

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

FERNANDA CAMPOS DOS SANTOS

**MOLUSCOS DE ÁGUA-DOCE EM ESTUDOS DE ECOTOXICOLOGIA: UMA
REVISÃO**

Sorocaba

2021

Fernanda Campos dos Santos

**MOLUSCOS DE ÁGUA-DOCE EM ESTUDOS DE ECOTOXICOLOGIA: UMA
REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Ciências
Biológicas para obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas.

Orientação: Profa. Dra. Cleoni dos Santos
Carvalho

Sorocaba

2021

Folha de aprovação


Fernanda Campos dos Santos

“Moluscos de água-doce em estudos de ecotoxicologia: uma revisão”

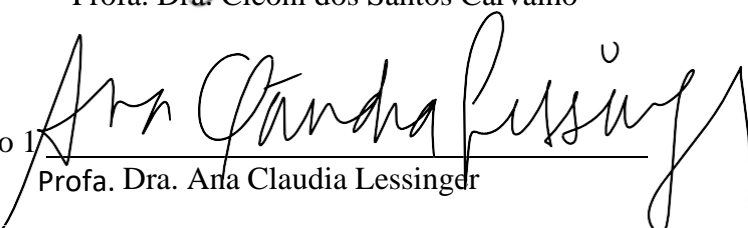
Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

Sorocaba, 26 de novembro de 2021.

Orientadora 

Profa. Dra. Cleoni dos Santos Carvalho

Membro 1 

Profa. Dra. Ana Claudia Lessinger

Membro 2 

Profa. Dra. Mírian Liza Alves Forancelli Pacheco

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família que sempre me apoiou em todas as decisões que tomei, e sempre priorizou meus estudos. Agradeço ao meu pai Everaldo que tantas vezes me levou assistir aula direto do trabalho sem nem ter dormido para que eu pudesse dormir um pouco mais. Agradeço minha mãe Ana Lúcia que sempre buscou participar de forma ativa da minha graduação, seja me ajudando a trocar água de tanques de caramujo para minha Iniciação Científica, a montar minha horta vertical caseira para Fisiologia Vegetal ou fazer extensão com *swab* no vaso sanitário para Biologia dos Microrganismos Procariontes. Não posso deixar de agradecer também minha querida Lili, uma salsichinha capaz de trazer luz aos dias mais sombrios, e que passou tantas horas de estudos em meu colo me fazendo companhia, e fez até uma participação especial como protagonista em um trabalho para a matéria de Embriologia.

Agradeço aos meus amigos Bárbara Silva Barbosa, Isabelle Christine Corrêa de Araújo, Isis Minhós Yano, João Victor Cassiel Ferraz, João Victor Mendonça de Oliveira e Raíssa Razera, que estiveram comigo em momentos incríveis e também em momentos difíceis, sempre com o mesmo companheirismo, e que permitiram que essa jornada pela Universidade fosse mais leve e prazerosa. Agradeço também ao João Victor Oliveira Sousa, que além da amizade e da companhia diária, me ajudou muito durante todo o curso, e especialmente agora nessa etapa de conclusão de curso, me tirando dúvidas frequentes em Excel e Photoshop. Sempre terei muito carinho por cada um de vocês.

Agradeço à Profa. Dra. Cleoni dos Santos Carvalho pela gentileza de assumir a orientação de meu trabalho na etapa final, mesmo com todos os desafios que tal decisão implicaria. Agradeço por toda atenção desde o início, e agradeço por todas as ideias e contribuições ao trabalho. Gostaria de ter tido mais tempo para trabalharmos juntas, pois certamente seria extremamente proveitoso e enriquecedor.

Por fim, agradeço à Ana Cláudia Lessinger e Mirian Lisa Forancelli, que também fizeram a gentileza de assumir a banca na etapa final, e que prestaram todo apoio necessário para que tudo ocorresse de forma tranquila em um momento complexo.

RESUMO

DOS SANTOS, Fernanda Campos. **Moluscos de água-doce em estudos de ecotoxicologia: Uma revisão**. 2021. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

O presente estudo apresenta uma revisão da literatura existente sobre o uso de bivalves e gastrópodes de água doce como animais bioindicadores em estudos em ecotoxicologia. A partir dessa revisão, objetivou-se identificar os gêneros de moluscos de água doce mais utilizados nesses estudos, bem como as localidades e décadas que apresentaram maior número de publicações, e as classes de xenobióticos mais estudadas. Para a obtenção dos artigos, foi utilizada a base de dados Web of Science (WOS), abrangendo as publicações nos anos de 1945 a 2021. Os marcadores biológicos utilizados nos estudos foram organizados em ecológicos, reprodutivos, bioquímicos comportamentais, fisiológicos, histológicos, genotóxicos, de exposição e morfológicos. Foram obtidos 553 artigos na base de dados WOS, e desse total, 382 trabalhos foram selecionados. Os gêneros mais frequentes de Bivalvia nos estudos foram identificados como *Corbicula*, *Dreissena* e *Anodonta*, enquanto para Gastropoda os gêneros mais recorrentes foram *Lymnaea*, *Physa* e *Biomphalaria*. A Europa é o continente que dispõe de maior número de publicações de ensaios ecotoxicológicos com bivalves e gastrópodes de água doce; a América do Norte é o segundo continente nessa lista. Para ambos os grupos, a África é o continente com menor número de publicações de artigos em ecotoxicologia. A década com maior número de publicações a nível mundial foi 2010, quando se registraram 124 publicações com bivalves, e 77 com gastrópodes como bioindicadores. Observou-se a tendência de coletar-se os animais em campo em detrimento de coletar os mesmos em laboratório para a utilização nesses estudos. Os marcadores biológicos mais utilizados foram os marcadores de exposição (57,85%), seguidos pelos marcadores bioquímicos (40,58%). Os xenobióticos mais utilizados foram os agroquímicos, presentes em 71 estudos.

Palavras-chave: revisão; ecotoxicologia; bivalves; gastrópodes; água-doce.

ABSTRACT

This study presents a review of the existing literature on the use of bivalves and freshwater gastropods as bioindicator animals in ecotoxicology studies. From this review, the objective was to identify the most used genera of freshwater molluscs in studies, as well as the locations and columns that appear in the largest number of publications, and the most studied classes of xenobiotics. To obtain the articles, the Web of Science (WOS) database was used, covering publications from 1945 to 2021. The biological markers used in the studies were organized into ecological, reproductive, behavioral biochemical, physiological, histological, genotoxic, exposure and morphological. A total of 553 articles were retrieved from the WOS database, and from this total, 382 works were collected. The most frequent genera of Bivalvia in the studies were identified as *Corbicula*, *Dreissena* and *Anodonta*, while for Gastropoda the most recurrent genera were *Lymnaea*, *Physa* and *Biomphalaria*. Europe is the continent with the largest number of publications on ecotoxicological tests with bivalves and freshwater gastropods; North America is the second continent on that list. For both groups, Africa is the continent with the lowest number of publications of articles on ecotoxicology. The decade with the highest number of publications worldwide was 2010, when 124 publications were recorded with bivalves, and 77 with gastropods as bioindicators. There was a tendency to collect animals in the field rather than collect them in the laboratory for use in these studies. The most used biological markers were exposure markers (57.85%), followed by biochemical markers (40.58%). The most used xenobiotics were agrochemicals, present in 71 studies.

Keywords – review; ecotoxicology; bivalvia; gastropoda; freshwater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de fluxo ROSES (RepOrting standards for Systematic Evidence Syntheses), com algumas modificações.

Figura 2. Artigos relacionados as temáticas de “gastropod toxic* freshwater”, “gastropoda toxic* freshwater”, "bivalvia toxic* freshwater" e “bivalve toxic* freshwater” obtidos na base de dados Web of Science.

Figura 3. Número de estudos em ecotoxicologia usando bivalves e gastrópodes de água doce publicados por continente.

Figura 4. Cronologia de artigos publicados dentro da plataforma Web of Science utilizando bivalves e gastrópodes de água doce.

Figura 5. Procedência dos animais utilizados nos estudos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce.

Figura 6. Frequência de utilização de marcadores biológicos nos estudos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce.

Figura 7. Frequência de aplicação dos xenobióticos utilizados nos estudos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce.

Figura 8. Frequência de utilização dos gêneros de Bivalvia de água doce em estudos em ecotoxicologia.

Figura 9. Frequência de utilização dos gêneros de Gastropoda de água doce em estudos em ecotoxicologia.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Xenobióticos utilizados em estudos de ecotoxicologia com moluscos de água doce.
- Tabela 2. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores ecológicos.
- Tabela 3. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores reprodutivos.
- Tabela 4. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores bioquímicos.
- Tabela 5. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores comportamentais.
- Tabela 6. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores fisiológicos.
- Tabela 7. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores histológicos.
- Tabela 8. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores genotóxicos.
- Tabela 9. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes de água doce utilizando marcadores exposição.
- Tabela 10. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores morfológicos.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AChE: Acetilcolinesterase

ACP: Fosfatase ácida

ALA-D: Ácido δ -aminolevulínico desidratase

ALT: Alanina aminotransferase

AST: Aspartato aminotransferase

BChE: Butirilcolinesterase

PCB: Bifenilo policlorado

BPA: Bisfenol A

CA: Anidrase carbônica

CAFe: Comunidade Acadêmica Federada

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Casp-3: Caspase-3

CAT: Catalase

CbE: Carboxilesterase

CE: Carboxilesterase

Che: Colinesterase

CtDe: Catepsina D extra lisossomal

CtDL: Catepsina D

DBF: Dibenzilfluoresceína desalquilase

DNA: Ácido desoxirribonucleico

DOP: Dopamina

ECOD: Etoxicumarina-O-desetilase

EROD: Etoxioresorufina-O-desetilase

FAO: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

G6PDH: Glicose-6-fosfato desidrogenase

GOT: Glutamato oxaloacetato transaminase

GPT: Glutamato piruvato transaminase

GPx: Glutaciona peroxidase

GR: Glutaciona redutase

GSH: Glutaciona reduzida

GSSG: Glutaciona oxidada

GST: Glutaciona S-transferase

Hsp22: Small heat-shock protein 22

Hsp26: Small heat-shock protein 26

Hsp60: Proteína de choque térmico 60

Hsp70: Proteína de choque térmico 70

IDH: Isocitrato desidrogenase

ISO: International Organization for Standardization

LDH: Lactato desidrogenase

LOOH: Hidroperóxido lipídico

LPO: Peroxidação lipídica

MAO: Monoamina oxidase

MDA: Malondialdeído

Mn SOD: Superóxido dismutase dependente de Manganês

MT: Metalotioneína

MTSH: Tióis associados à metalotioneína

MXR: Mecanismo de defesa multixenobiótica

NO: Óxido nítrico

non-SeGPx: Glutathione peroxidase independente de Selênio

ODH: Octopina desidrogenase

OECD: Organization for Economic Cooperation and Development

PAH: Hidrocarboneto poliaromático

PC: Carbonilação proteica

PCC: Teor de proteína carbonil

PO: Oxidoreductase fenoxidase

PROD: Pentoxiresorufina-O-desalquilase

Px: Guaiacol Peroxidase

ROS: Espécies reativas de oxigênio

Se- GPx: Glutathione peroxidase dependente de Selênio

SER: Serotonina

SOD: Superóxido dismutase

TAOC: Capacidade antioxidante total

TBARS: Ácido tiobarbitúrico

TBT: Tributilestanho

TOS: Estado oxidante total

TPT: Trifenilestanho

UFSCar: Universidade Federal de São Carlos

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

USEPA: United States Environmental Protection Agency

Vtg-LP: Proteínas semelhantes à vitelogenina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	MATERIAL E MÉTODOS	20
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4	CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36
	APENDICE A - FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE GÊNEROS DE BIVALVIA E GASTROPODA DE ÁGUA DOCE EM ESTUDOS EM ECOTOXICOLOGIA	79
	APENDICE B - XENOBIÓTICOS UTILIZADOS EM ESTUDOS EM ECOTOXICOLOGIA COM BIVALVES E GASTRÓPODES DE ÁGUA DOCE	81
	APENDICE C - ESTUDOS EM ECOTOXICOLOGIA COM BIVALVES E GASTRÓPODES COMO BIOMARCADORES	86

1 INTRODUÇÃO

A ecotoxicologia é um ramo da toxicologia proposto em 1969 por René Truhaut, que visa compreender os possíveis efeitos causados por poluentes em ecossistemas terrestres, aquáticos ou aéreos. A toxicidade desses poluentes é avaliada por meio de ensaios ecotoxicológicos, realizados utilizando organismos como bioindicadores. A ecotoxicologia terrestre utiliza frequentemente de invertebrados como nematódeos, colêmbolos, enquitreídeos, minhocas, isópodes e moluscos como organismos bioindicadores, além de vegetais, pois estes organismos mantêm contato direto com contaminantes presentes no solo (CORTET *et al.*, 1999; TIBBET *et al.*, 2021) e permitem estimar os impactos negativos de contaminantes sobre os mesmos e avaliar a qualidade do solo.

A ecotoxicologia aquática, por outro lado, pode avaliar a qualidade de ambientes de água salgada, como mares e oceanos, ambientes de água doce, como lagos, e rios, e ambientes salobras, como estuários. De acordo com Ceschin, Bellini e Scalici (2021), a utilização de plantas aquáticas como organismos modelo em ecotoxicologia ainda se encontra limitada, e espécies de bactérias como *Pseudomonas putida*, crustáceos como *Daphnia magna* e peixes como *Danio rerio* são frequentemente utilizados como bioindicadores em testes de toxicidade para águas doces.

Independentemente da área da ecotoxicologia, seja aquática ou terrestre, a escolha de um bioindicador para os ensaios deve seguir uma série de critérios similares. A espécie selecionada deve apresentar tolerâncias ambientais restritas, e suas condições ótimas devem ser conhecidas, bem como sua biologia básica e seus hábitos alimentares; dessa forma, a presença ou ausência desse organismo em um determinado local já pode ser um diagnóstico preliminar da qualidade do ambiente em questão (VAN DER OOST, BEYER & VERMEULEN, 2003). Além disso, é desejável que a espécie seja de fácil identificação, apresente distribuição cosmopolita e abundância numérica, além de baixa variabilidade genética e tamanho corporal avantajado, baixa mobilidade, e a espécie deve ser facilmente criada em laboratórios (JOHNSON, WIEDERHOLM & ROSENBERG, 1993).

Tratando-se de abundância numérica e distribuição cosmopolita, os indivíduos do filo Mollusca preenchem com maestria tais pré-requisitos. Os moluscos são o segundo maior filo do reino animal, com cerca de 80.000 a 92.000 espécies vivas descritas (MolluscaBase, 2021). São encontrados no mundo todo, em ambientes terrestres e aquáticos, com espécies adaptadas ao ambiente marinho, dulcícola e salobro. Atualmente, os moluscos são divididos entre 8

classes: as classes Caudofoveata, Cephalopoda, Monoplacophora Polyplacophora, Scaphoda e Solenogastres são encontradas somente no ambiente marinho; já as classes Bivalvia e Gastropoda podem ser encontradas tanto em ambientes marinhos como de água doce; a classe Gastropoda conta ainda com representantes no ambiente terrestre (BRUSCA, MOORE & SHUSTER, 2018; CASCON & ROCHA-BARREIRA, 2017).

Das espécies descritas de Mollusca, cerca de 70.000 pertencem à classe Gastropoda, sendo que 4.800 são dulciaquícolas (MolluscaBase, 2021). De acordo com Tallarico (2015), de 20 a 60% da abundância total e biomassa de macroinvertebrados presentes em ecossistemas de água doce é composta por caramujos. Os gastrópodes de água doce apresentam rápidas taxas de crescimento e ciclos de vida de curta duração (TALLARICO, 2016), o que pode ser vantajoso para a aplicação de determinados estudos que possuam como objetivo avaliar um estágio de vida ou o ciclo de vida completo de um organismo. Além disso, esses animais também atendem ao requisito de baixa locomoção; um estudo realizado por Kappes e Haase (2012) avaliou a capacidade de dispersão de moluscos de água doce; a espécie com maior potencial de dispersão foi *Radix balthica*, que atingiu a velocidade de 72,0 m/dia.

A classe Bivalvia conta com mais de 9.200 espécies vivas descritas, das quais 958 são dulciaquícolas (GRAF & CUMMINGS, 2021). De acordo com Scöne e Krause Jr. (2016), o hábito sedentário dos bivalves faz com que estes animais sejam bons bioindicadores, já que as informações que poderão ser obtidas com tais organismos serão referentes a uma única localidade, diferentemente do que aconteceria com a utilização de um organismo livre. Ainda de acordo com os autores, esses animais possuem capacidade de acumular poluentes em seus tecidos em concentrações acima do encontrado no ambiente, o que facilita a realização de análises químicas. Vários estudos têm utilizado estes animais como bioindicadores de efeitos após exposição a vários compostos químicos como os agroquímicos (BRINGOLF *et al.*, 2007; MAGARA *et al.*, 2021; NOGAROL, BROSSI-GARCIA & FONTANETT, 2012), os metais (CRESPO *et al.*, 2020; JING *et al.*, 2019; UBRIHIEN *et al.*, 2020), os medicamentos (MAGNI *et al.*, 2017; MAGNI, PAROLINI & BINELLI, 2016; PAROLINI *et al.*, 2009;) e as drogas sintéticas (PAROLINI *et al.*, 2015; PAROLINI *et al.*, 2016a; PAROLINI *et al.*, 2016b).

A poluição de corpos d'água pode ser advinda de uma série de fontes, como o esgoto doméstico e depósitos de lixo, além de atividades industriais, agrícolas e de mineração, podendo representar um risco para o ecossistema. O esgoto doméstico é composto principalmente de microrganismos, lipídeos, proteínas, carboidratos e metais (QUIAN *et al.*, 2016).

Os depósitos de lixo são fonte de poluição contendo resíduos sólidos, que podem ser de origem urbana, industrial, agrícola ou hospitalar (GUERRERO, MAAS & HOGLAND, 2013; NANDA & BERRUTI, 2021). Ademais, a decomposição do lixo gera um líquido denominado chorume, que pode contaminar águas superficiais e subterrâneas. O chorume é composto por contaminantes orgânicos e inorgânicos, além de metais como ferro, magnésio, manganês, zinco, potássio e sódio (KHOO *et al.*, 2020).

Estudos realizados com este tipo de resíduo e bivalves ainda são escassos. Destaca-se o trabalho realizado por de Oliveira, Santos e Martinez (2016) em bivalves da espécie *Corbicula fluminea* que foram expostos *in situ* a sedimentos pertencentes ao córrego dos Periquitos, localizado em Londrina, Paraná. O córrego serve como local de despejo de chorume parcialmente tratado pelo aterro controlado pela prefeitura da cidade o qual gerou uma contaminação de cromo e cobre nos sedimentos do local, como constatado pelos pesquisadores. Após 15 dias de exposição aos sedimentos, os bivalves apresentaram significativo aumento na concentração de cromo e cobre e também aumento na concentração de metalotioneínas nas brânquias. As metalotioneínas são proteínas que apresentam alto grau de afinidade por metais, e atuam no processo fisiológico de desintoxicação desses compostos (KANG, 2006).

