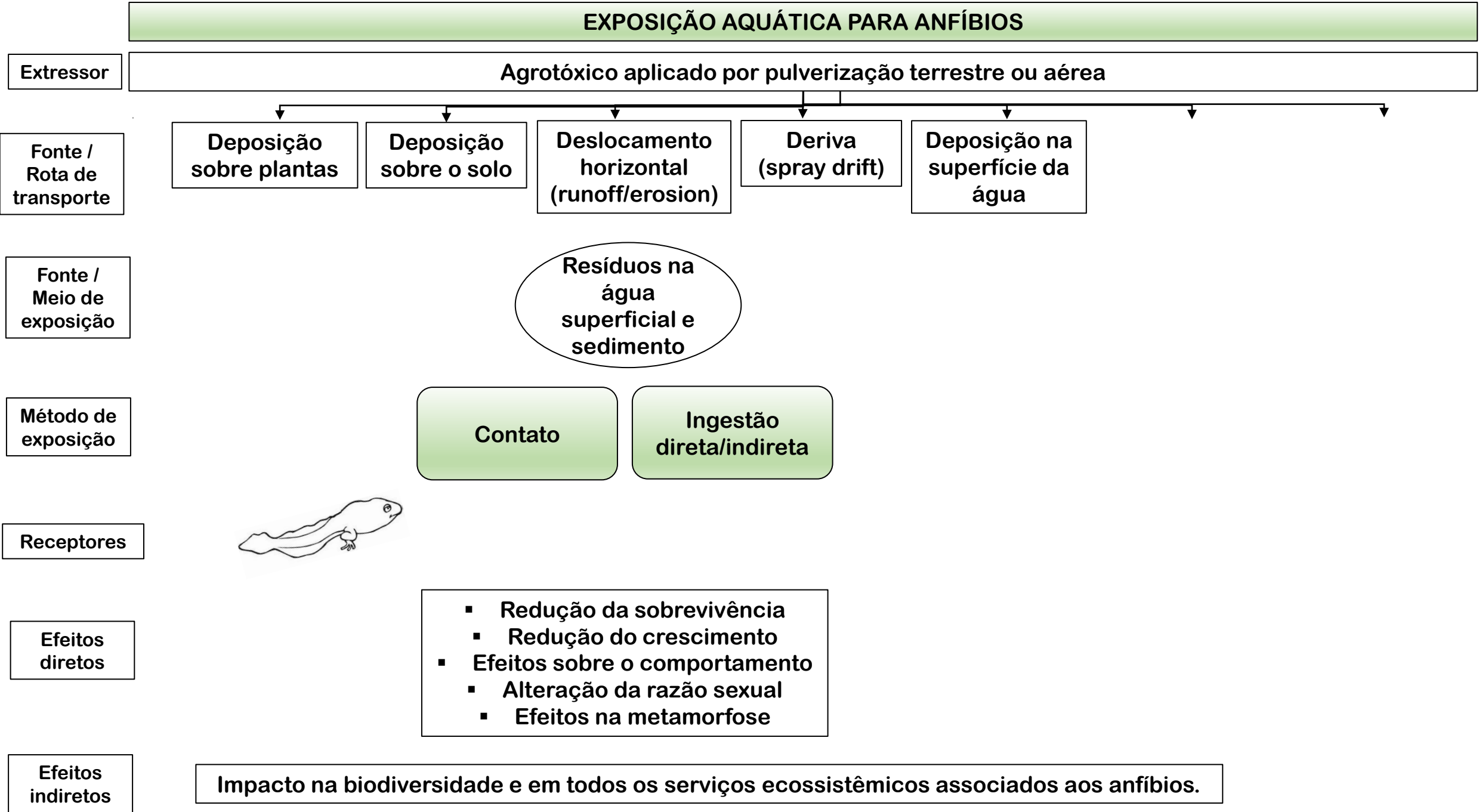
Anfíbios (fase terrestre) e Répteis – Toxicidade oral