As atividades industriais geram diferentes tipos de poluentes conforme o produto que é fabricado; as indústrias do ramo eletroquímico liberam resíduos de metais como mercúrio, cádmio, níquel, chumbo, ferro, zinco, manganês e prata. Já o manejo industrial da celulose gera compostos organoclorados como resíduos (ANDERSON, OWENS & TIMMS, 1992; VASUDEVAN & OTURAN, 2014). A mineração também pode trazer impactos diferentes de acordo com a substância explorada; De acordo com Müezzinoğlu (2003), companhias de mineração de ouro americanas, canadenses, australianas e europeias apresentam registros *on-line* da liberação de resíduos de arsênio, chumbo, cobre e cianeto em corpos d'água próximos de suas instalações.

As atividades agrícolas utilizam-se de compostos químicos denominados defensivos agrícolas, ou agroquímicos. Estes compostos podem ser fertilizantes ou pesticidas como inseticidas, herbicidas e fungicidas, que podem ser incorporados corpos d'água através do escoamento de água de chuva ou de irrigação (CAMPOS *et al.*, 2015; SCHULZ, 2004). Parris (2011) realizou uma análise do impacto da agricultura na poluição hídrica em países membros da OECD. Dentre os levantamentos feitos pelo autor, destaca-se a contribuição das atividades agrícolas na presença de nitratos e fósforo em águas superficiais entre metade dos anos 1990

até metade dos anos 2000: na Irlanda e Dinamarca, cerca de 80% da contaminação por nitratos é advinda da agricultura, enquanto aproximadamente 70% do fósforo presente nessas águas provém dessas mesmas atividades. Em águas costeiras da Dinamarca e Estados Unidos, no período entre 2000 e 2002, mais de 75% da presença de nitratos, e 50% da presença de fósforo eram decorrentes de atividades agrícolas.

Alguns pesticidas, como os organoclorados, são considerados como persistentes por conta de suas propriedades de lipofilicidade e hidrofobicidade, o que permite que estes compostos se acumulem em tecidos adiposos de organismos. Os organoclorados são amplamente utilizados por conta de seu valor de aplicação e de sua alta efetividade (EL-SHEIKH *et al.*, 2021; SCHWARZENBACH *et al.*, 2010). Metais como cádmio e mercúrio também possuem capacidade de acumulação em organismos; esses metais encontram-se livres na forma de íons em águas e em sedimentos, e são absorvidos e acumulados por organismos aquáticos; em alguns casos, como para o mercúrio, este ainda pode sofrer especiação e transformar-se em metilmercúrio (YAN *et al.*, 2019; ZHANG & REYNOLDS, 2019).

Estes elementos químicos persistem nos solos e nas águas por suas propriedades bioacumulativas e por esse motivo, causam diversos efeitos nocivos à saúde humana e ambiental. A bioacumulação é o processo de captação de compostos por organismos, que pode ocorrer de forma ativa ou passiva; o termo bioacumulação refere-se à combinação dos processos de bioconcentração e biomagnificação (STREIT, 1992). A bioconcentração ocorre através do aumento nas concentrações de xenobióticos em organismos aquáticos através da captação passiva dessas substâncias, que se encontram presentes na água, enquanto a biomagnificação refere-se a entrada de xenobióticos na cadeia alimentar através das dietas (ARNOT & GOBAS, 2006; GRAY, 2002). Dessa forma, o processo de bioacumulação pode afetar diretamente os humanos através da alimentação.

Um levantamento realizado por Chiocchetti *et al.* (2016) abordou a contaminação de frutos do mar por metais e metaloides. De acordo com os autores, as maiores concentrações de cádmio em frutos do mar são encontradas em bivalves, que podem apresentar concentrações de até 10 mg/kg fw (peso fresco). Os bivalves também apresentam maiores concentrações de arsênio dentre as espécies de frutos do mar, variando entre 1,2 a 26,2 mg/kg fw. Atualmente, o uso de gastrópodes na alimentação humana ainda é mais restrito do que o consumo de bivalves. Caramujos de água doce pertencentes à família Unionidae são comumente consumidos em comunidades rurais, indígenas e de baixa renda de países do sudeste asiático como Vietnã e Malásia (ZIERITZ *et al.*, 2018).

Além de se utilizarem de bons bioindicadores, estudos ecotoxicológicos devem ser realizados com marcadores que indiquem adequadamente os efeitos biológicos. De acordo com National Research Council (NRC, 1987), marcadores biológicos são ferramentas que atuam na sinalização de eventos em sistemas biológicos ou em amostras; os marcadores podem ser divididos entre marcadores de exposição, de efeito ou de susceptibilidade. Os marcadores de exposição agem na detecção de substâncias exógenas ou de seus metabólitos, e como essas substâncias se distribuem nos organismos alvo (VAN DER OOST, BEYER & VERMEULEN, 2003).

Dentre os marcadores de efeito, existem aqueles com maior especificidade. Os marcadores ecológicos atuam como uma resposta dos organismos aos poluentes em níveis populacionais ou de comunidade, refletindo em parâmetros como densidade de indivíduos, riqueza de espécies e composição de assembleias. Marcadores reprodutivos avaliam o efeito dos poluentes em fatores que afetam a reprodução, como as alterações e más-formações gonadais, bem como a queda de viabilidade larval, redução no sucesso de fertilização, entre outros. As alterações bioquímicas refletem a interação entre os poluentes e macromoléculas como proteínas e enzimas. Respostas fisiológicas e morfológicas são consideradas como resultado das interações de processos químicos e celulares, e podem ser indicativos de danos irreparáveis no organismo estudado. Alterações em comportamentos como secreção de muco, alimentação e locomoção atuam como marcadores de efeitos subletais de poluentes. No caso das alterações histopatológicas, as mudanças bioquímicas e fisiológicas causadas pelos poluentes são refletidas em células, tecidos ou órgãos. Os marcadores genotóxicos, por fim, refletem efeitos deletério de substâncias sobre o DNA (ácido desoxirribonucleico) e sobre a expressão gênica (EL-GENDY, GAD & RADWAN, 2021; MONSERRAT *et al.*, 2007; MUSSALI-GALANTE, TOVAR-SÁNCHEZ & DEL CASTILLO, 2013; VAN DER OOST, BEYER & VERMEULEN, 2003; WALKER *et al.*, 2001; ZHOU *et al.*, 2008).

Dentre os tipos de bioensaios ecotoxicológicos que podem ser realizados destacam-se aqueles que se utilizam de animais coletados em campo, os quais podem ser transferidos para laboratórios onde se realizarão as exposições aos xenobióticos, como realizado no estudo de Salice e Kimberly (2013) que coletaram indivíduos de *Physa pomilia* no Rio Brazos, Texas, e em seguida expuseram estes animais ao inseticida malation em laboratório; os organismos podem ainda ser coletados e utilizados em estudos *in situ*, como no estudo de ZOUNKOVA *et al.* (2014), realizado em rios localizados em Brno, República Tcheca, com caramujos da espécie *Potamopyrgus antipodarum*. Por outro lado, é possível realizar a criação de animais em laboratório para a utilização destes como biomarcadores, como feito no estudo de Ma *et al.*

(2017) que realizaram a criação de caramujos da espécie *Bellamya aeruginosa* seguida pela exposição em laboratório ao cádmio e nanopartículas de dióxido de titânio.

Para permitir a realização de testes de toxicidade padronizados e com maior reprodutibilidade, organizações como a Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), a International Organization for Standardization (ISO), a United States Environmental Protection Agency (USEPA) e no Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) encarregam-se de auxiliar no desenvolvimento de normas utilizando organismos modelo. A OECD (2010), por exemplo, elaborou um documento contendo diretrizes para a utilização de moluscos em testes de toxicidade. Neste documento constam informações gerais sobre as espécies que apresentam protocolos de criação, bem como as instruções necessárias para a realização dos testes com tais espécies, abordando desde os equipamentos e as condições necessárias, como a metodologia que deve ser aplicada, e as informações que devem constar nos relatórios dos testes.

Nesse sentido, diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre estudos em ecotoxicologia que utilizaram bivalves e gastrópodes de água doce como organismos bioindicadores, e a partir disso identificar os gêneros de moluscos mais utilizados nesses estudos, bem como as localidades e décadas com maior número de publicações, e os xenobióticos mais estudados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de obter um diagnóstico da utilização de moluscos de água doce em estudos de ecotoxicologia, realizou-se um levantamento de artigos científicos na base de dados Web of Science (WOS), utilizando o inglês como idioma para pesquisa. O acesso à base de dados WOS foi realizado pelo Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Ministério da Educação e Cultura (MEC), através do acesso remoto via Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), com o usuário registrado pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

A pesquisa abrangeu os anos de 1945 a 2021, e a linguagem aplicada às buscas foi o inglês. As palavras-chave utilizadas na base de dados foram “gastropod toxic* freshwater” e “bivalve toxic* freshwater”. O asterisco foi aplicado para incluir palavras como “toxicity” e outras combinações de caracteres. Posteriormente, as palavras-chave foram alteradas para

“gastropoda toxic* freshwater” e “bivalvia toxic* freshwater”, pois os resultados encontrados dessa forma mostraram-se mais abundantes.

Inicialmente, os artigos foram separados conforme seus títulos. Aqueles que se apresentaram preliminarmente adequados aos pré-requisitos da pesquisa, ou seja, que se tratavam de estudos utilizando bivalves ou gastrópodes como bioindicadores em ecotoxicologia, foram separados para realizar-se a leitura de seus resumos. Os artigos que foram mantidos após a leitura dos resumos foram selecionados para leitura de suas metodologias e resultados.

Os marcadores biológicos foram organizados em ecológicos, reprodutivos, bioquímicos, comportamentais, fisiológicos, histológicos, genotóxicos, de exposição e morfológicos. As localidades foram separadas por continente, e devido ao grande número de espécies encontradas nas referências, essas foram organizadas em gêneros.

A classificação de substâncias como xenobióticos baseou-se no conceito do termo, que engloba qualquer composto químico encontrado em um organismo, que não seja produzido pelo mesmo (PATEL & SEN, 2013). Dessa forma, foram descartados artigos que realizavam estudos com substâncias como amônia, já que se trata de uma substância que é produzida pelos moluscos.

Tratando-se da procedência dos animais, os artigos foram separados entre aqueles que utilizaram animais coletados ou que utilizaram animais criados em laboratório.

O método utilizado nesse trabalho foi baseado no *Roses - RepOrting standards for Systematic Evidence Syntheses* (HADDAWAY *et al.*, 2018). Foram realizadas modificações na metodologia para adequar aos objetivos pretendidos de análise dos critérios elencados anteriormente (Figura 1).

A pesquisa foi iniciada com a busca por artigos incluídos no banco de dados Web of Science. A etapa de triagem foi dividida em duas partes:

1. Seleção dos artigos de acordo com seus títulos e resumos, utilizando os critérios descritos anteriormente que foram os tipos de estudo, os ambientes e os compostos utilizados;
2. Exclusão dos artigos de revisão (classificação do estudo), estudos em ambientes marinhos ou estuarinos, bem como os estudos com compostos que não se encaixassem no conceito de

xenobióticos supracitados, ou estudos que utilizassem tais animais de outra forma que não como bioindicadores (outros) ou ainda aqueles que utilizassem outros grupos de animais.

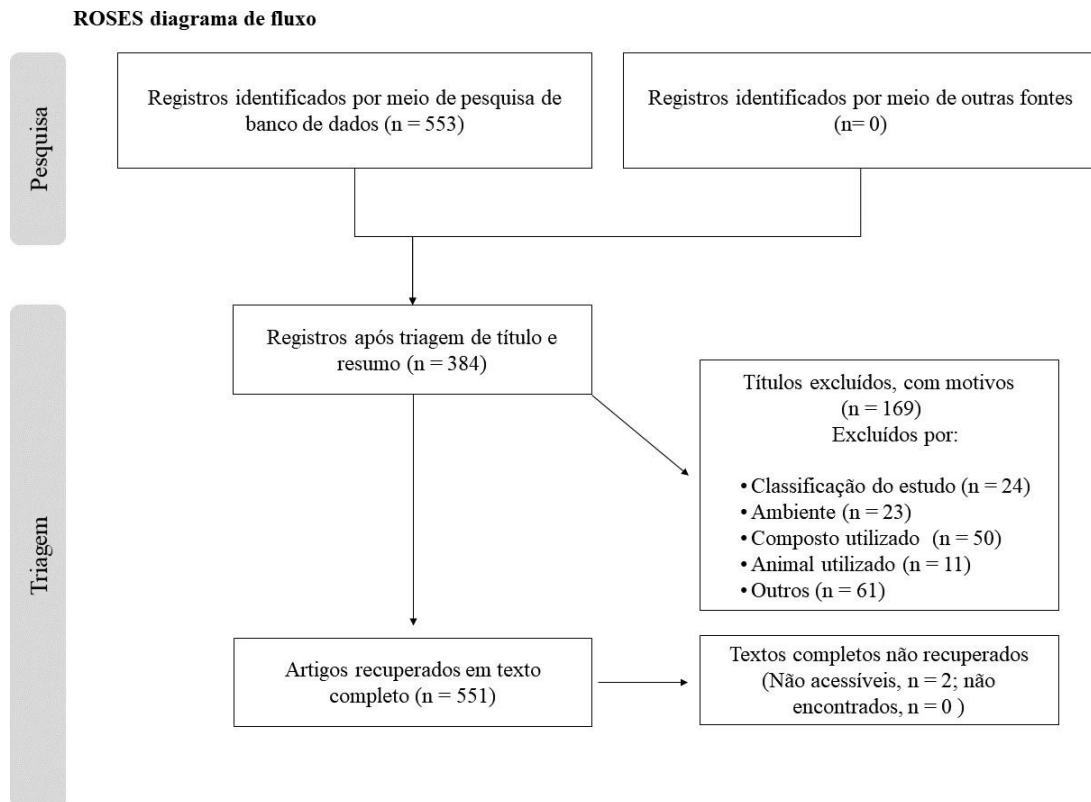


Figura 1. Diagrama de fluxo ROSES (RepOrting standards for Systematic Evidence Syntheses), com algumas modificações. Fonte: HADDAWAY *et al.*, (2018) modificado pela autora.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos um total de 553 artigos contemplando as classes Bivalvia e Gastropoda na plataforma de pesquisa do Web of Science. Desse total, 382 artigos foram selecionados após a etapa de triagem obtendo-se 237 trabalhos com o termo Bivalvia e 145 com o termo Gastropoda.

As pesquisas utilizando os termos gastropoda toxic* freshwater e bivalvia toxic* freshwater apresentaram respectivamente 95 e 100 resultados. A alteração dos termos para gastropod toxic* freshwater e bivalve toxic* freshwater permitiu um aumento em 102,11% nos resultados obtidos para gastrópodes, e 360% nos resultados para bivalves (Figura 2).

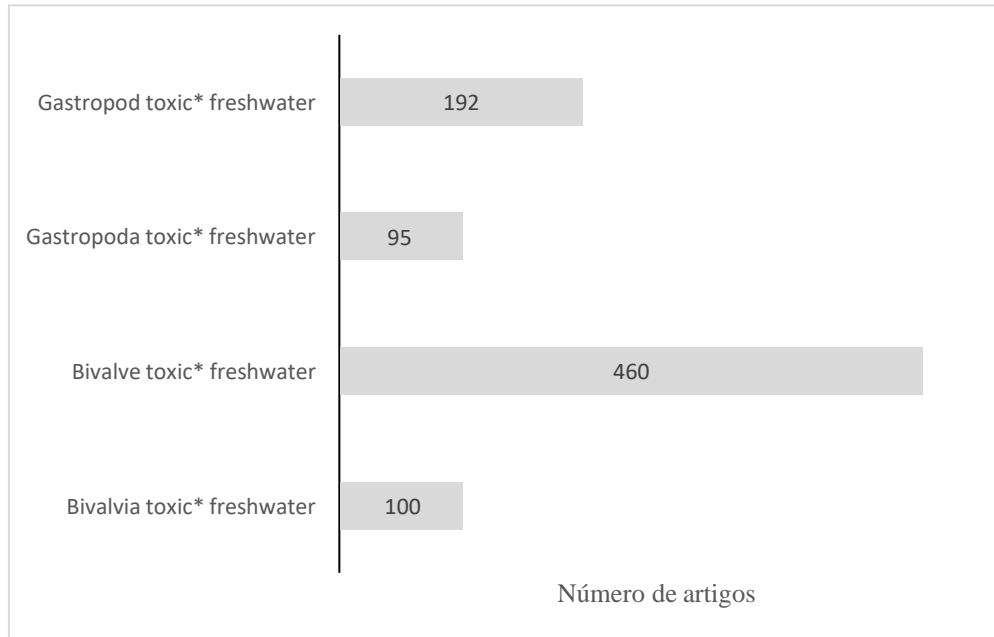


Figura 2. Artigos relacionados as temáticas de “gastropod toxic* freshwater”, “gastropoda toxic* freshwater”, “bivalvia toxic* freshwater” e “bivalve toxic* freshwater” obtidos na base de dados Web of Science. Fonte: Elaborada pela autora.

Os gêneros de Bivalvia mais frequentes nos estudos são *Corbicula*, cujas espécies foram utilizadas como bioindicadores em 60 estudos, seguido por *Dreissena*, utilizadas 44 vezes, e *Anodonta*, presentes em 34 estudos. Já para Gastropoda, o gênero *Lymnaea* foi o mais utilizado, com 39 ocorrências, seguido por *Physa*, presente em 26 estudos, e *Biomphalaria*, cujas espécies

foram utilizadas em 22 estudos (Apêndice A).

A frequência na utilização de determinados gêneros de biomarcadores pode se dar pelo conhecimento já existente sobre os mesmos. No livro, *Freshwater Bivalve Ecotoxicology*, de Van Hassel e Farris (2006) os autores ressaltam a prevalência de um grande número de pesquisas com *Corbicula fluminea* e *Dreissena spp.*, permitindo que o conhecimento sobre a história de vida e os requisitos para a criação de tais espécies encontrem-se bem consolidados, e abrindo a oportunidade para novas pesquisas com tais organismos. Na presente revisão, dos 22 artigos com *Biomphalaria*, 16 utilizam a espécie *Biomphalaria glabrata*, espécie que atua como hospedeiro intermediário do trematóide *Schistosoma mansoni*, causador da esquistossomose; por tratar-se de uma espécie com relevância em saúde pública, os conhecimentos acerca desses gastrópodes também encontram-se bem elucidados, o que pode influenciar na utilização dos mesmos em outras pesquisas (TALLARICO, 2015).

A Europa é o continente com maior número de publicações de ensaios ecotoxicológicos utilizando-se bivalves de água doce, apresentando 113 títulos; em seguida a América do Norte, com 56 estudos. A África, por outro lado, é o continente com menor número de publicações do tipo, com apenas 6 registros. No caso dos gastrópodes de água doce, a Europa novamente apresenta o maior número de publicações, com 58 títulos, seguida pela América do Norte, com 36 títulos. O continente com menor número de estudos publicados é a África, com 5 publicações (Figura 3). A escassez de informações pode ser provavelmente ao pouco investimento em pesquisas em detrimento do seu valor científico; por exemplo, alguns métodos de identificação e análise podem ser complexos, exigindo infraestrutura para seu desenvolvimento sendo, portanto, caros.

Isso pode ser um desafio ainda maior tendo em vista a realidade de países subdesenvolvidos. Um estudo realizado por Docquier em 2014 analisou o fenômeno denominado fuga de cérebros em países em desenvolvimento. Fatores como pobreza, baixo crescimento econômico, más condições de trabalho, baixos salários e repressão política são determinantes para o aumento desse fenômeno. As maiores taxas de fuga de cérebros são registradas na África subsaariana, América Latina, Oriente Médio e Norte da África (ARAÚJO & FERREIRA, 2013; CONFRARIA & GODINHO, 2014). A fuga de cérebros é caracterizada pela tendência de migração de profissionais altamente qualificados para países desenvolvidos, em busca de melhores perspectivas profissionais e financeiras (DOCQUIER, 2014). Esse fato pode explicar em parte o resultado obtido nesse estudo.

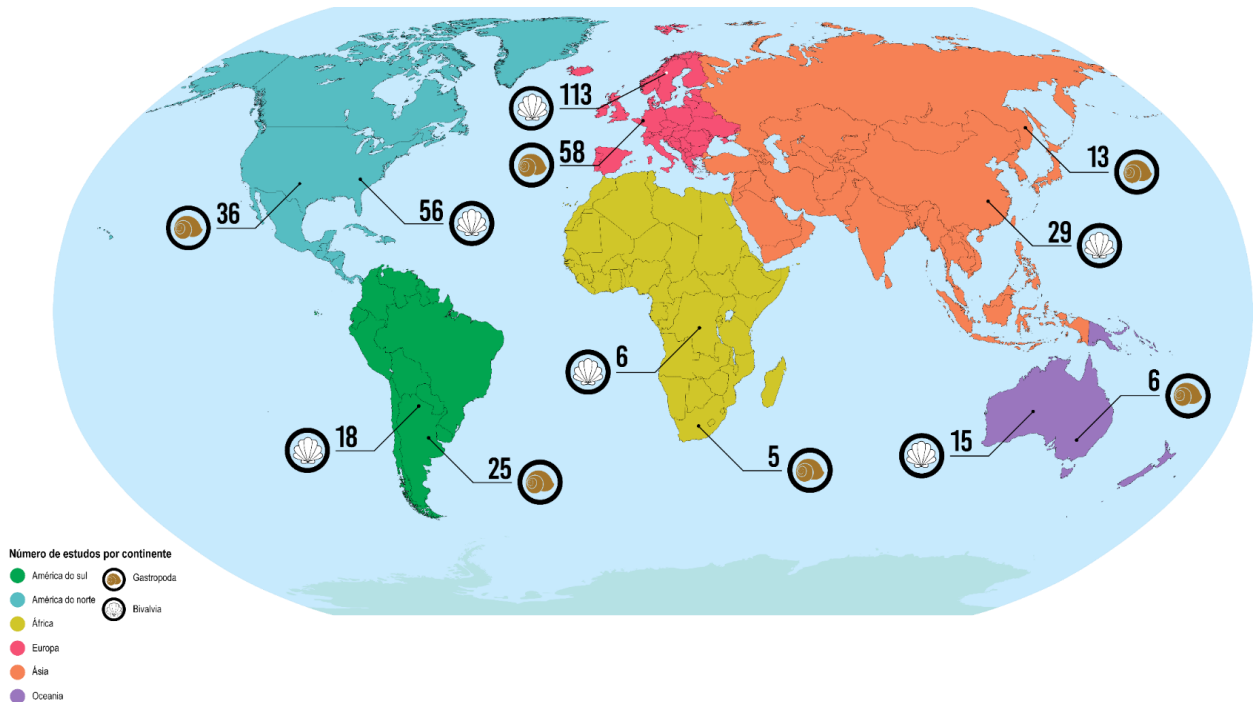


Figura 3. Número de estudos em ecotoxicologia usando bivalves e gastrópodes de água doce publicados por continente. Fonte: Elaborada pela autora.

Uma outra hipótese para os resultados obtidos pode ser relacionada à verba destinada para o desenvolvimento de pesquisas. De acordo com a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), os Estados Unidos é o país que realiza o maior investimento em pesquisas e desenvolvimento, com um investimento de 476 bilhões de dólares em paridade do poder de compra (\$PPC). Em seguida, a China encontra-se na segunda posição, com 346 bi \$PPC. Dos 15 países que lideram mundialmente o ranking de investimento em pesquisa e desenvolvimento, sete (7) encontram-se na Europa, quatro (4) pertencem ao continente asiático, dois (2) países pertencem a América do Norte, um (1) país encontra-se na América do Sul, e um (1) na Oceania. Nenhum país do continente africano encontra-se na lista (<http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/#!lang=en>).

Esses dados encontram-se em conformidade com os dados obtidos na presente revisão para o número de pesquisas com bivalves e gastrópodes de água doce por continente, já que a Europa apresentou simultaneamente o maior número de países liderando o ranking de investimento em pesquisas, e o maior número de pesquisas com os grupos selecionados. Por outro lado, a África foi o continente com menor número de publicações para os grupos pesquisados, e foi o único continente que não apresentou nenhum país na lista dos 15 líderes mundiais em investimento em pesquisa e desenvolvimento. Ressalta-se, no entanto, que até o momento em que a presente

revisão foi realizada, não foram encontrados artigos abordando a relação entre o desenvolvimento em pesquisa em países subdesenvolvidos.

A década com maior número de publicações de trabalhos em ecotoxicologia com os grupos selecionados foi 2010, quando foram registradas 124 publicações com bivalves e 77 com gastrópodes. A década com menor número de publicações com esses grupos foi 1990, que registrou 21 artigos com bivalves e 10 artigos com gastrópodes.

De acordo com Van Straalen (2003), o primeiro livro didático sobre ecotoxicologia, *Écotoxicologie*, foi publicado em 1977 por François Ramade, e a tradução de francês para inglês só ocorreu uma década após seu lançamento. Na presente revisão, os primeiros trabalhos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce são datados na década de 1990; isso, provavelmente se deve ao termo ecotoxicologia ter sido utilizado a partir desta década como um novo ramo da toxicologia. Ademais, essa lacuna temporal seguida por um aumento no número de publicações pode ter sido influenciada também, dentre outros fatores, pela linguagem aplicada. O inglês é considerado como o idioma universal entre cientistas (OLIVEIRA, 2019), portanto, a tradução do primeiro livro didático da área para a língua inglesa pode ter contribuído para a difusão da ecotoxicologia dentre a comunidade científica, permitindo a expansão desses estudos e o surgimento de novos materiais e estudos.

Até o momento em que a presente revisão bibliográfica foi finalizada, a década de 2020 já registrava 16 artigos publicados com gastrópodes, e 36 artigos com bivalves, o que representa respectivamente 20,78% e 29,03% do número de trabalhos publicados com os mesmos grupos na década de 2010 (Figura 4).

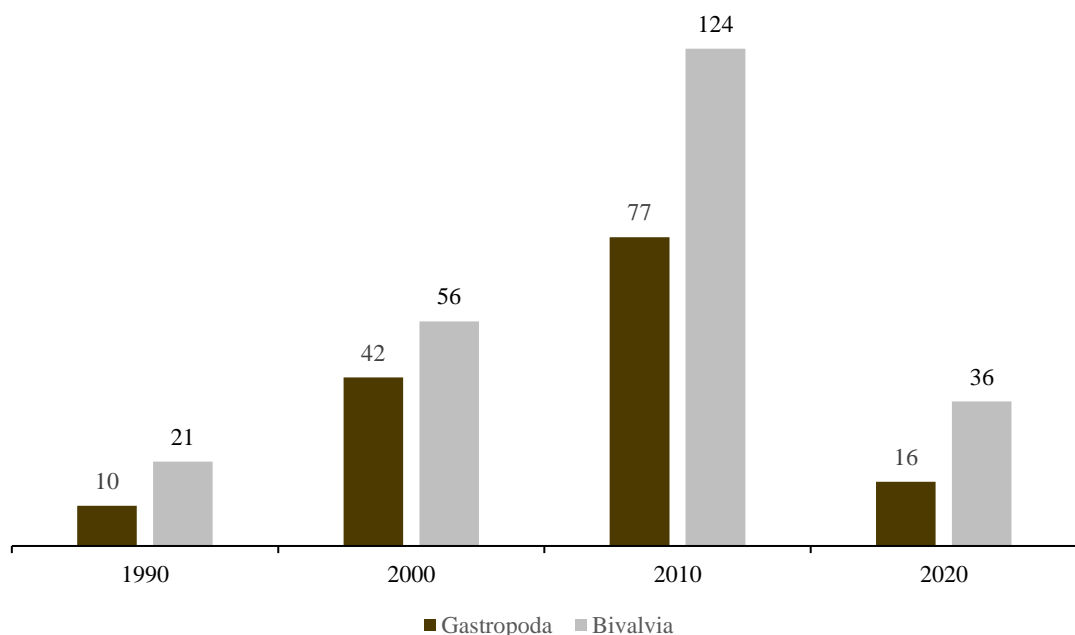


Figura 4. Cronologia de artigos publicados dentro da plataforma Web of Science utilizando bivalves e gastrópodes de água doce. Fonte: Elaborada pela autora.

Tratando-se da procedência dos animais utilizados nos estudos, foi possível observar uma tendência de coleta de bivalves para a realização dos experimentos em detrimento da criação destes animais em laboratório (Figura 5). Somente 7 estudos, correspondente a 3%, entre os 237 selecionados, realizaram a criação dos bivalves em laboratório. Já para gastrópodes, o número de estudos com animais coletados foi similar aos estudos com animais criados em laboratório.

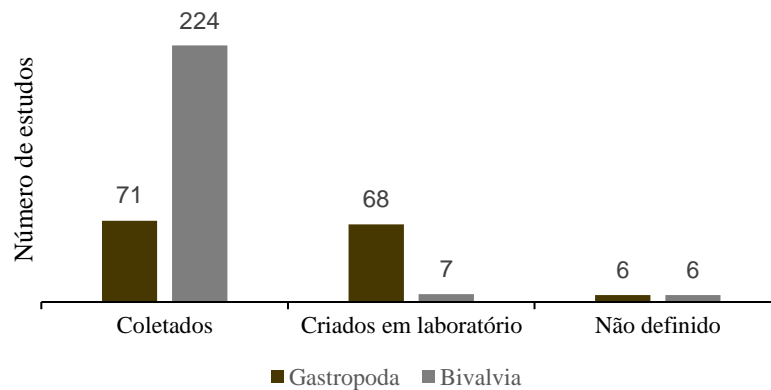


Figura 5. Procedência dos animais utilizados nos estudos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce. Fonte: Elaborada pela autora.

Tal tendência pode ser justificada por um tipo de interação de parasitismo entre larvas de bivalves de água doce pertencentes a ordem Unionoida e peixes. Essas larvas, denominadas gloquídias, infectam brânquias e outros órgãos de peixes e permanecem fixadas no animal até completarem sua metamorfose em juvenis (CUNJAK & MCGLADDERY, 1991; WATTERS & O'DEE, 1999). A realização desse processo de forma artificial também exige uma série de cuidados. Por exemplo, o estudo de Howard (1917) que simulou a infecção de gloquídias de *Quadrula ebeus* de forma artificial em peixes como hospedeiros capturados do ambiente. No momento da captura destes animais para posterior transferência em um lago artificial, até que as gloquídias realizassem sua metamorfose, os peixes tiveram morte imediata logo no momento de sua captura. O autor atribuiu este acontecimento à falta de oxigênio e ao aumento do dióxido de carbono, superando a capacidade de recuperação dos animais e causando os óbitos.

Um estudo recente é o de Kondo, Ito e Senge (2015), que selecionaram 12 táxons de peixes para realizar a infecção artificial com gloquídias, e a maior taxa de metamorfose obtida foi de 23,5% utilizando-se hospedeiros da espécie *Rhinogobius umineus*. Com *Carassius sp.*, 91,2% das gloquídias abandonaram seus hospedeiros antes de completar sua metamorfose. Esse resultado demonstra que o hospedeiro deve possuir uma aptidão para que o processo de infecção seja bem-sucedido.

Assim, um estudo em laboratório com esta ordem de bivalves é complexo, pois esse processo envolve a criação e a manutenção de outros animais como os peixes. Os peixes são vulneráveis as condições ambientais e a situação a que são submetidos constitui uma fonte de estresse resultante da ação de estímulos intrínsecos com alteração da homeostase, ou seja, provocando um desequilíbrio do organismo (WANDEELAR-BONGA, 1997).

Ademais, dentre as 50 espécies utilizadas como bioindicadores nos estudos, somente uma espécie de Bivalvia, *Crassostrea gigas*, possui protocolo para utilização em testes de toxicidade realizado pela OECD (2010). Já para Gastropoda, de 65 espécies utilizadas, somente *Potamopyrgus antipodarum* e *Lymnaea stagnalis* possuem esse protocolo.

No que se refere aos biomarcadores, os mais utilizados foram os de exposição, aplicados em 221 estudos, o que representa 57,85%. Em seguida encontram-se os marcadores bioquímicos, com 155 aplicações, 40,58%. Os marcadores menos utilizados foram os marcadores fisiológicos e ecológicos, presentes respectivamente em 28 e 15 estudos, 7,33% e 3,93%, respectivamente (Figura 6).

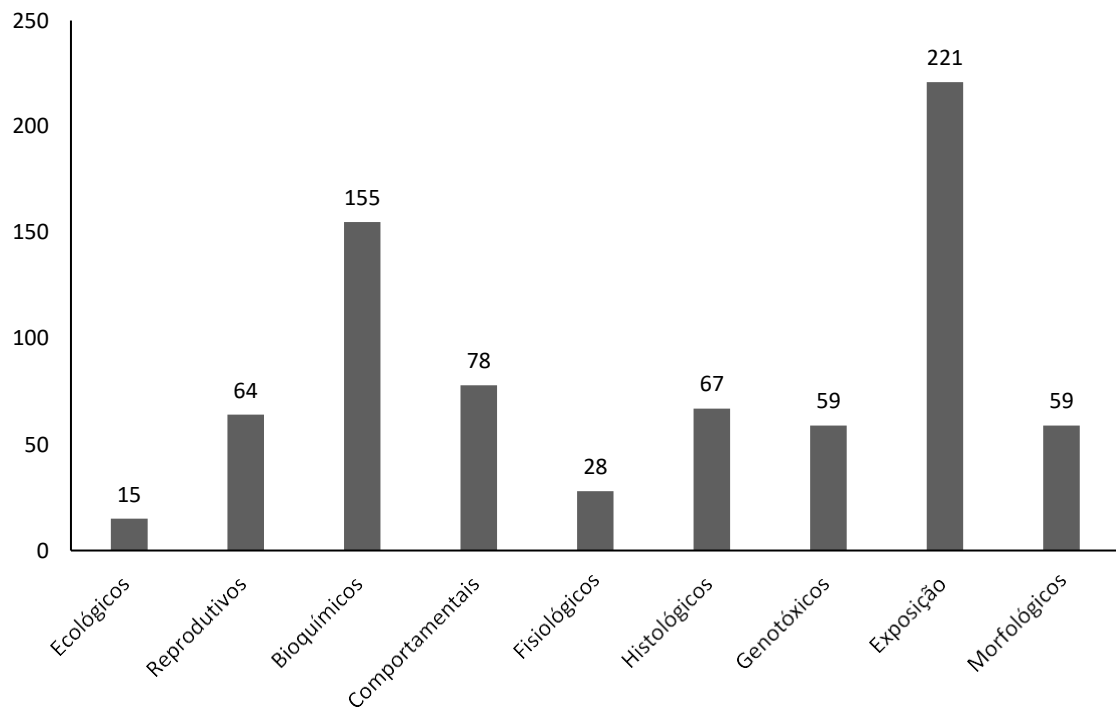


Figura 6. Frequência de utilização de marcadores biológicos nos estudos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce. Fonte: Elaborada pela autora.

Os biomarcadores bioquímicos representam uma alternativa rápida se comparada a outros biomarcadores e podem ser usados em várias etapas de avaliação de risco ambiental identificando precocemente os efeitos tóxicos dos xenobióticos (VAN DER OOST, BEYER & VERMEULEN, 2003), e podem explicar, em parte, o maior número de artigos publicados. Entretanto, esta análise demanda recursos financeiros além de uma infraestrutura adequada para sua realização. Enquanto que os estudos com marcadores ecológicos, como por exemplo o crescimento populacional, são idealmente realizados *in situ*, para que estejam presentes todos os parâmetros que influenciam a ocorrência daquela população naturalmente; no entanto, tais estudos demandam saídas de campo, o que pode ser altamente dispendioso (WALKER *et al.*, 2001), além do tempo exigido nesse estudo para avaliação do crescimento populacional, por exemplo. Uma alternativa para a realização desses estudos *ex situ* é a criação de ecossistemas artificiais, que podem ser denominados microcosmos ou mesocosmos, de acordo com o tamanho desses sistemas (CAQUET, LAGADIC & SHEFFIELD, 2000, CADMUS *et al.*, 2016) e fornecem um suplemento biologicamente razoável para testes ecotoxicológicos em instalações de pesquisa. Entretanto, a aplicação desse método também pode ser custosa e altamente trabalhosa.

A avaliação de parâmetros bioquímicos permite entender os efeitos de xenobióticos sobre os organismos aquáticos e até mesmo para a saúde humana, uma vez que a água é um recurso vital (LIVINGSTONE, 1993, 2003). Os biomarcadores bioquímicos como os níveis de

antioxidantes (enzimáticos e não-enzimáticos) têm sido frequentemente utilizados em estudos sobre contaminação ambiental (LIVINGSTONE, 2003), pois estão entre as primeiras respostas dos organismos aos contaminantes. Os três marcadores bioquímicos mais utilizados verificados nesta revisão foram as enzimas envolvidas no combate ao estresse oxidativo, tais como a catalase (CAT) e a superóxido dismutase (SOD) e a enzima envolvida no metabolismo de desintoxicação de xenobióticos, a glutathione S-transferase (GST). Estes biomarcadores foram relatados em respectivamente 61, 48 e 58 estudos. O estresse oxidativo ocorre quando há a produção de radicais livres em excesso, principalmente na presença de xenobióticos, e esse fenômeno pode causar a ocorrência de peroxidação lipídica (LPO), que também é um dos marcadores bioquímicos mais utilizados (COGO *et al.*, 2009; DA SILVA, DE FREITAS & RODRIGUES, 2019; VELLOSA *et al.*, 2021).

Os biomarcadores histopatológicos permitem visualizar os efeitos da exposição a vários compostos químicos e são ferramentas importantes na avaliação de características sanitárias em peixes (VAN DER OOST, BEYER & VERMEULEN, 2003). No presente estudo, o marcador histológico mais utilizado (44,78%) foram as alterações histopatológicas, aplicadas em 30 estudos. Embora essa técnica apresente facilidade e rapidez na sua aplicação em vários órgãos, notou-se a falta de especificidade dos tecidos analisados em diversos estudos, sendo estes frequentemente assinalados como “tecidos moles”, o que pode comprometer as análises dos resultados e a reprodutibilidade do estudo por outros pesquisadores. De acordo com Brown e Lydeard (2010), as partes moles dos gastrópodes são separadas em cabeça, pé, massa visceral e manto, demonstrando quão ambígua a aplicação do termo "tecidos moles" pode ser.

No que se refere a presença e classes de xenobióticos no ambiente, ao todo foram identificados 262 xenobióticos nos estudos, e estes foram separados em 31 classificações (Apêndice B). Os xenobióticos mais frequentes foram os agroquímicos, presentes em 71 estudos. Em seguida, os compostos classificados como "outros" foram identificados em 62 estudos. Os metais e suas variações (metais de transição, metais alcalinos, metais alcalinoterrosos e metaloides) foram encontrados em 29 estudos, e os medicamentos foram utilizados em 26 estudos.