Relatório da Meta 4.4 - Sensibilidade relativa e possível adoção de fatores de extrapolação para toxicidade oral:

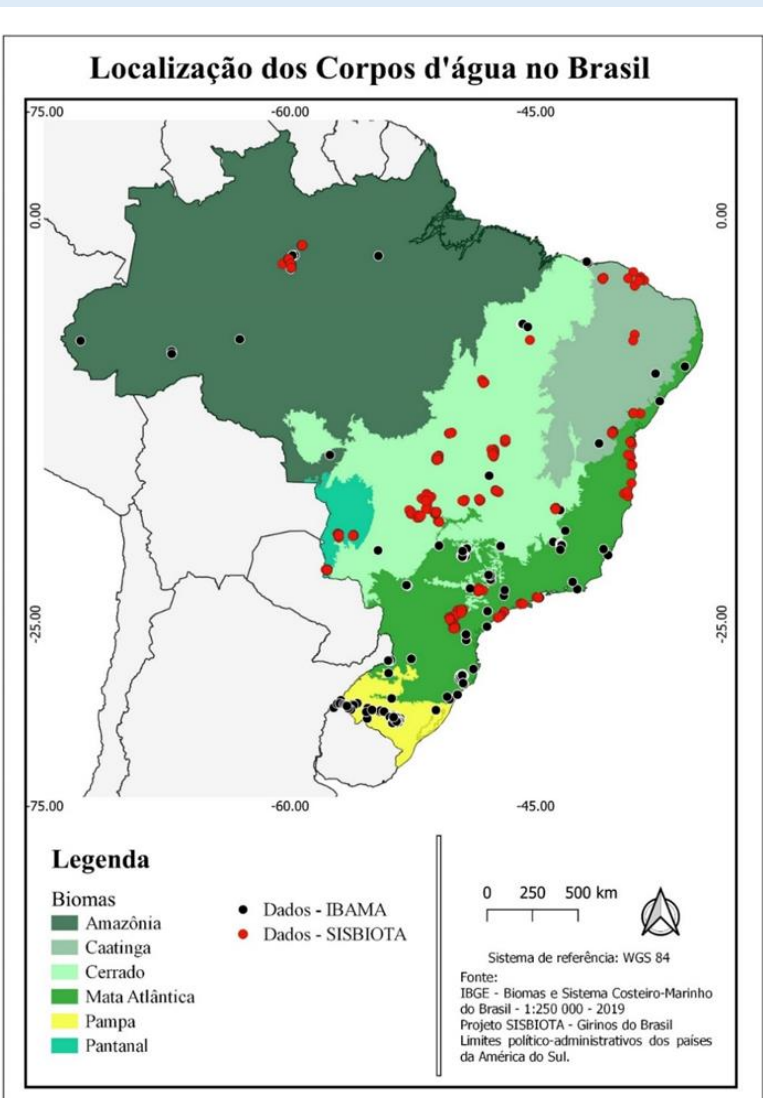
- Répteis (nativos) x Aves
- Anfíbios - fase terrestre (nativos) x Aves

O relatório destaca que não há estudos suficientes com valores de toxicidade oral para répteis, bem como para anfíbios (fase terrestre) nativos, para comparações de sensibilidade.

- Em publicações internacionais, a validade de aves ou mamíferos como espécies substitutas é discutida, mas sempre limitada pela quantidade insuficiente de dados.
- Na pesquisa de Ortiz-Santaliestra et al. (2018), os vertebrados endotérmicos não foram considerados bons substitutos para répteis e anfíbios terrestres na avaliação de risco de agrotóxicos.
- No documento da EFSA (2018), a falta dados de toxicidade não permite o cálculo da sensibilidade relativa entre répteis/anfíbios e mamíferos/aves, **destacando a necessidade de pesquisas.**
- Crane et al. (2016), consideraram que a toxicidade oral de dose única para anfíbios terrestres foram positivamente correlacionados com os valores de LD₅₀ para mamíferos e que as aves também poderiam ser substitutas para a toxicidade oral, destacando também a **necessidade de maior quantidade de dados.**



Anfíbios (fase aquática) - EXPOSIÇÃO

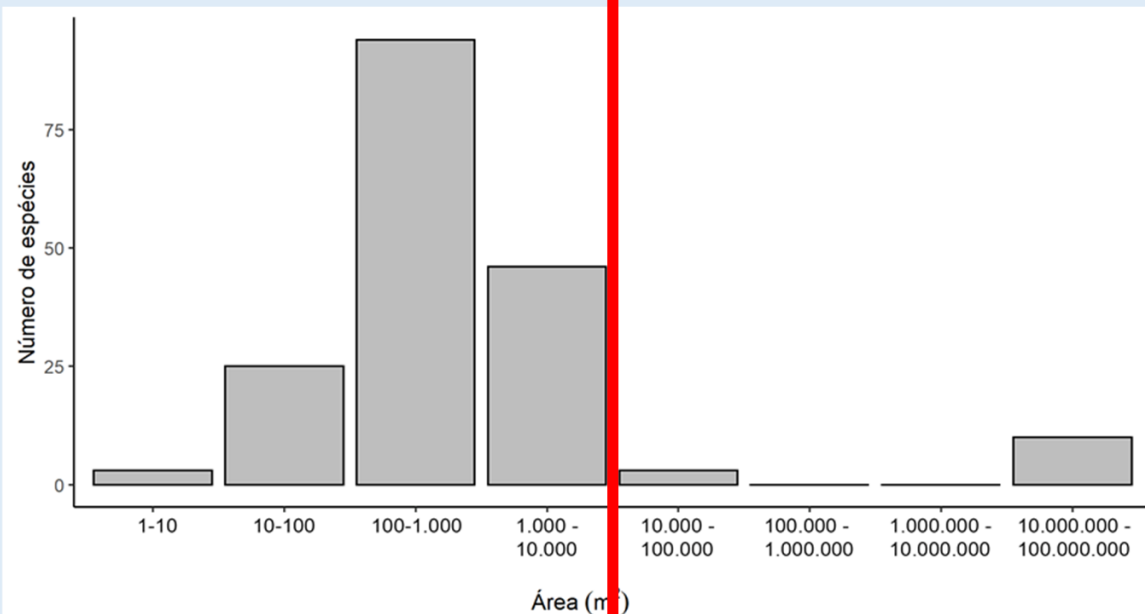


Meta 4.3 - Caracterização de corpos hídricos representativos para a reprodução e fase aquática de anfíbios, com indicação das dimensões e ocorrência em áreas agrícolas ou adjacentes.

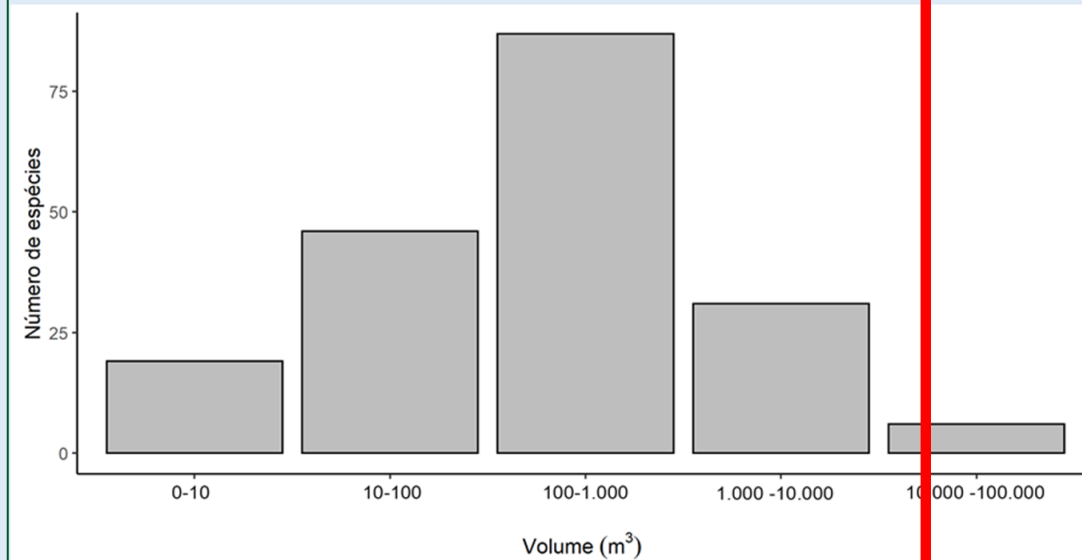
- ✓ 1207 corpos d'água em todos os biomas brasileiros representados
- ✓ 18 famílias
- ✓ 50 gêneros
- ✓ 279 espécies representadas
- ✓ 163 espécies registradas em corpos d'água inseridos em ambientes agrícolas