Os xenobióticos mais decorrentes nos estudos foram os metais, utilizados 199 vezes isoladamente ou em combinação com outros compostos; em seguida, os agroquímicos foram os compostos mais utilizados, com 140 aplicações. Os metais de transição foram aplicados 110 vezes, e os xenobióticos enquadrados na categoria "outros" foram aplicados 101 vezes; dentre os xenobióticos dessa categoria, encontram-se o tabaco, as nanopartículas de prata e as fibras de carbono. Os xenobióticos menos utilizados foram os anabolizantes, anticoagulantes,

canabinóides, conservantes, fluorosurfactante, halogênios, metais inorgânicos e plastificantes, com apenas uma citação cada (Figura 7).

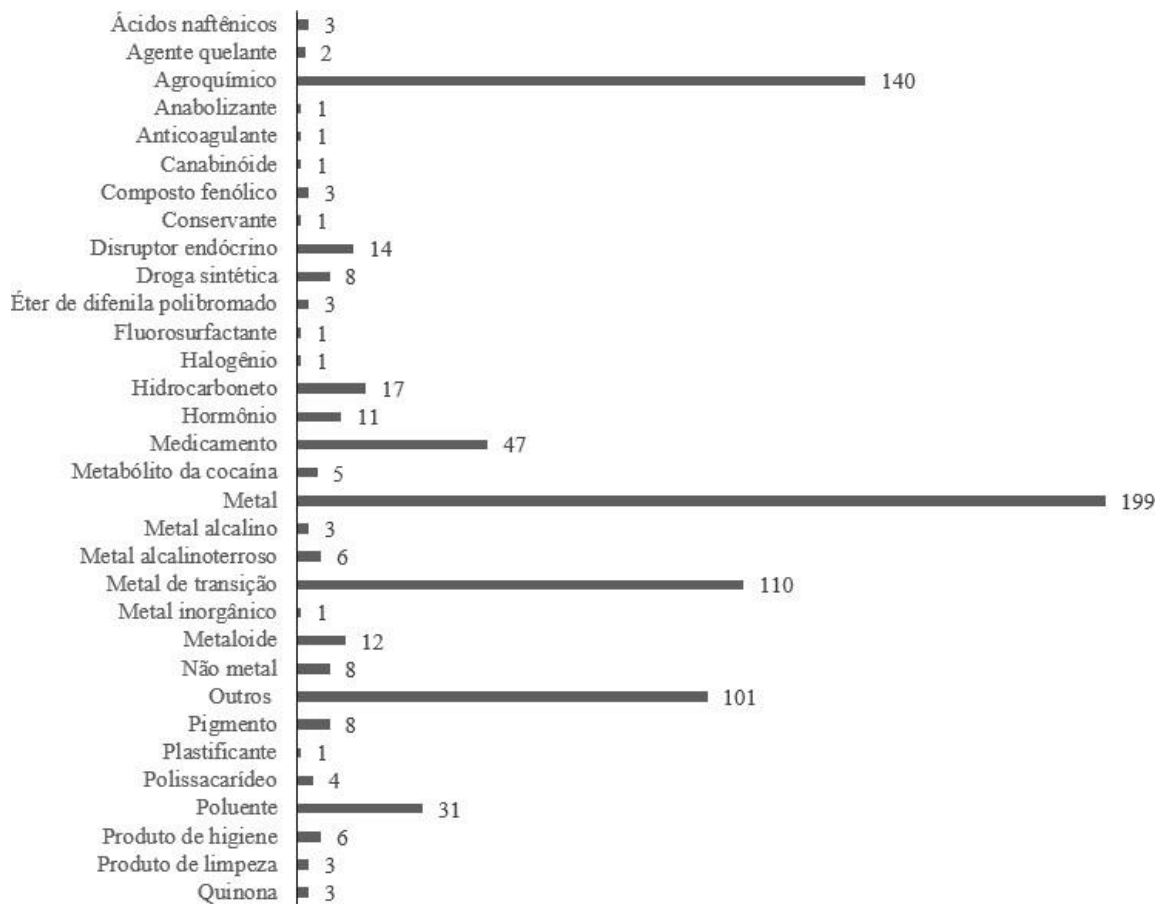


Figura 7. Frequência de aplicação dos xenobióticos utilizados nos estudos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce. Fonte: Elaborada pela autora.

Devido a maior ocorrência de agroquímicos e metais nos estudos, optou-se por realizar um enfoque nessas classificações de xenobióticos; os artigos contendo tais classificações foram selecionados em tabelas (Apêndice C), e o restante dos artigos obtidos no levantamento foram descartados.

O menor número de artigos com determinados compostos não permite afirmar que tais xenobióticos não são estudados, mas sim que provavelmente os bivalves e/ou gastrópodes não são utilizados com frequência para avaliar o composto químico, por exemplo, como os estudos realizados com peixes. Para obter um comparativo com peixes, realizou-se um levantamento na base de dados WOS, similarmente ao levantamento realizado anteriormente com os gastrópodes e bivalves; a pesquisa abrangeu os anos de 1945 a 2021 e foram selecionados o bromo, da classe dos halogênios, e a trembolona, da classe dos anabolizantes. A escolha foi feita devido a ambas as classes de xenobióticos terem registrado apenas uma única citação cada na presente revisão

com bivalves e gastrópodes de água doce. O peixe-zebra (*Danio rerio*) foi a espécie utilizada, uma vez que é um vertebrado amplamente utilizado como bioindicador em estudos de monitoramento ambiental (BAMBINO & CHU, 2017). Como palavras-chave, foram utilizadas o nome da espécie seguido por “bromine toxic*” e “trenbolone toxic*”. A pesquisa apresentou para o bromo, 8 resultados, enquanto para a trembolona, foram encontradas 25 correspondências. Em seguida, as palavras-chave foram mantidas, alterando apenas o nome da espécie, que foi substituído pelo nome da classe “Actinopterygii”; no entanto, para ambas as pesquisas não se obteve nenhum resultado. Esses resultados confirmam a escassez de estudos em relação aos dois compostos, contudo mostraram também um maior número de estudos em peixes em comparação com moluscos de água doce.

É importante destacar também que de acordo com o U.S. Geological Survey (2021) no ano de 2020 foram produzidas mundialmente 2,4 milhões de toneladas de ferro, 2,5 milhões de toneladas de níquel, 65 mil toneladas de alumínio, 20 mil toneladas de cobre, 23 mil toneladas de cádmio e 4,4 mil toneladas de chumbo. Se compararmos a produção mundial de alumínio no ano de 1995, que atingiu a marca de 19,3 mil toneladas (USGS, 1996), a exploração desse metal aumentou em aproximadamente 242% até 2020. Dessa forma, torna-se evidente o constante crescimento das explorações minerais a nível global, e o concomitante crescimento da contaminação dos recursos hídricos causados por essas atividades.

Tratando-se da utilização de agroquímicos, esta intensifica-se na década de 1960 com a chamada Revolução Verde, que apresentou como objetivo solucionar o problema mundial da fome. Para isso, buscou-se aumentar a produção agrícola através da junção de maquinarias potentes, fertilizantes e outros implementos agrícolas, além da utilização de sementes geneticamente modificadas que apresentassem maior resistência a pragas e doenças (SERRA *et al.*, 2016). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) no ano de 1990 foram usadas aproximadamente 2,3 toneladas de pesticidas mundialmente, enquanto esse valor no ano de 2019 foi de 4,1 toneladas, representando um aumento de cerca de 78% do uso mundial desses compostos. A FAO considera pesticidas como inseticidas, herbicidas, fungicidas, reguladores de crescimento de plantas e rodenticidas (FAO, 2021).

4 CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, foi possível quantificar as publicações de artigos em ecotoxicologia com bivalves e gastrópodes de água doce por continente. No entanto, não há informações suficientes para justificar a discrepância numérica entre alguns continentes. Sugere-se a realização de uma análise detalhada acerca dos aspectos socioeconômicos dessas localidades, com enfoque na verba destinada à ciência e tecnologia para cada país.

Os marcadores bioquímicos foram utilizados em 40,58% dos estudos levantados, e tal resultado pode ser atribuído ao tempo de resposta desses biomarcadores, considerado como rápido se comparado a outros biomarcadores. Os marcadores ecológicos foram os menos utilizados, presentes em 3,93% dos estudos, e acredita-se que os fatores determinantes para esse número reduzido sejam os recursos e tempo necessários para a realização de estudos ecológicos, que podem ser altamente custosos e levar um tempo maior para se obter resultados.

A existência de somente três protocolos para utilização em testes de toxicidade realizado pela OECD, sendo um para bivalves (*Crassostrea gigas*) e dois para gastrópodes (*Potamopyrgus antipodarum* e *Lymnaea stagnalis*), torna evidente a necessidade da criação de novos protocolos para a utilização de moluscos de água doce em tais testes, de forma a garantir a reprodutibilidade desses estudos. Sugere-se também adotar como prioridade as espécies de gêneros citados como mais frequentes nos estudos já existentes.

Uma hipótese para o maior número de estudos com agroquímicos e metais é que esses compostos são altamente utilizados a nível mundial, e esse uso encontra-se em constante ascensão, e está diretamente relacionado à contaminação de recursos hídricos. Além disso, alguns metais e agroquímicos possuem capacidade de bioacumulação, permitindo que estes compostos permaneçam nas cadeias alimentares de organismos aquáticos.

Por fim, embora tenha-se obtido uma quantidade representativa de artigos com a metodologia utilizada, sugere-se a utilização de diferentes palavras-chave na pesquisa, como por exemplo a aplicação de termos abrangentes como “snail”, “mussel”, “clams” entre outros.

REFERÊNCIAS

- ABD ALLAH, A. T.; WANAS, M. Q. A.; THOMPSON, S. N. Dissolved heavy metals, lead, cadmium and mercury, accumulate in the body of the schistosome vector, *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Pulmonata). **Journal of Molluscan Studies**, v. 69, p. 35,41, 2003.
- ACHARD-JORIS, M.; GONZALEZ, P.; MARIE, V.; BAUDRIMONT, M.; BOURDINEAUD, J. P. Cytochrome c oxydase subunit I gene is up-regulated by cadmium in freshwater and marine bivalves. **Biometals**, v. 19, p. 237–244, 2006.
- ÁCS, A.; IMRE, K.; KISS, G.; CSABA, J.; GYORI, J.; VEHOVSZKY, Á.; FARKAS, A. Evaluation of multixenobiotic resistance in dreissenid mussels as a screening tool for toxicity in freshwater sediments. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 68, n. 4, p. 707-717, 2015.
- AISEMBERG, J.; NAHABEDIAN, D. E.; WIDER, E. A.; GUERRERO, N. R. V. Comparative study on two freshwater invertebrates for monitoring environmental lead exposure. **Toxicology**, v. 210, p. 45-53, 2005.
- AKINDELE, E. O.; OLUTONA, G. O.; OYEKU, O. G.; ADENIYI, A. Assessment of two persistent bioaccumulative toxicants in the UNESCO protected river of Osun-Osogbo, Nigeria. **Ecological Processes**, v. 6, p. 2017.
- ALTUG, G.; OKGERMAN, H. Levels of some toxic elements in the surface sediment and some biota from the Sapanca Lake, Turkey. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 17, p. 1-5, 2008.
- AMATO, E. D.; WADIGE, C. P. M. M.; TAYLOR, A. M.; MAHER, W. A.; SIMPSON, S. L.; JOLLEY, D. F. Field and laboratory evaluation of DGT for predicting metal bioaccumulation

and toxicity in the freshwater bivalve *Hyridella australis* exposed to contaminated sediments.

Environmental Pollution, v. 243, part, B, p. 862-871, 2018.

ANDERSON, R. L.; OWENS, J. W.; TIMMS, C. W. The toxicity of purified cellulose in studies with laboratory animals. **Cancer Letters**, v. 63, n. 2, p.83-92, 1992.

ANSALDO, M.; NAHABEDIAN, D. E.; DI FONZO, C.; WIDER, E. A. Effect of cadmium, lead and arsenic on the oviposition, hatching and embryonic survival of *Biomphalaria glabrata*. **Science of the Total Environment**, v. 407, p. 1923-1928, 2009.

ARAÚJO, E.; FERREIRA, F. A “Fuga de Cérebros”: um discurso multidimensional. In ARAÚJO, E.; FONTES, M.; BENTO, S. Para um debate sobre mobilidade e fuga de cérebros. 1 ed. Braga: **CECS - Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade, Universidade do Minho**, 2013.

ARCHAMBAULT, J. M.; BERGERON, C. M.; COPE, W. G.; RICHARDSON, R. J.; HEILMAN, M. A.; COREY III, J. E.; NETHERLAND, M. D.; HEISE, R. J. Sensitivity of freshwater molluscs to hydrillatargeting herbicides: providing context for invasive aquatic weed control in diverse ecosystems. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 30, p. 335-348, 2015.

ARNOT, J. A.; GOBAS, F. A. P. C. A review of bioconcentration factor (BCF) and bioaccumulation factor (BAF) assessments for organic chemicals in aquatic organisms. **Environmental Reviews**, v. 14, n. 4, p. 257–297, 2006.

BACCHETA, R.; MANTECCA, P.; VAILATI, G. Oocyte degeneration and altered ovipository activity induced by paraquat in the freshwater snail *Physa fontinalis* (Gastropoda: Pulmonata). **Journal of Molluscan Studies**, v. 68, p. 181-186, 2002.

BAMBINO, K.; CHU, J. Zebrafish in Toxicology and Environmental Health. In SADLER, K. C. Zebrafish at the Interface of Development and Disease Research, 1 ed. **Academic Press**, 2017.

BATURO, W.; LAGADIC, L.; CAQUET, T. Growth, fecundity and glycogen utilization in *Lymnaea palustris* exposed to atrazine and hexachlorobenzene in freshwater mesocosms. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 14, p. 505-511, 1995.

BAUDRIMONT, M.; ANDRÈS, S.; METIVAUD, J.; LAPAQUELLERIE, Y.; RIBEYRE, F.; MAILLET, N.; LATOUCHE, C.; BOUDOU, A. Field transplantation of the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* along a polymetallic contamination gradient (river Lot, France): II. Metallothionein response to metal exposure. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 18, p. 2472-2477, 1999.

BAYONA, Y.; ROUCAUTE, M.; CAILLEAUD, K.; LAGADIC, L.; BASSÈRES, A.; CAQUET, T. Isotopic niche metrics as indicators of toxic stress in two freshwater snails. **Science of the Total Environment**, v. 484, p. 102-113, 2014.

BERGMANN, M.; SOBRAL, O.; PRATAS, J.; GRAÇA, M. A. S. Uranium toxicity to aquatic invertebrates: A laboratory assay. **Environmental Pollution**, v. 239, p. 359-366, 2018.

BERTHET, B.; AMIARD, J. C.; AMIARD-TRIQUET, C.; MARTOJA, M.; JEANTET, A. Y. Bioaccumulation, toxicity and physico-chemical speciation of silver in bivalve molluscs: ecotoxicological and health consequences. **Science of The Total Environment**, v. 125, n. 7, p. 97-122, 1992.

BIANCO, K.; OTERO, S.; OLIVER, A. B.; NAHABEDIAN, D.; KRISTOFF, G. Resistance in cholinesterase activity after an acute and subchronic exposure to azinphos-methyl in the

freshwater gastropod *Biomphalaria straminea*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.109, p. 85-92, 2014.

BIANCO, K.; YUSSEPPONE, M. S.; OTERO, S.; LUQUET, C.; MOLINA, M. C. R.; KRISTOFF, G. Cholinesterases and neurotoxicity as highly sensitive biomarkers for an organophosphate insecticide in a freshwater gastropod (*Chilina gibbosa*) with low sensitivity carboxylesterases. **Aquatic Toxicology**, v. 144-154, p. 25-35, 2013.

BIGOT, A.; MINGUEZ, L.; GIAMBÉRINI, L.; RODIUS, F. Early Defense Responses in the Freshwater Bivalve *Corbicula fluminea* Exposed to Copper and Cadmium: Transcriptional and Histochemical Studies. **Environmental Toxicology**, v. 26, n. 6, p. 623-632, 2011.

BINELLI, A.; RICCIARDI, F.; RIVA, C.; PROVINI, A. New evidences for old biomarkers: Effects of several xenobiotics on EROD and AChE activities in Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). **Chemosphere**, v. 62, p. 510-519, 2006.

BOURGEAULT, A.; GOURLAY-FRANCÉ, C.; TUSSEAU-VUILLEMIN, M. H. Modeling the effect of water chemistry on the bioaccumulation of waterborne cadmium in zebra mussels. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 29, p. 2182-2189, 2010.

BRAHMA, N.; GUPTA, A. Acute toxicity of lead in fresh water bivalves *Lamellidens jenkinsianus obesa* and *Parreysia (Parreysia) corrugata* with evaluation of sublethal effects on acetylcholinesterase and catalase activity, lipid peroxidation, and behavior. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 189, 2020.

BRINGOLF, R. B.; COPE, W. G.; BANHART, M. C.; MOSHER, S.; LAZARO, P. R.; SHEA, D. Acute and chronic toxicity of pesticide formulations (atrazine, chlorpyrifos, and permethrin) to glochidia and juveniles of *Lampsilis siliquoidea*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 26, p. 2101-2107, 2007.

BRINGOLF, R. B.; COPE, W. G.; EADS, C. B.; LAZARO, P. R.; BARNHART, M. C.; SHEA, D. Acute and chronic toxicity of technical-grade pesticides to glochidia and juveniles of freshwater mussels (Unionidae). **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 26, p. 2086-2093, 2007.

BRIX, K. V.; ESBAUGH, A. J.; GROSELL, M. The toxicity and physiological effects of copper on the freshwater pulmonate snail, *Lymnaea stagnalis*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part C**, v. 154, p. 261-267, 2011.

BRIX, K. V.; ESBAUGH, A. J.; MUNKEY, K. M; GROSELL, M. Investigations into the mechanism of lead toxicity to the freshwater pulmonate snail, *Lymnaea stagnalis*. **Aquatic Toxicology**, v. 106-107, p. 147-156, 2012.

BROWN, K. M.; LYDEARD, C. Mollusca: Gastropoda. In THORP, J. H.; COVICH, A. P. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. 3 ed. **Academic Press**, 2010.

BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. Invertebrados. 3 ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2018.

CACCIATORE, L. C. NEMIROVSKY, S. I.; GUERRERO, N. R. V.; COCHÓN, A. C. Azinphos-methyl and chlorpyrifos, alone or in a binary mixture, produce oxidative stress and lipid peroxidation in the freshwater gastropod *Planorbarius corneus*. **Aquatic Toxicology**, v. 167, p. 12-19, 2015.

CACCIATORE, L. C.; GUERRERO, N. R. V.; COCHÓN, A. C. Toxicokinetic and toxicodynamic studies of carbaryl alone or in binary mixtures with azinphos methyl in the freshwater gastropod *Planorbarius corneus*. **Aquatic Toxicology**, v. 199, p. 276-284, 2018.

CADMUS, P.; CLEMENTS, W. H.; WILLIAMSON, J. L.; RANVILLE, J.F.; MEYER, J.S.; GUTIÉRREZ GINÉS, M J. The use of field and mesocosm experiments to quantify effects of physical and chemical stressors in mining-contaminated streams. **Environmental Science & Technology**, v. 50, n. 14, p. 7825–7833, 2016.

CAMPOS, E. V. R.; OLIVEIRA, J. L.; FRACETO, L. F.; SINGH, B. Polysaccharides as safer release systems for agrochemicals. **Agronomy For Sustainable Development**, v. 35, n. 1, p. 47-66, 2015.

CANÉPA, A.; BASACK, S. B.; CAABÉ, N. B.; GUERRERO, N. R. V. Combined effects of technical grade fenitrothion, humic acids and particulate matter on cholinesterase activity in freshwater invertebrates. **Journal of Soils and Sediments**, v. 13, p. 775-782, 2013.