Anfíbios (fase aquática) - EXPOSIÇÃO

GENEEC
Generic Estimated Environmental Concentration
US EPA 2001
10.000 m²



GENEEC
Generic Estimated Environmental Concentration
US EPA 2001
10.000 m² X 2 m prof. = 20.000 m³



Anfíbios (fase aquática) - EXPOSIÇÃO

Modelos preditivos de exposição:
Lagoa padrão EPA (GENEEC e PWC)

CENÁRIO:

Carreamento do campo para o lago

- *Run-off* (escoamento superficial)
- Erosão
- Deriva
- Campo 100% tratado

Lagoa

- Estática (sem fluxo)
- Qualidade da água fixa
- Área de Superfície: 1 ha
- Profundidade: 2 m
- Volume = 20×10^6 L

- Estima o escoamento superficial (*run-off*) devido a uma forte chuva pouco tempo após a aplicação do ingrediente ativo (24 horas) num campo de 10 hectares.
- Todo o escoamento superficial atinge a lagoa padrão.



Exposição de anfíbios - fase aquática:

Pesticide Water Calculator (PWC)

Estima as concentrações de agrotóxicos em corpos d'água a partir de aplicações em campo.
US-EPA e PMRA Health Canada

Corpo de água personalizado: definido com dimensões específicas, incluindo a área do campo [m²], área do corpo d'água [m²], profundidade inicial [m], profundidade máxima [m] e comprimento hidráulico [m].

Ajuste: “Corpos d’água representativos para a reprodução de anfíbios” - Validação necessária a partir de simulações”



Pesticide Water Calculator (PWC), Version 2.001

FileScenarioHelp

ChemicalApplicationsLandCropRunoffWatershedBatch RunsMore OptionsOut: PondOut: ReservoirOut: CustomOut: GWAdvanced

Simulation Type

☐ EPA Pond

☐ EPA Reservoir

☐ Use Flow Averaging (days)

☐ Ground Water

User-Defined Surface Water Body
(Choose one or none):

☐ Varying Volume & Flowthrough

☒ Constant Volume No Flowthrough

☐ Constant Volume with Flowthrough

Flow Averaging (days)1

☐ No Water Body (PRZM Only)

Sediment Accounting

☐ Sediment Disappears

☒ Sediment Mass Balance

Distribution of Eroded Pesticide

☒ Varying

☐ Constant Fraction

Delivered to Benthos0.5

Watershed and Water Body Dimensions

	EPA Pond	EPA Reservoir	User Defined
Field Area (m²)			
Water Body Area (m²)			
Initial Depth (m)			
Max Depth (m)			
Hydraulic Length (m)			
Cropped Area Fraction	1.0	1.0	1.0
Base Flow (m³/s)			0.0

Water Body Physical Parameters

☐ USEPA/OPP defaults

Water Column Parameters		Benthic Parameters	
DFAC	1.19	Benthic Depth (m)	0.05
Water ColumnSS (mg/L)	30	Benthic Porosity	0.50
Chlorophyll (mg/L)	0.005	Bulk Density (g/cm³)	1.35
Water Column foc	0.04	Benthic foc	0.04
Water Column DOC (mg/L)	5.0	Benthic DOC (mg/L)	5.0
Water Column Biomass (mg/L)	0.4	Benthic Biomass (g/m2)	0.006
		Mass Xfer Coeff. (m/s)	1e-8

Ready...

Working Directory: Working Directory: Not yet specified. Use save or retrieve.

IO Family Name: File name not yet determined. Use Save or retrieve.

Run

Anfíbios (fase aquática) - TOXICIDADE

Relatório da Meta 4.4 - Sensibilidade relativa e possível adoção de fatores de extrapolação da toxicidade de peixes para anfíbios (fase aquática):

- Anfíbios - fase aquática (nativos) x Peixes

ARA para Anfíbios – fase aquática:

- **Fase 1:** Utilização da toxicidade para peixes (fator de segurança de 100?)

O relatório identifica que as espécies de peixes modelo são relativamente mais sensíveis aos inseticidas que os anfíbios (nativos ou modelos). Entretanto, destaca que os poucos dados para anfíbios, em especial nativos, dificulta a verificação de tal correlação com as espécies brasileiras.

- A validade dos dados de toxicidade para peixes na avaliação de risco para anfíbios (fase aquática) pode ser aceita, conforme descrito em algumas publicações, cabendo uma melhor avaliação quanto a um possível fator de extrapolação adequado.
- No estudo de Ortiz-Santaliestra et al. (2018), foi encontrada uma correlação positiva entre a toxicidade para peixes e anfíbios (fase aquática), geralmente com peixes mais sensíveis.
- No documento da EFSA (2018), se discute que a toxicidade aguda para anfíbios em fase aquática (ovos, embriões, girinos e adultos) é menor para peixes em cerca de 30% dos casos e que deve ser adotado um fator de extrapolação para uso do *endpoint* de peixe na avaliação de risco de anfíbios.

Estudos de toxicidade para anfíbios - fase aquática:

Próximos passos:

- Efeitos endócrinos
- Efeitos e exposição dérmica (terrestres)

> Environ Sci Eur. 2016;28(1):10. doi: 10.1186/s12302-016-0080-y. Epub 2016 Apr 5.

Adaption of a dermal in vitro method to investigate the uptake of chemicals across amphibian skin

Katharina Kaufmann¹, Peter Dohmen¹

Affiliations + expand

PMID: 27752445 PMCID: PMC5044961 DOI: 10.1186/s12302-016-0080-y

[Free PMC article](#)

Abstract

Background: Literature data indicate that terrestrial life stages of amphibians may be more sensitive to xenobiotics than birds or mammals. It is hypothesized that dermal exposure could potentially be a significant route of exposure for amphibians, as there is evidence that their skin is more permeable than the skin of other vertebrate species. Thus, higher amounts of xenobiotics might enter systemic circulation by dermal uptake resulting in adverse effects. Heretofore, no guidelines exist to investigate dermal toxicity of chemicals to amphibians. In order to minimize vertebrate testing, this work was targeted to develop an in vitro test system as a possible model to assess the dermal uptake of chemicals across amphibian skin.

Referências:

Ortiz-Santaliestra ME, Maia JP, Egea-Serrano A, Lopes

I. Validity of fish, birds and mammals as surrogates for amphibians and reptiles in pesticide toxicity assessment. *Ecotoxicology*. 2018 Sep;27(7):819-833. doi: 10.1007/s10646-018-1911-y. Epub 2018 Feb 28. PMID: 29492806.

Crane M, Finnegan M, Weltje L, Kosmala-Grzechnik S, Gross M, Wheeler JR. Acute oral toxicity of chemicals in terrestrial life stages of amphibians: Comparisons to birds and mammals. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2016 Oct;80:335-41. doi: 10.1016/j.yrtph.2016.05.004. Epub 2016 May 10. PMID: 27177821.