CAQUET, T.; LAGADIC, L.; SHEFFIELD, S. R. Mesocosms in Ecotoxicology (1): Outdoor Aquatic Systems. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 165, p. 1-38, 2000.

CAQUET, T.; THYBAUD, E.; LE BRAS, S.; JONOT, O.; RAMADE, F. Fate and biological effects of lindane and deltamethrin in freshwater mesocosms. **Aquatic Toxicology**, v. 23, p. 261-278, 1992.

CASCON, H. M.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Mollusca. In FRANZOSO, A.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Zoologia dos Invertebrados. 1 ed. Rio de Janeiro: **Roca**, 2017.

CAVALCANTI, A. D. Monitoramento da contaminação por elementos traço em ostras comercializadas em Recife, Pernambuco, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, n. 5, p. 1545-1551, 2003.

CENGİZ, E. I.; YILDIRIM, M. Z.; OTLUDİL, B.; ÜNLÜ, E. Histopathological effects of Thiodan® on the freshwater snail, *Galba truncatula* (Gastropoda, Pulmonata). **Journal of Applied Toxicology**, v. 25, p. 464-469, 2005.

CESCHIN, S.; BELLINI, A.; SCALICI, M. Aquatic plants and ecotoxicological assessment in freshwater ecosystems: a review. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 28, n. 5, p. 4975-4988, 2021.

CHAKRABORTY, S.; RAY, M.; RAY, S. Evaluation of phagocytic activity and nitric oxide generation by molluscan haemocytes as biomarkers of inorganic arsenic exposure. **Biomarkers**, v. 14, p. 539-546, 2009.

CHARLES, S.; DUCROT, V.; AZAM, D.; BENSTEAD, R.; BRETTSCHEIDER, D.; SCHAMPHELAERE, K.; GONÇALVES, F.; GREEN, J. W.; HOLBECH, H.; HUTCHINSON, T.; FABER, D.; LARANJEIRO, F.; MATTHIESSEN, P.; NORRGREN, L.; OEHLMANN, J.; REATEGUI-ZIRENA, E.; SEELAND-FREMER, A.; TEIGELER, M.; THOME, J-P.; KAPLON, M. T.; WELTJE, L.; LAGADIC, L. Optimizing the design of a reproduction toxicity test with the pond snail *Lymnaea stagnalis*. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 81, p. 47-56, 2016.

CHENEY, M. A.; CRIDDLE, R. S. Heavy metal effects on the metabolic activity of *Elliptio complanata*: A calorimetric method. **Journal of Environmental Quality**, v. 25, n. 2, p. 235-240, 1996.

CHENEY, M. A.; FIORILLO, R.; CRIDDLE, R. S. Herbicide and estrogen effects on the metabolic activity of *Elliptio complanata* measured by calorimetry. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology**, v. 118, n. 2, p. 159-164, 1997.

CHEUNG, C. C. C.; LAM, P. K. S. Effect of cadmium on the embryos and juveniles of a tropical freshwater snail, *Physa acuta* (Draparnaud, 1805). **Water Science & Technology**, v. 38, p. 263-270, 1998.

CHIOCCHETTI, G.; PIEDRA, C. J.; VÉLEZ, D.; VICENTRA, D. Metal(loid) contamination in seafood products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 17, p. 3715–3728, 2016.

CHMIST, J.; SZOSZKIEWICZ, K.; DROŹDŹYŃSKI, D. Behavioural Responses of *Unio tumidus* Freshwater Mussels to Pesticide Contamination. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 77, p. p. 32–442, 2019.

CIPARIS, S.; PHIPPS, A.; SOUCEK, D. J.; ZIPPER, C. E.; JONES, J. W. Effects of environmentally relevant mixtures of major ions on a freshwater mussel. **Environmental Pollution**, v. 207, 280-287, 2015.

COCHÓN, A. C.; DELLA PENA, A. B.; KRISTOFF, G.; PIOL, M. N.; DE VIALE, L. C. S. M.; GUERRERO, N. R. V. Differential effects of paraquat on oxidative stress parameters and polyamine levels in two freshwater invertebrates. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 68, p. 286-292, 2007.

COEURDASSIER, M.; DE VAUFLEURY, A. CRINI, N.; SCHEIFLER, R. Assessment of whole effluent toxicity on aquatic snails: Bioaccumulation of Cr, Zn, and Fe, and individual effects in bioassays. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 24, p. 198-204, 2005.

COEURDASSIER, M.; VAUFLEURY, A.; SCHEIFLER, R.; MORHAIN, E.; BADOT, P.-M. Effects of Cadmium on the Survival of Three Life-Stages of the Freshwater Pulmonate *Lymnaea stagnalis* (Mollusca: Gastropoda). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 72, 1083-1090, 2004.

COGO, A. J. D.; SIQUEIRA, A. F.; RAMOS, A. C.; CRUZ, Z. M. A.; SILVA, A. G. Utilização de enzimas do estresse oxidativo como biomarcadoras de impactos ambientais. **Natureza on line**, v. 7, n. 1, p. 37-42, 2009.

COMPANY, R.; SERAFIM, A.; LOPES, B.; CRAVO, A.; SHEPHERD, T. J.; PEARSON, G.; BEBIANNO, M. J. Using biochemical and isotope geochemistry to understand the environmental and public health implications of lead pollution in the lower Guadiana River, Iberia: A freshwater bivalve study. **Science of the Total Environment**, v. 405, p. 109-119, 2008.

CONFRARIA, H.; GODINHO, M. M. The impact of African science: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 102, n. 2, p. 1241–1268, 2014.

CONNERS, D. E.; BLACK, M. C. Evaluation of Lethality and Genotoxicity in the Freshwater Mussel *Utterbackia imbecillis* (Bivalvia: Unionidae) Exposed Singly and in Combination to Chemicals Used in Lawn Care. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 46, p. 362-371, 2004.

CORTET, J.; GOMOT-DE VAUFLERY, A.; POINSOT-BALAGUER, N.; GOMOT, L.; TEXIER, C.; CLUZEAU, D. The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. **European Journal of Soil Biology**, v. 35, n. 3, p. 115-134, 1999.

COSSI, P. F.; BEVERLY, B.; CARLOS, L.; KRISTOFF, G. Recovery study of cholinesterases and neurotoxic signs in thenon-target freshwater invertebrate *Chilina gibbosa* after an acuteexposure to an environmental concentration of azinphos-methyl. **Aquatic Toxicology**, v. 167, p. 248-256, 2015.

COSSI, P. F.; HEBERT, L. T.; YUSSEPPONE, M. S.; PÉREZ, A. F.; KRISTOFF, G. Toxicity evaluation of the active ingredient acetamiprid and a commercial formulation (Assail® 70) on

the non-target gastropod *Biomphalaria straminea* (Mollusca: Planorbidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 192, 2020.

COSSI, P. F.; HERBERT, L. T.; YUSSEPPONE, M. S.; PÉREZ, A. F.; KRISTOFF, G. Environmental concentrations of azinphos-methyl cause different toxic effects without affecting the main target (cholinesterases) in the freshwater gastropod *Biomphalaria straminea*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 162, p. 281, 295, 2018.

COSSU, C.; DOYOTTE, A.; BABUT, M.; EXINGER, A.; VASSEUR, P. Antioxidant biomarkers in freshwater bivalves, *Unio tumidus*, in response to different contamination profiles of aquatic sediments. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 45, p. 106, 121, 2000.

COSSU, C.; DOYOTTE, A.; JACQUIN, M. C.; BABUT, M.; EXINGER, A.; VASSEUR, P. Glutathione Reductase, Selenium-Dependent Glutathione Peroxidase, Glutathione Levels, and Lipid Peroxidation in Freshwater Bivalves, *Unio tumidus*, as Biomarkers of Aquatic Contamination in Field Studies. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 38, n. 2, p. 122-131, 1997.

COSTA, P. M.; SANTOS, H. M.; PERES, I.; COSTA, M. H.; ALVES, S.; CAPELO-MARTINEZ, J. L.; DINIZ, M. S. Toxicokinetics of Waterborne Trivalent Arsenic in the Freshwater Bivalve *Corbicula fluminea*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 57, p. 338-347, 2009.

COUILLARD, Y.; CAMPBELL, P. G. C.; PELLERIN-MASSICOTE, J.; AUCLAIR, J. C. Field transplantation of a freshwater bivalve, *Pyganodon grandis*, across a metal contamination gradient. II. Metallothionein response to Cd and Zn exposure, evidence for cytotoxicity, and links to effects at higher levels of biological organization. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 52, n. 4, p. 703-715, 1995.

COUILLARD, Y.; CAMPBELL, P. G. C.; TESSIER, A. Response of metallothionein concentrations in a freshwater bivalve (*Anodonta grandis*) along an environmental cadmium gradient. **Limnology and Oceanography**, v. 38, n. 2, p. 299-313, 1993.

CRESPO, E. B.; PEREYRA, P. J.; SILVESTRO, A.; HIDALGO, K.; ROSSINI, G. B. Acute Toxicity of Cd²⁺, Cr⁶⁺, and Ni²⁺ to the Golden Mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 104, p. 748-754, 2020.

CRICHTON, C. A.; CONRAD, A. U.; BAIRD, D. J. Assessing stream grazer response to stress: a post-exposure feeding bioassay using the freshwater snail *Lymnaea peregra* (Müller). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 75, p. 564-570, 2004.

CROTEAU, M. N.; LUOMA, S. N. Delineating copper accumulation pathways for the freshwater bivalve *Corbicula* using stable copper isotopes. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 24, p. 2871-2878, 2005.

CROTEAU, M-N.; LUOMA, S. N. A Biodynamic Understanding of Dietborne Metal Uptake by a Freshwater Invertebrate. **Environmental Science & Technology**, v. 42, p. 1801-1806, 2008.

CROTEAU, M-N.; LUOMA, S. N. Predicting Dietborne Metal Toxicity from Metal Influxes. **Environmental Science & Technology**, v. 43, p. 4915-4921, 2009.

CROTEAU, M-N.; LUOMA, S. N.; PELLET, B. Determining metal assimilation efficiency in aquatic invertebrates using enriched stable metal isotope tracers. **Aquatic Toxicology**, v. 83, p. 116-125, 2007.

CROTEAU, M-N.; MISRA, S. K.; LUOMA, S. N.; VALSAMI-JONES, E. Silver Bioaccumulation Dynamics in a Freshwater Invertebrate after Aqueous and Dietary Exposures to Nanosized and Ionic Ag. **Environmental Science & Technology**, v. 45, p. 6600-6607, 2011.

- CRUZ-SANTIAGO, O.; ILIZALITURRI-HERNÁNDEZ, C. A.; MEJÍA-SAAVEDRA, J. J.; ESPINOSA-REYES, G.; AFARO-DE LA TORRE, M. C.; GONZÁLEZ-MILLE, D. J. Preliminary evaluation of enzymatic biomarkers in freshwater snails (*Pachychilus sp.*) of wetland "Ciénaga de Tamasopo", México. **Acta Biológica Colombiana**, v. 25, p. 255-264, 2020.
- CUMMINGS, K. S.; GRAF, D. L. Mollusca: Bivalvia. In THORP, J. H.; COVICH, A. P. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. 3 ed. **Academic Press**, 2010.
- CUNJAK, R. A.; MCGLADDERY, S. E. The parasite–host relationship of glochidia (Mollusca: Margaritiferidae) on the gills of young-of-the-year Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, n. 2, p. 353–358, 1991.
- CUPPEN, J. G. M.; CRUM, S. J. H.; VAN DER HEUVEL, H. H.; SMIDT, R. A.; VAN DER BRINK, P. J. Effects of a Mixture of Two Insecticides in Freshwater Microcosms: I. Fate of Chlorpyrifos and Lindane and Responses of Macroinvertebrates. **Ecotoxicology**, v. 11, p. 165-180, 2002.
- CUPPEN, J. G. M.; VAN DEN BRINK, P. J.; CAMPS, E.; UIL, K. F.; BROCK, T. C. M. Impact of the fungicide carbendazim in freshwater microcosms. I. Water quality, breakdown of particulate organic matter and responses of macroinvertebrates. **Aquatic Toxicology**, v. 48, p. 233-250, 2000.
- DA SILVA, C.; DE FREITAS, A. R.; RODRIGUES, A. G. Espécies Reativas e a Ação dos Antioxidantes. **Revista Saúde em Foco**, v. 11, p. 1456-1462, 2019.

DAUBERSCHIMIDT, C.; DIETRICH, D. R.; SCHLATTER, C. Toxicity of organophosphorus insecticides in the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* P. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 30, n. 3, p. 373-378, 1996.

DE OLIVEIRA, L. F.; SANTOS, C.; MARTINEZ, C. B. R. Biomarkers in the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* confined downstream a domestic landfill leachate discharge. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 14, p. 13931-13942, 2016.

DHARA, K.; SAHA, N. C.; MAITI, A. K. Studies on acute and chronic toxicity of cadmium to freshwater snail *Lymnaea acuminata* (Lamarck) with special reference to behavioral and hematological changes. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 35, p. 27326-27333, 2017.

DAMASCENO, E. P. **Toxicidade, toxicocinética e bioacumulação de cádmio e mercúrio nos microcrustáceos marinhos *Artemia sp.* e *Mysidopsis juniae***. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Fortaleza, 2016.

DINIZ, M. S.; SANTOS, H. M.; COSTA, P. M.; PERES, I.; COSTA, M. H.; CAPELO, J. L. Metallothionein responses in the Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) after exposure to trivalent arsenic. **Biomarkers**, v. 12, p. 589,598, 2007.

DOCQUIER, F. The brain drain from developing countries. **IZA World of Labor**, v. 31, p. 1-10, 2014.

DORGELO, J.; MEESTER, H.; VAN VELZEN, C. Effects of diet and heavy metals on growth rate and fertility in the deposit-feeding snail *Potamopyrgus jenkinsi* (Smith) (Gastropoda : Hydrobiidae). **Hydrobiologia**, v. 316, p. 199-210, 1995.

DOWNS, C. A.; DILLON JR, R. T.; FAUTH, J. E.; WOODLEY, C. M. A molecular biomarker system for assessing the health of gastropods (*Ilyanassa obsoleta*) exposed to natural and anthropogenic stressors. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 259, p. 189-214, 2001.

DOYOTTE, A.; COSSU, C.; JACQUIN, M. C.; BABUT, M.; VASSEUR, P. Antioxidant enzymes, glutathione and lipid peroxidation as relevant biomarkers of experimental or field exposure in the gills and the digestive gland of the freshwater bivalve *Unio tumidus*. *Aquatic Toxicology*, v. 39, n. 2, p. 93-110, 1997.

DUCROT, V.; COGNAT, C.; MONS, R.; MOUTHON, J.; GARRIC, J. Development of rearing and testing protocols for a new freshwater sediment test species: The gastropod *Valvata piscinalis*. **Chemosphere**, v. 62, p. 1272-1281, 2006.

DUCROT, V.; PÉRY, A. R. R.; LAGADIC, L. Modelling effects of diquat under realistic exposure patterns in genetically differentiated populations of the gastropod *Lymnaea stagnalis*. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, p. 3485-3494, 2010.

DVORAK, M.; SCHNEGG, R.; NIEDERWANGER, M.; PEDRINI-MARTHA, V.; LADURNER, P. LINDNER, M.; KREMSER, L.; LACKNER, R.; DALLINGER, R. Cadmium Pathways in Snails Follow a Complementary Strategy between Metallothionein Detoxification and Auxiliary Inactivation by Phytochelatins. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, 2020.

EL-GENDY, K. S.; GAD, A. F.; RADWAN, M. A. Physiological and behavioral responses of land molluscs as biomarkers for pollution impact assessment: A review. **Environmental Research**, v. 193, n. 110558, 2021.

ELIAS, D.; BERNOT, M. Effects of Individual and Combined Pesticide Commercial Formulations Exposure to Egestion and Movement of Common Freshwater Snails, *Physa acuta* and *Helisoma anceps*. **American Midland Naturalist**, v. 178, p. 97-111, 2017.

EL-SHEIKH, M. A.; HADIBARATA, T.; YUNIARTO, A.; SATHISHKUMAR, P.; ABDEL-SALAM, E. M.; ALATAR, A. A. Role of nanocatalyst in the treatment of organochlorine compounds - A review. **Chemosphere**, v. 268, n. 128873, 2021.

ETUK, E. U. I.; KING, R. P.; INA, M. K. Tissue elemental status of the freshwater clam, *Galatea paradoxa* (Donacidae) from the Cross River, Nigeria. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 39, p. 83-93, 2000.

FALFUSHYNSKA, H. I.; GNATYSHYNA, L. L.; STOLIAR, O. B. Effect of *in situ* exposure history on the molecular responses of freshwater bivalve *Anodonta anatina* (Unionidae) to trace metals. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 89, p. 73-83, 2013.

FALFUSHYNSKA, H. I.; GNATYSHYNA, L. L.; STOLIAR, O. B. *In situ* exposure history modulates the molecular responses to carbamate fungicide Tattoo in bivalve mollusk. **Ecotoxicology**, v. 22, p. 433-445, 2013.

FALFUSHYNSKA, H.; GNATYSHYNA, L.; STOLIAR, O.; MITINA, N.; SKOROKHODA, T.; FILYAK, Y.; ZAICHENKO, A.; STOIKA, R. Evaluation of biotargeting and ecotoxicity of Co²⁺-containing nanoscale polymeric complex by applying multi-marker approach in bivalve mollusk *Anodonta cygnea*. **Chemosphere**, v. 88, p. 925-936, 2012.

FAN, X.; WANG, P.; WANG, C.; HU, B.; WANG, X. Lead accumulation (adsorption and absorption) by the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* in sediments contaminated by TiO₂ nanoparticles. **Environmental Pollution**, v. 231, p. 712-721, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT - Pesticides Use. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>. Acesso em: nov. 2021.

FARIA, M.; LÓPEZ, M. A.; FERNÁNDEZ-SANJUAN, M.; LACORTE, S.; BARATA, C. Comparative toxicity of single and combined mixtures of selected pollutants among larval stages of the native freshwater mussels (*Unio elongatulus*) and the invasive zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). **Science of the Total Environment**, v. 408, p. 2452-2458, 2010.

FARRIS, J. L.; HASSEL, J. H. V. Freshwater Bivalve Ecotoxicology. 1 ed. New York, USA: SETAC, 2006.

FIDDER, B. N.; REÁTEGUI-ZIRENA, E. G.; OLSON, A. D.; SALICE, C. J. Energetic endpoints provide early indicators of life history effects in a freshwater gastropod exposed to the fungicide, pyraclostrobin. **Environmental Pollution**, v. 211, p. 183-190, 2016.

FIDDER, B. N.; REÁTEGUI-ZIRENA, E. G.; SALICE, C. J. Diet quality affects chemical tolerance in the freshwater snail *Lymnaea stagnalis*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 37, p. 1158-1167, 2018.

FOKINA, N. N.; SUKHOVOSKAJA, I. V.; VASIL'EVA, O. B.; NEMOVA, N. N. Changes in the Gill Lipid Composition of Freshwater Mussel *Anodonta cygnea* under the Influence of Copper in Various Concentrations. **Inland Water Biology**, v. 13, p. 655-663, 2020.

FOKINA, N.; VASIL'EVA, O.; SUKHOVSKAYA, I.; KURPE, S. Cd and Ni modulate fatty acid composition and oxidative status in the freshwater mussel *Anodonta cygnea*. **Toxicology and Environmental Health Sciences**, v. 12, 2020.