Anfíbios (fase terrestre) – Exposição dérmica

Chemosphere 189 (2017) 619–626

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/chemosphere



ELSEVIER



An interspecies correlation model to predict acute dermal toxicity of plant protection products to terrestrial life stages of amphibians using fish acute toxicity and bioconcentration data



Lennart Weltje ^{a,*}, Philipp Janz ^a, Peter Sowig ^b

^a BASF SE, Crop Protection – Ecotoxicology, Speyerer-Strasse 2, D-67117 Limburgerhof, Germany

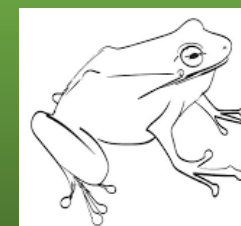
^b Bayer CropScience AG, Industriepark Höchst, D-65926 Frankfurt-Höchst, Germany

Toxicidade dérmica aguda para anfíbios – Exposição terrestre – (Seleção de outros ingredientes ativos para testes de toxicidade dérmica com a finalidade de verificar o comportamento do modelo)



Exposição: terrestre “*in crop*” para anfíbios fase terrestre

“via contato – aplicação foliar ou no solo (terrestre ou aérea)”



Anfíbios (fase terrestre) – Exposição dérmica

Toxicidade dérmica aguda para anfíbios – Exposição terrestre (simulação com 10 ingredientes ativos)

Ingrediente ativo	Toxicidade aguda para peixes CL50 (96h)(mg/L)	Fator de Bioconcentração peixes (BCF)(L/kg -bw)	DL50 (peixes) calculada (mg/kg-bw)
Abamectin	0,0032	52	0,1664
2,4-D	1,4	31	43,4
Cypermethrin	0,00283	373,4	1,056722
Pyridaben	0,00073	48	0,03504
Permethrin	0,0025	300	0,75
Methidathion	0,0022	6,4	0,01408
Deltamethrin	0,00026	1400	0,364
Chlorpyrifos	0,01	1374	13,74
Captan	0,093	140	13,02
Picloram	8,8	1	8,8

ETAPA 1- Conversão da CL₅₀ em DL₅₀ para peixes:

$$LD_{50, \text{fish}} = LC_{50, \text{fish}} \cdot BCF_{4d}$$

Fator de bioconcentração ↑ DL₅₀ ↑

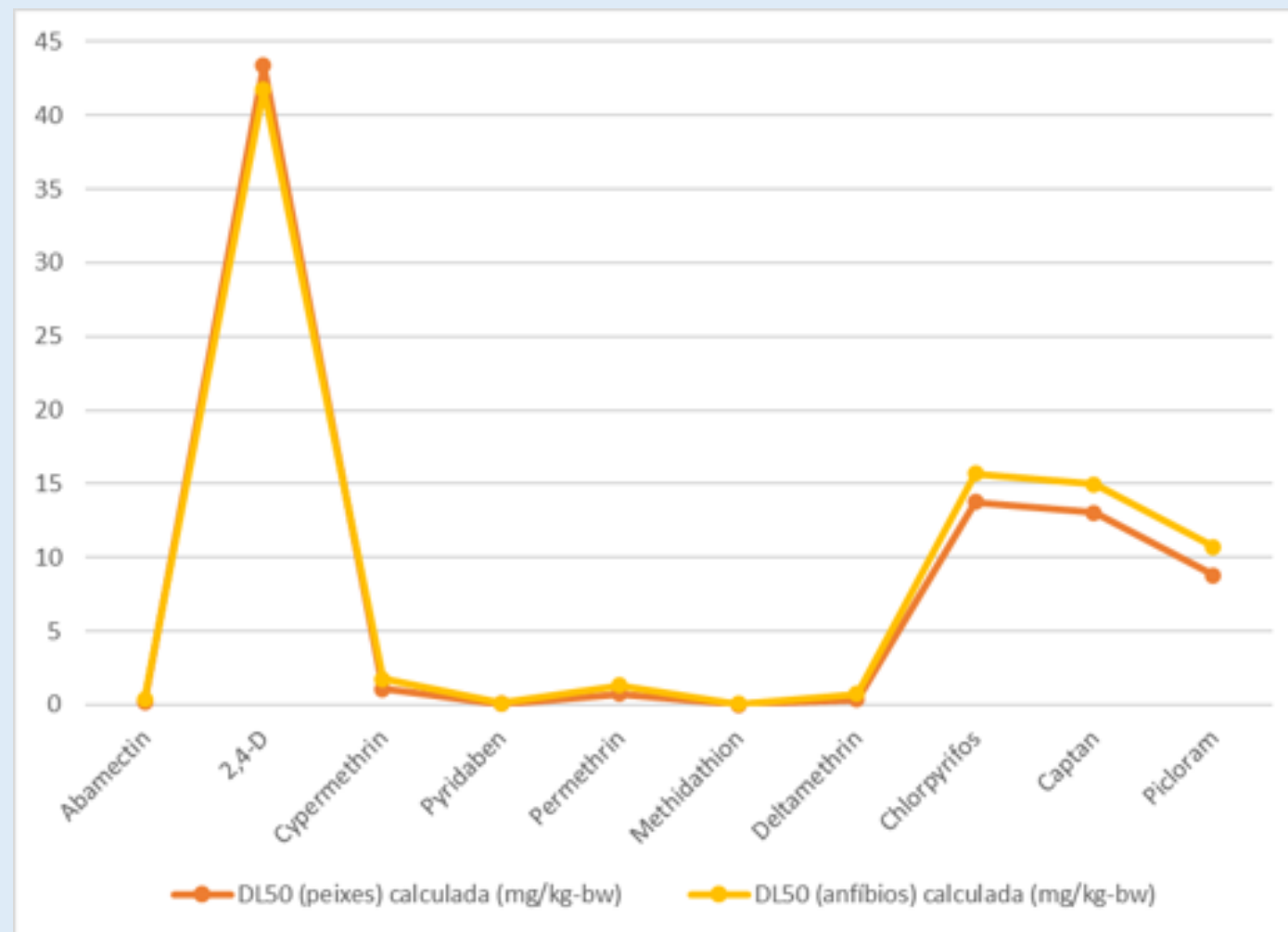
ETAPA 2- Cálculo da DL₅₀ (anfíbio) a partir da DL₅₀ (peixe):

$$\log [LD_{50, \text{amphibian}}] = 0.852 \cdot \log [LC_{50, \text{fish}} \cdot BCF_{4d}] + 0.226$$

LD₅₀ (fish)

Anfíbios (fase terrestre) – Exposição dérmica

Ingrediente ativo	DL50 (peixes) calculada (mg/kg-bw)	DL50 (anfíbios) calculada (mg/kg-bw)
Abamectin	0,16	0,365
2,4-D	43,4	41,797
Cypermethrin	1,057	1,764
Pyridaben	0,035	0,097
Permethrin	0,75	1,317
Methidathion	0,014	0,045
Deltamethrin	0,364	0,711
Chlorpyrifos	13,74	15,688
Captan	13,02	14,985
Picloram	8,8	10,732



Anfíbios (fase terrestre) – Exposição dérmica

ETAPA 3 - Cálculo da LR_{50} (anfíbio):

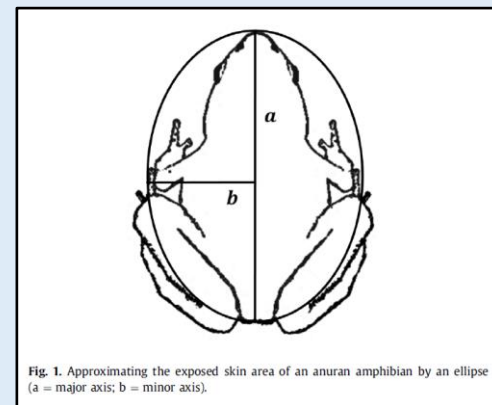
$$LD_{50, \text{amphibian}} = LR_{50, \text{amphibian}} \cdot A / (bw \cdot 100)$$