FORD, A. T.; HYETT, B.; CASSIDY, D.; MALYON, G. The effects of fluoxetine on attachment and righting behaviours in marine (*Gibbula unibilicalis*) and freshwater (*Lymnaea stagnalis*) gastropods. **Ecotoxicology**, v. 27, n. 4, p. 477-484, 2018.

FOURNIER, E.; TRAN, D.; DENISON, F.; MASSABUAU, J. C.; GARNIER-LAPLACE, J. Valve closure response to uranium exposure for a freshwater bivalve (*Corbicula fluminea*): Quantification of the influence of pH. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 23, p. 1108-1114, 2004.

FRAYSSE, B.; BAUDIN, J. P.; GARNIER-LAPLACE, J.; ADAM, C.; BOUDOU, A. Effects of Cd and Zn waterborne exposure on the uptake and depuration of Co-57, Ag-110m and Cs-134 by the Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) and the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) - whole organism study. **Environmental Pollution**, v. 118, p. 297-306, 2002.

FRITTS, A. L.; BANHART, M. C.; BRADLEY, M.; LIU, N.; COPE, W. G.; HAMMER, E.; BRINGOLF, R. B. Assessment of toxicity test endpoints for freshwater mussel larvae (glochidia). **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 33, p. 199-207, 2014.

GENG, N.; WANG, C.; WANG, P.; QI, N.; REN, L. Cadmium Accumulation and Metallothionein Response in the Freshwater Bivalve *Corbicula fluminea* Under Hydrodynamic Conditions. **Biological Trace Element Research**, v. 165, p. 222-232, 2015.

GERARD, C.; POULLAIN, V. Variation in the response of the invasive species *Potamopyrgus antipodarum* (Smith) to natural (cyanobacterial toxin) and anthropogenic (herbicide atrazine) stressors. **Environmental Pollution**, v. 138, p. 28-33, 2005.

GIGUÈRE, A.; COUILLARD, Y.; CAMPBELL, P. G. C.; PERCEVAL, O.; HARE, L.; PINEL-ALLOUL, B.; PELLERIN, J. Steady-state distribution of metals among metallothionein and other cytosolic ligands and links to cytotoxicity in bivalves living along a polymetallic gradient. **Aquatic Toxicology**, v. 64, p. 185-200, 2003.

GILLIS, P. L.; MITCHELL, R. J.; SCHWALB, A. N.; MCNICHOLS, K. A.; MACKIE, G. L.; WOOD, C. M.; ACKERMAN, J. D. Sensitivity of the glochidia (larvae) of freshwater mussels

to copper: Assessing the effect of water hardness and dissolved organic carbon on the sensitivity of endangered species. **Aquatic Toxicology**, v. 88, p. 137-145, 2008.

GIRARDELLO, F.; LEITE, C. C.; VILELLA, I. V.; MACHADO, M. S.; JUCHEM, A. L. M.; ROESCH-ELY, M.; FERNANDES, A. N.; SALVADOR, M.; HENRIQUES, J. A. P. Titanium dioxide nanoparticles induce genotoxicity but not mutagenicity in golden mussel *Limnoperna fortunei*. **Aquatic Toxicology**, v. 170, p. 223-228, 2016.

GIRAUD-BILLOUD, M.; VEGA, I. A.; WUILLOUD, R. G.; CLÉMENT, M. E.; CASTRO-VÁSQUEZ, A. Imposex and novel mechanisms of reproductive failure induced by tributyltin (TBT) in the freshwater snail *Pomacea canaliculata*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 32, p. 2365-2371, 2013.

GIUSTI, A.; DUCROT, V.; JOAQUIM-JUSTO, C.; LAGADIC, L. Testosterone levels and fecundity in the hermaphroditic aquatic snail *Lymnaea stagnalis* exposed to testosterone and endocrine disruptors. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 32, p. 1740-1745, 2013.

GIUSTI, A.; LAGADIC, L.; BARSÌ, A.; THOMÉ, J. P.; JOAQUIM-JUSTO, C.; DUCROT, V. Investigating apical adverse effects of four endocrine active substances in the freshwater gastropod *Lymnaea stagnalis*. **Science of the Total Environment**, V. 493, p. 147-155, 2014.

GOLDING, L. A.; TIMPERLEY, M. H.; EVANS, C. W. Non-lethal responses of the freshwater snail *Potamopyrgus antipodarum* to dissolved arsenic. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 47, p. 239-254, 1997.

GRACE, K. A.; POPONI, A.; AUTER, T. Copper and Zinc Accumulation by a Transplanted Bivalve, *Elliptio buckleyi*, in Freshwater Systems in Central Florida. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 20, p. 661-669, 2005.

GRAF, D. L.; CUMMINGS, K. S. A 'big data' approach to global freshwater mussel diversity (Bivalvia: Unionoida), with an updated checklist of genera and species. **Journal of Molluscan Studies**, v. 87, n. 1, 2021.

GRAY, J. S. Biomagnification in marine systems: the perspective of an ecologist. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, n. 1-12, p. 46-52, 2002.

GRIFFITH, M. B.; LAZORCHAK, J. M.; HARING, H. Uptake of Sulfate from Ambient Water by Freshwater Animals. **Water**, v. 12, p. 1-14, 2020.

GROSELL, M.; BRIX, K. V. High net calcium uptake explains the hypersensitivity of the freshwater pulmonate snail, *Lymnaea stagnalis*, to chronic lead exposure. **Aquatic Toxicology**, v. 91, p. 302-311, 2009.

GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220-232, 2013.

GUERRERO, N. R. V.; NAHABEDIAN, D. E.; WIDER, E. A. Analysis of some factors that may modify the bioavailability of cadmium and lead by *Biomphalaria glabrata*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 19, p. 2762-2768, 2000.

GUST, M.; BURONFOSSE, T.; GEFFARD, O.; COQUERY, M.; MONS, R.; ABBACI, K.; GIAMBERINI, L.; GARRIC, J. Comprehensive biological effects of a complex field poly-metallic pollution gradient on the New Zealand mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* (Gray). **Aquatic Toxicology**, v. 101, p. 100-108, 2011.

GUSTAFSON, K. D.; BELDEN, J. B.; BOLEK, M. G. The effects of the herbicide atrazine on freshwater snails. **Ecotoxicology**, v. 24, p. 1183-1197, 2015.

HABIB, M. R.; MOHAMED, A. H.; OSMAN, G. Y.; MOSSALEM, H. S.; EL-DIN, A. T. S.; CROLL, R. P. *Biomphalaria alexandrina* as a bioindicator of metal toxicity. **Chemosphere**, v. 157, p. 97-106, 2016.

HADDAWAY, N. R.; MACURA, B.; WHALEY, P.; PULLIN, A. S. ROSES Reporting standards for Systematic Evidence Syntheses: pro forma, flow-diagram and descriptive summary of the plan and conduct of environmental systematic reviews and systematic maps. **Environmental Evidence**, v. 7, n. 7, 2018.

HAI, Y. E.; BOHN, S.; SOUZA, M. M. Tolerance of native and invasive bivalves under herbicide and metal contamination: an ex vivo approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, p. 31198-31206, 2019.

HALLET, C. K. ATFIELD, A.; COMBER, S.; HUTCHINSON, H. Developmental toxicity of metaldehyde in the embryos of *Lymnaea stagnalis* (Gastropoda: Pulmonata) co-exposed to the synergist piperonyl butoxide. **Science of the Total Environment**, v. 543, p. 37-43, 2016.

HEBERT, L. T.; COSSI, P. F.; PAINEFILÚ, J. C.; GOÑALONS, C. M.; LUQUET, C. M.; KRISTOFF, G. Acute neurotoxicity evaluation of two anticholinesterasic insecticides, independently and in mixtures, and a neonicotinoid on a freshwater gastropod. **Chemosphere**, v. 265, 2021.

HOGAN, A. C.; VAN DAM, R. A.; HOUSTON, M. A.; HARFORD, A. J.; NOU, S. Uranium Exposure to the Tropical Duckweed *Lemna aequinoctialis* and Pulmonate Snail *Amerianna cumingi*: Fate and Toxicity. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 59, p. 204-215, 2010.

HOWARD, A. D. An Artificial Infection with Glochidia on the River Herring. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 46, n. 2, p. 93–100, 1917.

IBRAHIM, A. M.; AHMED, A. K.; BAKRY, F. A.; RABEI, I.; ABDEL-GHAFFAR, F. Toxicological impact of butralin, glyphosate-isopropylammonium and pendimethalin herbicides on physiological parameters of *Biomphalaria alexandrina* snails. **Molluscan Research**, v. 39, p. 224-233, 2019.

IUMMATO, M. M.; PIZARRO, H.; CATALDO, D.; DI FIORI, E.; AFONSO, M. S.; MOLINA, M. C. R.; JUÁREZ, A. B. Effect of glyphosate acid on biochemical markers of periphyton exposed in outdoor mesocosms in the presence and absence of the mussel *Limnoperna fortunei*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 36, p. 1775-1784, 2017.

JACOBSON, P. J.; NEVES, R. J.; CHERRY, D. S.; FARRIS, J. L. Sensitivity of glochidial stages of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) to copper. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, p. 2384-2392, 1997.

JARVIS, A. L.; BERNOT, M. J.; BERNOT, R. J. The effects of the psychiatric drug carbamazepine on freshwater invertebrate communities and ecosystem dynamics. **Science of the Total Environment**, v. 496, p. 461-470, 2014.

JAVANSHIR, A.; SHAPOORI, M.; MOËZZI, F. Impact of water hardness on cadmium absorption by four freshwater mollusks *Physa fontinalis*, *Anodonta cygnea*, *Corbicula fluminea* and *Dreissena polymorpha* from south Caspian Sea region. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 9, p. 763-767, 2011.

JING, W.; LANG, L.; LIN, Z.; LIU, N.; WANG, L. Cadmium bioaccumulation and elimination in tissues of the freshwater mussel *Anodonta woodiana*. **Chemosphere**, v. 219, p. 321-327, 2019.

JOACHIM, S.; ROUSSEL, H.; BONZOM, J-M.; THYBAUD, E.; MEBANE, C. A.; VAN DEN BRINK, P.; GAUTHIER, L. A long-term copper exposure in a freshwater ecosystem

using lotic mesocosms: Invertebrate community responses. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 9999, p. 2698-2714, 2017.

JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T.; ROSENBERG, D. M. Freshwater Biomonitoring Using Individual Organisms, Populations, and Species Assemblages of Benthic Macroinvertebrates. In ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. 1 ed. New York, NY, **Chapman & Hall**, 1993.

JOSEPH, S.; BENNET, C. J.; HOLMAN, E.; GILLIS, P. L.; SIBLEY, P. K.; PROSSER, R. S. Sensitivity of multiple life stages of 2 freshwater mussel species (Unionidae) to various pesticides detected in Ontario (Canada) surface waters. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 37, p. 2871-2880, 2018.

JOU, L. J.; CHEN, B. C.; CHEN, W. Y.; LIAO, C. M. Sensory determinants of valve rhythm dynamics provide in situ biodetection of copper in aquatic environments. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, p. 5374-5389, 2016.

JUAN, M. R. F. S.; CORTELEZZI, A.; ALBORNOZ, C. B.; LANDRO, S. M.; ARRIGHETTI, F.; NAJLE, R.; LAVARÍAS, S. M. L. Toxicity of pyrethroid cypermethrin on the freshwater snail *Chilina parchappii*: Lethal and sublethal effects. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 196, 2020.

KÁDAR, E.; SALÁNKI, J.; JUGDAOHSINGH, R.; POWELL, J. J.; MCCROHAN, C. R.; WHITE, K. N. Avoidance responses to aluminium in the freshwater bivalve *Anodonta cygnea*. **Aquatic Toxicology**, v. 55, p. 137-148, 2001.

KÁDAR, E.; SALÁNKI, J.; POWELL, J.; WHITE, K. N.; MCCROHAN, C. R. Effect of sublethal concentrations of aluminium on the filtration activity of the freshwater mussel *Anodonta cygnea* L. at neutral pH. **Acta Biologica Hungarica**, v. 53, p. 485-493, 2002.

KANG, Y. J. Metallothionein Redox Cycle and Function. **Experimental Biology and Medicine**, v. 231, n. 9, p. 1459–1467, 2006.

KAPPES, H.; HAASE, P. Slow, but steady: dispersal of freshwater molluscs. **Aquatic Sciences**, v. 74, p. 1-14, 2012.

KHAZRI, A.; SELLAMIB, B.; HANACHI, A.; DELLALI, M.; ELJARRAT, E.; BEYREM, H.; MAHMOUDI, E. Neurotoxicity and oxidative stress induced by permethrin in gills of the freshwater mussel *Unio ravoisieri*. **Chemistry and Ecology**, v. 33, p. 88-101, 2017.

KHOLODKEVICH, S. V.; SHAROV, A. N.; CHUIKO, G. M.; KUZNETSOVA, T. V.; GAPEEVA, M. V.; LOZHKINA, R. A. Quality Assessment of Freshwater Ecosystems by the Functional State of Bivalved Mollusks. **Water Resources**, v. 46, p. 249-257, 2019.

KHOO, K. S.; TAN, X.; SHOW, P. L.; PAL, P.; JUAN, J. C.; LING, T. C.; HO, S. H.; NGUYEN, T. H. P. Treatment for Landfill Leachate via Physicochemical Approaches: An Overview. **Chemical and Biochemical Engineering Quarterly**, v. 34, n. 1, 2020.

KHOMA, V.; GNATYSHYNA, L.; MARTINYUK, V.; MACKIV, T.; MISHCHENKO, L.; MANUSADZIANAS, L.; STOLIAR, O. Common and particular biochemical responses of *Unio tumidus* to herbicide, pharmaceuticals and their combined exposure with heating. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 208, 2021.

KIMBERLY, D.; SALICE, C. Interactive effects of contaminants and climate-related stressors: High temperature increases sensitivity to cadmium. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 32, p. 1337-1343, 2013.

KLEINHENZ, L. S.; NUGEGODA, D.; TRENFIELD, M. A.; VAN DAM, R. A.; HUMPHREY, C. L.; MOONEY, T. J.; HARFORD, A. J. Acute and chronic toxicity of

magnesium to the early life stages of two tropical freshwater mussel species. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 184, 2019.

KONDO, M.; ITO, K.; SENGE, M. Host Fish Species for Glochidia of *Anemina arcaeformis* Revealed by Artificial Infection Experiment. **Venus**, v. 73, n. 3-4, p. 127-162, 2015.

KOPRIVNIKAR, J.; WALTER, P. A. Effects of the herbicide atrazine's metabolites on host snail mortality and production of trematode cercariae. **Journal of Parasitology**, v. 97, p. 822-827, 2011.

KRISTOFF, G.; BARRIONUEVO, D. C.; CACCIATORE, L. C.; GUERRERO, N. R. V.; COCHÓN, A. C. In vivo studies on inhibition and recovery of B-esterase activities in *Biomphalaria glabrata* exposed to azinphos-methyl: Analysis of enzyme, substrate and tissue dependence. **Aquatic Toxicology**, v. 112–113, p. 19-26, 2012.

KRISTOFF, G.; CACCIATORE, L. C.; GUERRERO, N. V.; COCHÓN, A. C. Effects of the organophosphate insecticide azinphos-methyl on the reproduction and cholinesterase activity of *Biomphalaria glabrata*. **Chemosphere**, v. 84, p. 585-591, 2011.

KRISTOFF, G.; GUERRERO, N. V.; D'ANGELO, A. M. P.; COCHÓN, A. C. Inhibition of cholinesterase activity by azinphos-methyl in two freshwater invertebrates: *Biomphalaria glabrata* and *Lumbriculus variegatus*. **Toxicology**, v. 222, p. 185-194, 2006.

LABROT, F.; NARBONNE, J. F.; VILLE, P.; SAINT DENIS, M.; RIBERA, D. Acute toxicity, toxicokinetics, and tissue target of lead and uranium in the clam *Corbicula fluminea* and the worm *Eisenia fetida*: Comparison with the fish *Brachydanio rerio*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 36, n. 2, p.167-178, 1999.

LACERDA, L. D.; MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: uma análise das áreas críticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 173–190, 2008.

LAM, P. K. S.; YU, K. N.; NG, K. P.; CHONG, M. W. K. Cadmium uptake and depuration in the soft tissues of *Brotia hainanensis* (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae): A dynamic model. **Chemosphere**, v. 35, p. 2449-2461, 1997.

LE, T. T. Y.; GRABNER, D.; NACHEV, M.; PEIJNENBURG, W. J. G. M.; HENDRIKS, A. J.; SURES, B. Modelling copper toxicokinetics in the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, under chronic exposures at various pH and sodium concentrations. **Chemosphere**, v. 267, 2021.

LEGEAY, A.; ACHARD-JORIS, M.; BAUDRIMONT, M.; MASSABUAU, J. C.; BOURDINEAUD, J. P. Impact of cadmium contamination and oxygenation levels on biochemical responses in the Asiatic clam *Corbicula fluminea*. **Aquatic Toxicology**, v. 74, p. 242-253, 2005.

LI, D.; WANG, J.; PI, J.; YU, J.; ZHANG, T. Biota-sediment metal accumulation and human health risk assessment of freshwater bivalve *Corbicula fluminea* in Dongting Lake, China. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, p. 14951–14961, 2019.

LIAO, C. M.; JAU, S. F.; CHEN, W. Y.; LIN, C. M.; JOU, L. J.; LIU, C. W.; LIAO, V. H. C.; CHANG, F. J. Acute Toxicity and Bioaccumulation of Arsenicin Freshwater Clam *Corbicula fluminea*. **Environmental Toxicology**, v. 23, p. 702-711, 2008.

LIVINGSTONE, D. R. Biotechnology and pollution monitoring: Use of molecular biomarkers in the aquatic environment. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 57, n.3, p. 195-211, 1993.

LIVINGSTONE, D. R. Oxidative stress in aquatic organisms in relation to pollution and aquaculture. **Revue de Medecine Veterinaire**, v. 154, n. 6, p. 427-430, 2003.

LOAYZA-MURO, R.; ELÍAZ-LETTTS, R. Responses of the mussel *Anodontites trapesialis* (Unionidae) to environmental stressors: Effect of pH, temperature and metals on filtration rate. **Environmental Pollution**, v. 149, p. 209-215, 2007.

LOOISE, B. A. S.; HOLWERDA, D. A.; FOEKMA, E. M. Induction of glutathione S-transferase in the freshwater bivalve *Sphaerium corneum* as a biomarker for short-term toxicity tests? **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology**, v. 113, n. 1, p. 103-107, 1996.

LOPES-LIMA, M.; FREITAS, S.; PEREIRA, L.; GOUVEIA, E.; HINZMANN, M.; CHECA, A.; MACHADO, J. Ionic regulation and shell mineralization in the bivalve *Anodonta cygnea* (swan mussel) following heavy-metal exposure. **Canadian Journal of Zoology (Revue canadienne de zoologie)**, v. 90, n. 2, p. 267-283, 2012.

LOPES-LIMA, M.; MOURA, G.; PRATOOMCHAT, B.; MACHADO, J. Correlation between the morpho-cytohistochemistry of the outer mantle epithelium of *Anodonta cygnea* with seasonal variations and following pollutant exposure. **Marine and Freshwater Behaviour and Physiology**, v, 39, p. 235-243, 2006.

MA, T.; GONG, S.; ZHOU, K.; ZHU, C.; DENG, K.; LUO, Q.; WANG, Z. Laboratory culture of the freshwater benthic gastropod *Bellamyia aeruginosa* (Reeve) and its utility as a test species for sediment toxicity. **Journal of Environmental Sciences**, v. 22, p. 304-213, 2010.

MA, T.; WANG, M.; GONG, S. TIAN, B. Impacts of Sediment Organic Matter Content and pH on Ecotoxicity of Coexposure of TiO₂ Nanoparticles and Cadmium to Freshwater Snails *Bellamyia aeruginosa*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 72, p. 153-165, 2017.

MAGARA, G.; SANGSAWANG, A.; PASTORINO, P.; ODDON, S. B.; CALDARONI, B.; MENCONI, V.; KOVITVADHI, U.; GASCO, L.; MELONI, D.; DÖRR, A. J. M.; PREARO, M.; FEDERICI, E.; ELIA, A. C. First insights into oxidative stress and theoretical environmental risk of Bronopol and Detarox® AP, two biocides claimed to be ecofriendly for a sustainable aquaculture. **Science of the Total Environment**, v. 778, 2021.

MAGNI, S.; PAROLINI, M.; BINELLI, A. Sublethal effects induced by morphine to the freshwater biological model *Dreissena polymorpha*. **Environmental Toxicology**, v. 31, p. 58-67, 2016.

MAGNI, S.; PAROLINI, M.; TORRE, C. D.; OLIVEIRA, L. F.; CATANI, M.; GUZZINATI, R.; CAVAZZINI, A.; BINELLI, A. Multi-biomarker investigation to assess toxicity induced by two antidepressants on *Dreissena polymorpha*. **Science of the Total Environment**, v. 578, p. 452-459, 2017.

MALÉCOT, M.; GUÉVEL, B.; PINEAU, C.; HOLBECH, B. F.; BORMANS, M.; WIEGAND, C. Specific Proteomic Response of *Unio pictorum* Mussel to a Mixture of Glyphosate and Microcystin-LR. **Journal of Proteome Research**, v. 12, p. 5281–5292, 2013.

MARKICH, S. J. Influence of body size and gender on valve movement responses of a freshwater bivalve to uranium. **Environmental Toxicology**, v. 18, p. 126-136, 2003.

MARKICH, S. J. Sensitivity of the glochidia (larvae) of freshwater mussels (Bivalvia: Unionida: Hyriidae) to cadmium, cobalt, copper, lead, nickel and zinc: Differences between metals, species and exposure time. **Science of the Total Environment**, v. 601-602, p. 427-1436, 2017.

MARKICH, S. J.; BROWN, P. L.; JEFFREE, R. A. The use of geochemical speciation modelling to predict the impact of uranium to freshwater biota. **Radiochimica Acta**, v. 74, p. 321-326, 1996.

MARKICH, S. J.; BROWN, P. L.; JEFFREE, R. A.; LIM, R. P. The Effects of pH and Dissolved Organic Carbon on the Toxicity of Cadmium and Copper to a Freshwater Bivalve: Further Support for the Extended Free Ion Activity Model. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 45, p. 479-491, 2003.

MARKICH, S. J.; BROWN, P. L.; JEFFREE, R. A.; LIM, R. P. Valve movement responses of *Velesunio angasi* (Bivalvia: Hyriidae) to manganese and uranium: An exception to the free ion activity model. **Aquatic Toxicology**, v. 51, p. 155-175, 2000.

MARKICH, S. J.; JEFFREE, R. A. Absorption of divalent trace metals as analogues of calcium by Australian freshwater bivalves: an explanation of how water hardness reduces metal toxicity. **Aquatic Toxicology**, v. 29, n. 3-4, p. 257-290, 1994.

MARROCHI, M. N.; HUNT, L.; SOLIS, M.; SCALISE, A. M.; FANELLI, S. L.; BONETTO, C.; MUGNI, H. Land-use impacts on benthic macroinvertebrate assemblages in pampean streams (Argentina). **Journal of Environmental Management**, v. 279, n. 2, 2021.

MARTÍNEZ-PAZ, P.; MORALES, M; SÁNCHEZ-ARGÜELLO, P.; MORCILLO, G.; MARTÍNEZ-GUITARTE, J. L. Cadmium in vivo exposure alters stress response and endocrine-related genes in the freshwater snail *Physa acuta*. New biomarker genes in a new model organism. **Environmental Pollution**, v. 220, p. 1488-1497, 2017.

MASSON, S.; COUILLARD, Y.; CAMPBELL, P. G. C.; OSLEN, C.; PINEL-ALLOUL, B.; PERCEVAL, O. Responses of two sentinel species (*Hexagenia limbata*—mayfly; *Pyganodon*

grandis—bivalve) along spatial cadmium gradients in lakes and rivers in northwestern Québec.

Journal of Environmental Monitoring, v. 12, p. 143-158, 2010.

MILAM, C. D.; FARRIS, J. L. Risk identification associated with iron-dominated mine discharges and their effect upon freshwater bivalves. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 17, n. 8, p. 1611-1619, 1998.

MONSERRAT, J. M.; MARTÍNEZ, P. E.; GERACITANO, L. A.; AMADO, L. L.; MARTINS, C. M. G.; PINHO, G. L. L.; CHAVES, I. S.; FERREIRA-CRAVO, M.; VENTURA-LIMA, J.; BIANCHINI, A. Pollution biomarkers in estuarine animals: Critical review and new perspectives. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 146, n. 1-2, p. 221-234, 2007.

MØLLER, V.; FORBES, V. E.; DEPLEDGE, M. H. Influence of acclimation and exposure temperature on the acute toxicity of cadmium to the freshwater snail *Potamopyrgus antipodarum* (hydrobiidae). *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 13, p. 1519-1524, 1994.

MolluscaBase eds. 2021. **Molluscabase**. Disponível em: <http://www.molluscabase.org>. Acesso em: out. 2021. doi:10.14284/448

MOOLMAN, L.; VAN VUREN, J. H. J.; WEPENER, V. Comparative studies on the uptake and effects of cadmium and zinc on the cellular energy allocation of two freshwater gastropods. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 68, p. 443-450, 2007.

MÜEZZINOGLU, A. A Review of Environmental Considerations on Gold Mining and Production. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 33, n.1, p. 45–71, 2003.

MUNDHE, A. Y.; BHILWADE, H.; PANDIT, S. V. Genotoxicity and oxidative stress as biomarkers in fresh water mussel, *Lamellidens marginalis* (Lam.) exposed to monocrotophos.

Indian Journal of Experimental Biology, v. 54, p. 822-828, 2016.

MUSSALI-GALANTE, P.; TOVAR-SÁNCHEZ, E.; DEL CASTILLO, E. R. Biomarkers of exposure for assessing environmental metal pollution: from molecules to ecosystems. **Revista**

Internacional De Contaminacion Ambiental, v. 29, n. 1, p. 117-140, 2013.

NANDA, S.; BERRUTI, F. Municipal solid waste management and landfilling technologies:

a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 19, n. 2, p. 1433-1456, 2021.

NGO, H. T. T.; GERSTMANN, S.; FRANK, H. Subchronic effects of environment-like cadmium levels on the bivalve *Anodonta anatina* (Linnaeus 1758): I. Bioaccumulation, distribution and effects on calcium metabolism. **Toxicological & Environmental Chemistry**, v. 93, p. 1788-1801, 2011.

NGO, H. T. T.; GERSTMANN, S.; FRANK, H. Subchronic effects of environment-like cadmium levels on the bivalve *Anodonta anatina* (Linnaeus 1758): III. Effects on carbonic anhydrase activity in relation to calcium metabolism. **Toxicological & Environmental Chemistry**, v. 93, p. 1815-1825, 2011.

NOGAROL, L. R.; BROSSI-GARCIA, A. L.; FONTANETTI, C. S. Surface Morphology of *Diplodon expansus* (Küster, 1856; Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) Gill Filaments After Exposure to Environmentally Relevant Concentrations of Atrazine Herbicide. **Microscopy Research and Technique**, v. 75, p. 807-813, 2012.

NOGUEIRA, L. S.; WOOD, C. M.; GILLIS, P. L.; BIANCHINI, A. Isolation and fractionation of gill cells from freshwater (*Lasmigona costata*) and seawater (*Mesodesma mactroides*) bivalves for use in toxicological studies with copper. **Cytotechnology**, v. 65, p. 773-783, 2013.

NRC: Biological markers in environmental health research. Committee on Biological Markers of the National Research Council. **Environmental Health Perspectives**, v. 74, p. 3–9, 1987.

NUGROHO, A. P.; FRANK, H. Effects of copper on lipid peroxidation, glutathione, metallothionein, and antioxidative enzymes in the freshwater mussel *Anodonta anatina*. **Toxicological & Environmental Chemistry**, v. 94, p. 918-929, 2012.

OECD. Detailed review paper on mollusc life-cycle toxicity testing. **Environment, Health and Safety Publications**. Series on Testing and Assessment, n. 121, 2010.

OLIVEIRA, L. F.; CABRAL, M. T.; NASCIMENTO, C. B.; MAGNI, S.; BINELLI, A.; MARTINEZ, C. B. R. Single and Combined Effects of Zinc and Manganese on the Bivalve *Anodontites trapesialis*: Complementary Endpoints to Support the Hypothesis of Manganese Promoting Metabolic Suppression in Gills. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 38, p. 2480-2485, 2019.

OLIVEIRA, L. F.; CABRAL, M. T.; RISSO, W. E.; MARTINEZ, C. B. R. Single and combined effects of Zn, Mn and Fe on the Neotropical freshwater bivalve *Anodontites trapesialis*: Bioaccumulation and biochemical biomarkers. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 161, p. 735-745, 2018.

OLIVEIRA, P.; BARBOZA, L. G. A.; BRANCO, V.; FIGUEIREDO, N.; CARVALHO, C.; GUILHERMINO, L. Effects of microplastics and mercury in the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): Filtration rate, biochemical biomarkers and mercury bioconcentration. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 164, p. 155-163, 2018.

OLIVEIRA, S. S. A língua da ciência: Revista Pesquisa Fapesp. 282 ed. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-lingua-da-ciencia/>. Acesso em: 09 nov. 2021.

OLIVEIRA-FILHO, E. C.; GRISOLIA, C. K.; PAUMGARTTEN, J. R. Effects of endosulfan and ethanol on the reproduction of the snail *Biomphalaria tenagophila*: A multigeneration study. **Chemosphere**, v. 75, p. 398-404, 2009.

ONETO, M. L.; BASACK, S. B.; CASABÉ, N. B.; FUCHS, J. S.; KESTEN, E. M. Biological responses in the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* and the earthworm *Eisenia fetida* exposed to fenitrothion. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 14, p. 716-720, 2005.

OTERO, S.; KRISTOFF, G. In vitro and in vivo studies of cholinesterases and carboxylesterases in *Planorbarius corneus* exposed to a phosphorodithioate insecticide: Finding the most sensitive combination of enzymes, substrates, tissues and recovery capacity. **Aquatic Toxicology**, v. 180, p. 186-195, 2016.

PANDOLFO, T. J.; COPE, W. G.; ARELLANO, C. Thermal tolerance of juvenile freshwater mussels (Unionidae) under the added stress of copper. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 29, p. 691-699, 2010.

PAROLINI, M.; BINELLI, A.; COGNI, D.; RIVA, C.; PROVINI, A. An in vitro biomarker approach for the evaluation of the ecotoxicity of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). **Toxicology in Vitro**, v. 23, p. 935-942, 2009.

PAROLINI, M.; MAGNI, S.; CASTIGLIONI, S.; BINELLI, A. Amphetamine exposure imbalanced antioxidant activity in the bivalve *Dreissena polymorpha* causing oxidative and genetic damage. **Chemosphere**, v. 144, p. 207-213, 2016a.

PAROLINI, M.; MAGNI, S.; CASTIGLIONI, S.; BINELLI, A. Genotoxic effects induced by the exposure to an environmental mixture of illicit drugs to the zebra mussel. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 132, p. 26-30, 2016b.

PAROLINI, M.; MAGNI, S.; CASTIGLIONI, S.; ZUCATO, E.; BINELLI, A. Realistic mixture of illicit drugs impaired the oxidative status of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). **Chemosphere**, v. 128, p. 96-102, 2015.

PARRA, S.; VARANDAS, S.; SANTOS, D.; FÉLIX, L.; FERNANDES, L.; CABECINHA, E.; GAGO, J.; MONTEIRO, S. M. Multi-Biomarker Responses of Asian Clam *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidea) to Cadmium and Microplastics Pollutants. **Water**, v. 13, 2021.

PARRIS, K. Impact of Agriculture on Water Pollution in OECD Countries: Recent Trends and Future Prospects. **International Journal of Water Resources Development**, v. 24, n. 1, p. 33-52, 2011.

PATEL, D. K.; SEN, D. J. Xenobiotics: An Essential Precursor for Living System. **American Journal of Advanced Drug Delivery**, v. 1, p. 262-270, 2013.

PATRÍCIO-COSTA, P. Zoologia. 1 ed. Curitiba: **InterSaberes**, 2021.

PECHENIK, J, A. Biologia dos Invertebrados. 7 ed. Porto Alegre: **AMGH**, 2016.

PERCEVAL, I.; PINEL-ALLOUL, B.; MÉTHOT, G.; COUILLARD, Y.; GIGUÈRE, A.; CAMPBELL, P. G. C.; HARE, L. Cadmium accumulation and metallothionein synthesis in freshwater bivalves (*Pyganodon grandis*): relative influence of the metal exposure gradient versus limnological variability. **Environmental Pollution**, v. 118, p. 5-17, 2002.

PERCEVAL, O.; COUILLARD, Y.; PINEL-ALLOUL, B.; GIGUÈRE, A.; CAMPBELL, P. G. C. Metal-induced stress in bivalves living along a gradient of Cd contamination: relating sub-cellular metal distribution to population-level responses. **Aquatic Toxicology**, v. 69, p. 374-345, 2004.

PUTCHAKAYALA, S. M.; RAM, J. L. Toxic and excitatory effects of the molluscicide metaldehyde on the biofouling bivalve *Dreissena polymorpha* Pallas. **Pest Management Science**, v. 56, p. 39-42, 2000.

QUIAN, L.; WANG, S.; XU, D.; GUO, Y.; TANG, X.; WANG, L. Treatment of municipal sewage sludge in supercritical water: A review. **Water Research**, v. 89, p. 118-131, 2016.

REÁTEGUI-ZIRENA, E. G.; FIDDER, B. N.; OLSON, A. D.; DAWSON, D. E.; BILBO, T. R.; SALICE, C. J. Transgenerational endpoints provide increased sensitivity and insight into multigenerational responses of *Lymnaea stagnalis* exposed to cadmium. **Environmental Pollution**, v. 224, p. 572-580, 2017.

REÁTEGUI-ZIRENA, E. G.; FIDDER, B. N.; SALICE, C. J. A cost or a benefit? Counterintuitive effects of diet quality and cadmium in *Lymnaea stagnalis*. **Ecotoxicology**, v. 25, p. 1771-1781, 2016.

REÁTEGUI-ZIRENA, E. G.; FRENCH, A. D.; KLEIN, D. M.; SALICE, C. J. Cadmium Compartmentalization in the Pulmonate Snail *Lymnaea stagnalis*: Improving Our Understanding of Exposure. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 72, p. 575-585, 2017.

REIBER, L.; KNILLMANN, S.; FOIT, K.; LIESS, M. Species occurrence relates to pesticide gradient in streams. **Science of the Total Environment**, v. 735, n. 15, 2020.

REYNA, P. B.; ALBÁ, M. L.; RODRÍGUEZ, F. A.; GONZALEZ, M.; PEGORARO, C.; HUED, A. C.; TATIÁN, M.; BALLESTEROS, M. L. What does the freshwater clam, *Corbicula largillierti*, have to tell us about chlorothalonil effects? **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 208, 2021.

RIVADENEIRA, P. R.; AGRELO, M.; OTERO, S.; KRISTOFF, A. Different effects of subchronic exposure to low concentrations of the organophosphate insecticide chlorpyrifos in a freshwater gastropod. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 80, p. 82-88, 2013.

ROCHA, C. T.; SOUZA, M. M. The Influence of Lead on Different Proteins in Gill Cells From the Freshwater Bivalve, *Corbicula fluminea*, From Defense to Repair Biomarkers. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 62, p. 56-67, 2012.

RODIUS, F.; HAMMER, C.; VASSEUR, P. Use of RNA arbitrarily primed PCR to identify genomic alterations in the digestive gland of the freshwater bivalve *Unio tumidus* at a contaminated site. **Environmental Toxicology**, v. 17, p. 538-546, 2002.

ROESSINK, I.; BELGERS, J. D. M.; CRUM, S. J. H.; VAN DER BRINK, P. J.; BROCK, T. C. M. Impact of triphenyltin acetate in microcosms simulating floodplain lakes. II. Comparison of species sensitivity distributions between laboratory and semi-field. **Ecotoxicology**, v. 15, p. 411-424, 2006.

ROSA, I. C.; GARRIDO, R.; RÉ, A.; GOMES, J.; PEREIRA, J. L.; GONÇALVES, F.; COSTA, R. Sensitivity of the invasive bivalve *Corbicula fluminea* to candidate control chemicals: The role of dissolved oxygen conditions. **Science of the Total Environment**, v. 536, p. 825-830, 2015.

ROSÉS, N.; POQUET, M.; MUÑOZ, I. Behavioural and Histological Effects of Atrazine on Freshwater Molluscs (*Physa acuta* Drap. and *Ancylus fluviatilis* Müll. Gastropoda). **Journal of Applied Toxicology**, v. 19, p. 351-356, 1999.

ROTHMEIER, L. M.; MARTENS, A.; WATERMANN, B.; FEIBICKE, M.; KULLWATZ, J.; GERGS, R. Effects of Copper Ions on Non-target Species: A Case Study Using the Grazer

Theodoxus fluviatilis (Gastropoda: Neritidae). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 105, n. 2, p. 62-66, 2020.

RUSSO, J.; MADEC, L.; BREHÉLIN, M. Effect of a toxicant on phagocytosis pathways in the freshwater snail *Lymnaea stagnalis*. **Cell and Tissue Research**, v. 333, p. 1937-1946, 2008.

SALICE, C. J.; KIMBERLY, D. A. Environmentally relevant concentrations of a common insecticide increase predation risk in a freshwater gastropod. **Ecotoxicology**, v. 22, p. 42-49, 2013.

SALICE, C. J.; MILLER, T. J. Population-level responses to long-term cadmium exposure in two strains of the freshwater gastropod *Biomphalaria glabrata*: results from a life-table response experiment. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 22, p. 678-688, 2003.

SALICE, C. J.; MILLER, T. J.; ROESIADI, G. Demographic Responses to Multigeneration Cadmium Exposure in Two Strains of the Freshwater Gastropod, *Biomphalaria glabrata*. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 56, p. 785-795, 2009.

SALICE, C. J.; ROESIADI, G. Resistance to cadmium and parasite infection are inversely related in two strains of a freshwater gastropod. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 21, p. 1398-1403, 2002.

SAUVÉ, S.; BROUSSEAU, P.; PELLERIN, J.; MORIN, Y.; SENÉCAL, L.; GOUDREAU, P.; FOURNIER, M. Phagocytic activity of marine and freshwater bivalves: in vitro exposure of hemocytes to metals (Ag, Cd, Hg and Zn). **Aquatic Toxicology**, v. 58, p. 189-200, 2002.

SCHÖNE, B. R.; KRAUSE JR., R. A.; Retrospective environmental biomonitoring - Mussel Watch expanded. **Global And Planetary Change**, v. 144, p. 228-251, 2016.