Cálculo da área da superfície da pele exposta - DORSAL (aproximada por uma elipse):

$$A = \pi \cdot SVL^2 / 6$$

Equação alométrica para relacionar a “área de pele exposta (A)” com o “comprimento do corpo (SVL)” e “peso corporal (bw)”:

$$\log[bw] = 2.97 \cdot \log[SVL] - 3.96$$



Massa (kg) pequeno anfíbio	SVL (cm)	Área (cm ²)	Área (ha)
0,0014	2,357	2,91	2,9E-08

Table 1

Parameter estimates for three anuran species using the allometric relation between snout-to-vent length, SVL [mm] and body weight, bw [g]: $\log(bw) = a \cdot \log(SVL) - b$.

	a	b	source
<i>Bombina variegata</i>	2.89	3.94	adults and juveniles; Băncilă et al. (2010)
<i>Bufo bufo</i>	2.94	3.90	females; Kuhn (1994)
<i>Rana temporaria</i>	3.09	4.04	geomean of adults and metamorphs
gravid females	3.19	4.36	Gibbons and McCarthy (1984)
spawned females	2.95	4.10	Gibbons and McCarthy (1984)
all females	3.07	4.23	geomean of gravid and spawned females
males	2.44	3.01	Gibbons and McCarthy (1984)
adults	2.74	3.57	geomean of all females and males
metamorphs	3.49	4.58	derived from data of Grözinger et al. (2014)
overall geometric mean	2.97	3.96	

“a” e “b” valores derivados de equações alométricas para *Bombina variegata*, *Bufo bufo* e *Rana temporaria*

Anfíbios (fase terrestre) – Exposição dérmica

Ingrediente ativo	DL50 (anfíbios) calculada (mg/kg-bw)	LR50 (anfíbio) (g/ha)	Dose máxima por aplicação AR (g/ha)	LR50/AR	LR50/AR < 5	Risco	PF	Classe de uso
Abamectin	0,365	1.756,6	18	97,59	não	não	INSTIVO (broca do café)	Inseticida/Acaricida
2,4-D	41,797	201096,1	2345	85,76	não	não	AMINAMAR (Cana-de-açúcar)(pré-emergência)	Herbicida
Cypermethrin	1,764	8485,5	60	141,42	não	não	CYPERMETHRIN 200 EC (Algodão)	Inseticida
Pyridaben	0,097	465,8	300	1,55	sim	sim	SANMITE (Citrus)	Acaricida
Permethrin	1,317	6335,99	124,8	50,77	não	não	PINGBR (Algodão)	Inseticida
Methidathion	0,045	214,2	720	0,297	sim	sim	SUPRATHION 400 EC (Maçã)	Inseticida
Deltamethrin	0,711	3422,3	25	136,89	não	não	KESHET 25 EC (Citrus)	Inseticida
Chlorpyrifos	15,688	75479,2	1440	52,42	não	não	CAPATAZ (Citrus)	Inseticida
Captan	14,985	72095,96	1800	40,05	não	não	CAPTAN SC (Maçã)	Fungicida
Picloram	10,732	51637,1	960	53,79	não	não	BATALHA 240 SL (Pastagem)	Herbicida

Se o LR50 < 5 x AR...Indicação de risco...Necessário REFINAMENTO

DOSE DE APLICAÇÃO (AR)(g/ha) deve ser **5x menor** que a DOSE QUE RESULTA EM 50% DE MORTALIDADE DOS INDIVÍDUOS ATINGIDOS...*Isso é aceitável?*



Fotos por André Sartori e Marcelo Dias



Obrigada pela atenção!

diqua.projetos@ibama.gov.br

2º WORKSHOP SOBRE BASES TÉCNICO-CIENTÍFICAS DA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS



21 E 22 DE NOVEMBRO DE 2023
EVENTO PRESENCIAL E VIRTUAL



Apoio:



MINISTÉRIO DA
JUSTIÇA E
SEGURANÇA PÚBLICA