SCHOONOVER, C. M.; WIEKER, J.; POPE, R.; BROWN, C.; COOPER, E.; DEWITT, J.; GUNSELMAN, S.; JENSEN, C.; STEVENS, W.; YRI, J.; NEZAT, C.; JOYNER-MATOS, J. Development of functional trait biomarkers for trace metal exposure in freshwater clams (*Musculium spp.*). **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 200, p. 21-34, 2016.

SCHULZ, R. Field Studies on Exposure, Effects, and Risk Mitigation of Aquatic Nonpoint-Source Insecticide Pollution. **Journal of Environment Quality**, v. 33, n. 2, p. 419-448, 2004.

SCHWARZENBACH, R. P.; EGLI, T.; HOFSTETTER, T. B.; VON GUNTEN, U.; WEHRLI, B. Global Water Pollution and Human Health. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 35, p. 109-136, 2010.

SHAN, Y.; YAN, S.; HONG, X.; ZHA, J.; QIN, J. Effect of imidacloprid on the behavior, antioxidant system, multixenobiotic resistance, and histopathology of Asian freshwater clams (*Corbicula fluminea*). **Aquatic Toxicology**, v. 218, 2020.

SHUHAIMI-OTHMAN, M.; NUR-AMALINA, R.; NADZIFAH, Y. Toxicity of Metals to a Freshwater Snail, *Melanoides tuberculata*. **The Scientific World Journal**, v. 2012, 2012.

SIMON, O.; GARNIER-LAPLACE, J. Kinetic analysis of uranium accumulation in the bivalve *Corbicula fluminea*: effect of pH and direct exposure levels. **Aquatic Toxicology**, v. 68, p. 95-108, 2004.

SIWELA, A. H.; NYATHI, C. B.; NAIK, Y. S. A comparison of metal levels and antioxidant enzymes in freshwater snails, *Lymnaea natalensis*, exposed to sediment and water collected from Wright Dam and Lower Mguza Dam, Bulawayo, Zimbabwe. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 73, p. 1728-1732, 2010.

SOUCEK, D. J.; DICKINSON, A.; KOCH, B. T. Acute and chronic toxicity of boron to a variety of freshwater organisms. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 30, p. 1906, 1914, 2011.

SPANN, N.; ALDRIDGE, D. C.; GRIFFIN, J. L.; JONES, O. A. H. Size-dependent effects of low level cadmium and zinc exposure on the metabolome of the Asian clam, *Corbicula fluminea*. **Aquatic Toxicology**, v. 105, p. 589-599, 2011.

STEWART, A. R. Accumulation of Cd by a freshwater mussel (*Pyganodon grandis*) is reduced in the presence of Cu, Zn, Pb, and Ni. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 56, p. 467-478, 1999.

STREIT, B. Bioaccumulation processes in ecosystems. **Experientia**, v. 4, n. 10, p. 955-970, 1992.

SUKHOVSKAYA, I. V.; BORVINSKAYA, E. V.; KOCHNEVA, A. A.; SLUKOVSKY, Z.; KURPE, S. R.; FOKINA, N. N. Antioxidant System Response of Freshwater Mussel *Anodonta cygnea* to Cadmium Exposure. **KnE Life Sciences**, v. 5, p. 450-467, 2020.

SVENDSEN, C.; WEEKS, J. M. The Use of a Lysosome Assay for the Rapid Assessment of Cellular Stress from Copper to the Freshwater Snail *Viviparus contectus* (Millet). **Marine Pollution Bulletin**, v. 31, p. 139-142, 1995.

TALLARICO, L. F. Freshwater gastropods as a tool for ecotoxicology assesments in Latin America. **American Malacological Bulletin**, v. 33, n. 2, p. 1-7, 2015.

TALLARICO, L. F.; BORRELY, S. I.; HAMADA, N.; GRAZEFTE, V. S.; OHLWEILER, F. P.; OKAZAKI, K.; GRANATELLI, A. T.; PEREIRA, I. W.; PEREIRA, C. A. B.; NAKANO, E. Developmental toxicity, acute toxicity and mutagenicity testing in freshwater snails

Biomphalaria glabrata (Mollusca: Gastropoda) exposed to chromium and water samples. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 110, p. 208-215, 2014.

TAYLOR, A. M.; EDGE, K. J.; UBRIHIEN, R. P.; MAHER, W. A. The freshwater bivalve *Corbicula australis* as a sentinel species for metal toxicity assessment: an in situ case study integrating chemical and biomarker analyses. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 36, p. 709-719, 2017.

TESSIER, L.; VAILLANCOURT, G.; PAZDERNIK, L. Laboratory study of Cd and Hg uptake by two freshwater molluscs in relation to concentration, age and exposure time. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 86, p. 347-357, 1996.

TIBBET, M.; GREEN, I.; RATE, A.; DE OLIVEIRA, V. H.; WHITAKER, J. The transfer of trace metals in the soil-plant-arthropod system. **Science Of The Total Environment**, v. 779, n. 146260, 2021.

TILLMANN, M.; SCHULTE-OEHLMANN, U.; DUFT, M.; MARKERT, B.; OEHLMANN, J. Effects of Endocrine Disruptors on Prosobranch Snails (Mollusca: Gastropoda) in the Laboratory. Part III: Cyproterone Acetate and Vinclozolin as Antiandrogens. **Ecotoxicology**, v. 10, p. 373-388, 2001.

TRUHAUT, R. Ecotoxicology: Objectives, Principles and Perspectives. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 1, n. 2, p. 151-173, 1977.

UBRIHIEN, R. P.; MAHER, W. A.; TAYLOR, A. M.; STEVENS, M. M.; EZAZ, T. The Response of the Planorbid Snail *Isidorella newcombi* to Chronic Copper Exposure Over a 28-Day Period: Linking Mortality, Cellular Biomarkers, and Reproductive Responses. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 79, 391-405, 2020.

UBRIHIEN, R. P.; MAHER, W. A.; TAYLOR, A. M.; STEVENS, M. M.; EZAZ, T. The Response of the Planorbid Snail *Isidorella newcombi* to Chronic Copper Exposure Over a 28-Day Period: Linking Mortality, Cellular Biomarkers, and Reproductive Responses. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 79, p. 391-405, 2020.

UDOIDIONG, O. M.; JOHNSON, P. J. Age-specific responses of *Egeria radiata* Lamarck (Lamellibranchia, Donacidae) to cadmium, lead and Lindane in static bioassay. *Archive of Fishery and Marine Research*, v. 47, n. 1, p. 31-45, 1999.

UGGE, G. M. O. E.; JONSSON, A.; OLSSON, B.; SJÖBACK, R.; BERGLUND, O. Transcriptional and biochemical biomarker responses in a freshwater mussel (*Anodonta anatina*) under environmentally relevant Cu exposure. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 9999-10010, 2020.

UNESCO. How much does your country invest in R&D? Disponível em: <http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/#!lang=en>. Acesso em: dez. 2021.

U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries 2021. **U.S. Geological Survey**, 2021.

U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries 1996. **U.S. Geological Survey**, 1996.

VALDOVINOS, C.; FIGUEROA, R.; CID, H.; PARRA, O.; ARAYA, E.; PRIVITERA, S.; OLMOS, V. Transplant of benthic organisms between lentic systems: Reflect the trace metals bioavailability in the environment? **Boletín de la Sociedad Chilena de Química**, v. 43, n. 4, p. 467-475, 1998.

VASUDEVAN, S.; OTURAN, M. A. Electrochemistry: as cause and cure in water pollution-an overview. **Environmental Chemistry Letters**, v. 12, n. 1, p. 97-108, 2014.

VALE, G.; FRANCO, C.; DINIZ, M. S.; SANTOS, M. M. C.; DOMINGOS, R. F. Bioavailability of cadmium and biochemical responses on the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* - the role of TiO₂ nanoparticles. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 109, p. 161-168, 2014.

VALENTI, T. W.; CHERRY, D. S.; NEVES, R. J.; SCHMERFELD, J. Acute and chronic toxicity of mercury to early life stages of the rainbow mussel, *Villosa iris* (Bivalvia: Unionidae). **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 24, p. 1242-1246, 2005.

VAN DER OOST, R.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 13, p. 57-149, 2003.

VAN STRAALLEN, N. M. Ecotoxicology becomes stress ecology. **Environmental Science & Technology**, v. 37, n. 17, p. 324A-330A, 2003.

VEGA, I. A.; ARRIBÉRE, M. A.; ALMONACID, A. V.; GUEVARA, S. R.; CASTRO-VASQUEZ, A. Apple snails and their endosymbionts bioconcentrate heavy metals and uranium from contaminated drinking water. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 19, 2012.

VELLOSA, J. C. R.; BIAVATTI, M.; FRANÇÓIA, P. C. O.; DE MELLO, B. J.; DE ALMEIDA, A. C.; BUENO, G. E. Estresse oxidativo: uma introdução ao estado da arte. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 10152-10168, 2021.

VERNON, E. L.; JHA, A. N. Assessing relative sensitivity of marine and freshwater bivalves following exposure to copper: Application of classical and novel genotoxicological biomarkers. **Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 8422019.

WADIGE, C. P. M. M.; MAHER, W. A.; TAYLOR, A. M.; KRIKOWA, F. Exposure–dose–response relationships of the freshwater bivalve *Hyridella australis* to cadmium spiked sediments. **Aquatic Toxicology**, v. 152, p. 361-371, 2014.

WADIGE, C. P. M. M.; TAYLOR, A. M.; KRIKOWA, F.; LINTERMANS, M.; MAHER, W. A. Exposure of the freshwater bivalve *Hyridella australis* to metal contaminated sediments in the field and laboratory microcosms: metal uptake and effects. **Ecotoxicology**, v. 26, p. 415-434, 2017.

WADIGE, C. P. M. M.; TAYLOR, A. M.; MAHER, W. A.; KRIKOWA, F. Bioavailability and toxicity of zinc from contaminated freshwater sediments: Linking exposure-dose-response relationships of the freshwater bivalve *Hyridella australis* to zinc-spiked sediments. **Aquatic Toxicology**, v. 156, p. 179-190, 2014.

WADIGE, C. P. M. M.; TAYLOR, A. M.; MAHER, W. A.; UBRIHIEN, R. P.; KRIKOWA, F. Effects of lead-spiked sediments on freshwater bivalve, *Hyridella australis*: linking organism metal exposure-dose-response. **Aquatic Toxicology**, v. 149, 2014.

WAGNER, A.; BOMAN, J. Biomonitoring of trace elements in Vietnamese freshwater mussels. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy**, v. 59, n. 8, p. 1125–1132, 2004.

WALKER, C. H.; HOPKIN, S. P.; SIBLY, R. M.; PEAKALL, D. B. Principles of Ecotoxicology. 2 ed. New York, NY: **Taylor & Francis**, 2001.

WALLER, D. L.; RACH, J. J.; LUOMA, J. A. Acute toxicity and accumulation of the piscicide 3-trifluoromethyl- 4-nitrophenol (TFM) in freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae). **Ecotoxicology**, v. 7, p. 113-121, 1998.

WANG, D.; COUILLARD, Y.; CAMPBELL, P. G. C.; JOLICOEUR, P. Changes in subcellular metal partitioning in the gills of freshwater bivalves (*Pyganodon grandis*) living

along an environmental cadmium gradient. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 56, p. 774-784, 1999.

WANG, N.; INGERSOLL, C. G.; GREER, E.; HARDESTY, D. K.; IVEY, C. D.; KUNZ, J. L.; BRUMBAUGH, W. G.; DWYER, F. J.; ROBERTS, A. D.; AUGUSPURGER, T.; KANE, C. M.; NEVES, R. J.; BARNHART, C. Chronic toxicity of copper and ammonia to juvenile freshwater mussels (Unionidae). **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 26, p. 2048-2056, 2007.

WANG, Z.; YEUNG, K. W. Y.; ZHOU, G-J.; YUNG, M. M. N.; SCHLEKAT, C. E.; GARMAN, E. R.; GISSI, F.; STAUBER, J. L.; MIDDLETON, E. T.; WANG, Y. Y. L.; LEUNG, K. M. Y. Acute and chronic toxicity of nickel on freshwater and marine tropical aquatic organisms. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 206, 2020.

WATTERS, G. T.; O'DEE, S. H. Glochidia of the freshwater mussel *Lampsilis* overwintering on fish hosts. **Journal of Molluscan Studies**, v. 65, p. 453-459, 1999.

WENDELAAR BONGA, S. E. The stress response in fish. **Physiological reviews**, v. 77, n. 3, p. 591-625, 1997.

WILSON, A. L.; STEVENS, M. M.; WATTS, R. J. Acute and Chronic Toxicity of the Herbicide Benzofenap (Taipan 300) to *Chironomus tepperi* Skuse (Diptera: Chironomidae) and *Isidorella newcombi* (Adams and Angas) (Gastropoda: Planorbidae). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 38, p. 176-181, 2000.

WU, C. F.; CHEN, C. H.; WU, C. Y.; LIN, C. S.; SU, Y. C.; WU, C. F.; TSAI, H. P.; FAN, P. S.; YEH, C. H.; YANG, W. C.; CHANG, G. R. Quinolone and Organophosphorus Insecticide Residues in Bivalves and Their Associated Risks in Taiwan. **Molecules**, v. 25, 2020.

XIA, X.; LIANG, G.; ZHENG, X.; WANG, F.; ZHANG, J.; XUE, S.; HUA, C.; SONG, G.; BAI, X.; GUO, L. Characterization of calmodulin in the clam *Anodonta woodiana*: differential expressions in response to environmental Ca^{2+} and Cd^{2+} . **Turkish Journal of Biochemistry**, v. 43, 2018.

YAN, H.; LI, Q.; YUAN, Z.; JIN, S.; JING, M. Research Progress of Mercury Bioaccumulation in the Aquatic Food Chain, China: A Review. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 102, n. 5, p. 612-620, 2019.

YANCHEVA, V.; GEORGIEVA, E.; STOYANOVA, S.; TSVETANOVA, V.; TORDOROVA, K.; MOLLOV, I.; VELCHEVA, I. Short- and Long-term Toxicity of Cadmium and Polyaromatic Hydrocarbons on Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) (Bivalvia: Dreissenidae). **Acta Zoologica Bulgarica**, v. 70, p. 557-564, 2018.

YOLOĞLUA, E.; UÇKUN, M.; UÇKUN, A. A. Metal accumulation and biochemical variations in the freshwater mussels (*Unio mancus*) collected from Atatürk Dam Lake, Turkey. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 79, 2018.

ZHANG, H.; REYNOLDS, M. Cadmium exposure in living organisms: A short review. **Science of the Total Environment**, v. 678, p. 761-767, 2019.

ZHOU, Q.; ZHANG, J.; FU, J.; SHI, J.; JIANG, G. Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. **Analytica Chimica Acta**, v. 606, p. 135-150, 2008.

ZIERITZ, A., AZAM-ALI, S., MARRIOTT, A. L., NASIR, N. A. BINTI M., NG, Q. N., RAZAK, N. A. A. B. A., WATTS, M. Biochemical composition of freshwater mussels in Malaysia: A neglected nutrient source for rural communities. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 72, p. 104–114, 2018.

ZOUNKOVA, R.; JALOVA, V.; JANISOVA, M.; OCELKA, T.; JURCIKOVA, J.; HALIROVA, J.; GIESY, J. P.; HILSCHEROVA, K. In situ effects of urban river pollution on the mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* as part of an integrated assessment. **Aquatic Toxicology**, v. 150, p. 83-92, 2014.

APENDICE A – FREQUÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE GÊNEROS DE BIVALVIA E GASTROPODA DE ÁGUA DOCE EM ESTUDOS EM ECOTOXICOLOGIA

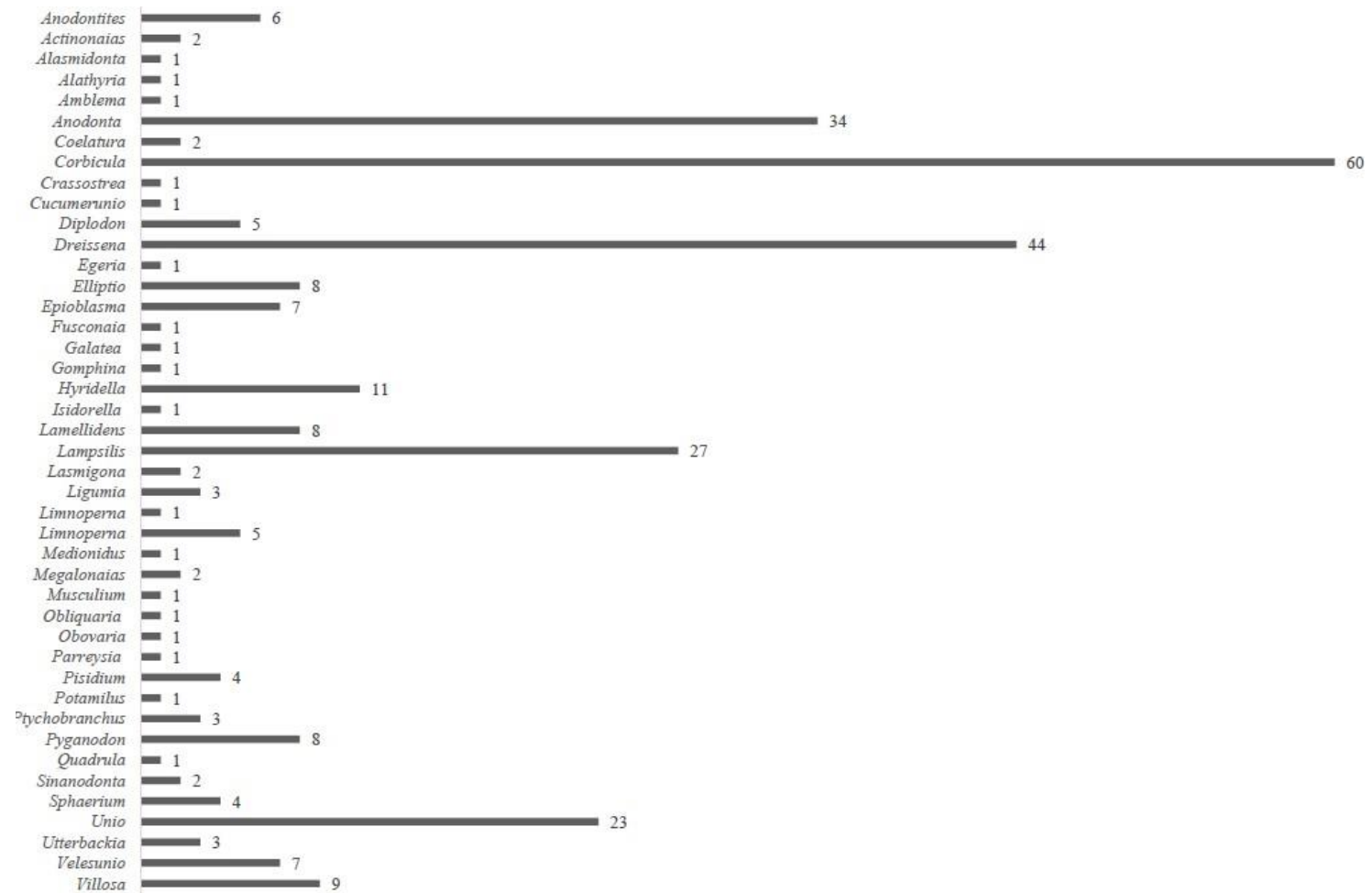


Figura 8. Frequência de utilização dos gêneros de Bivalvia de água doce em estudos em ecotoxicologia. Fonte: Elaborada pela autora.

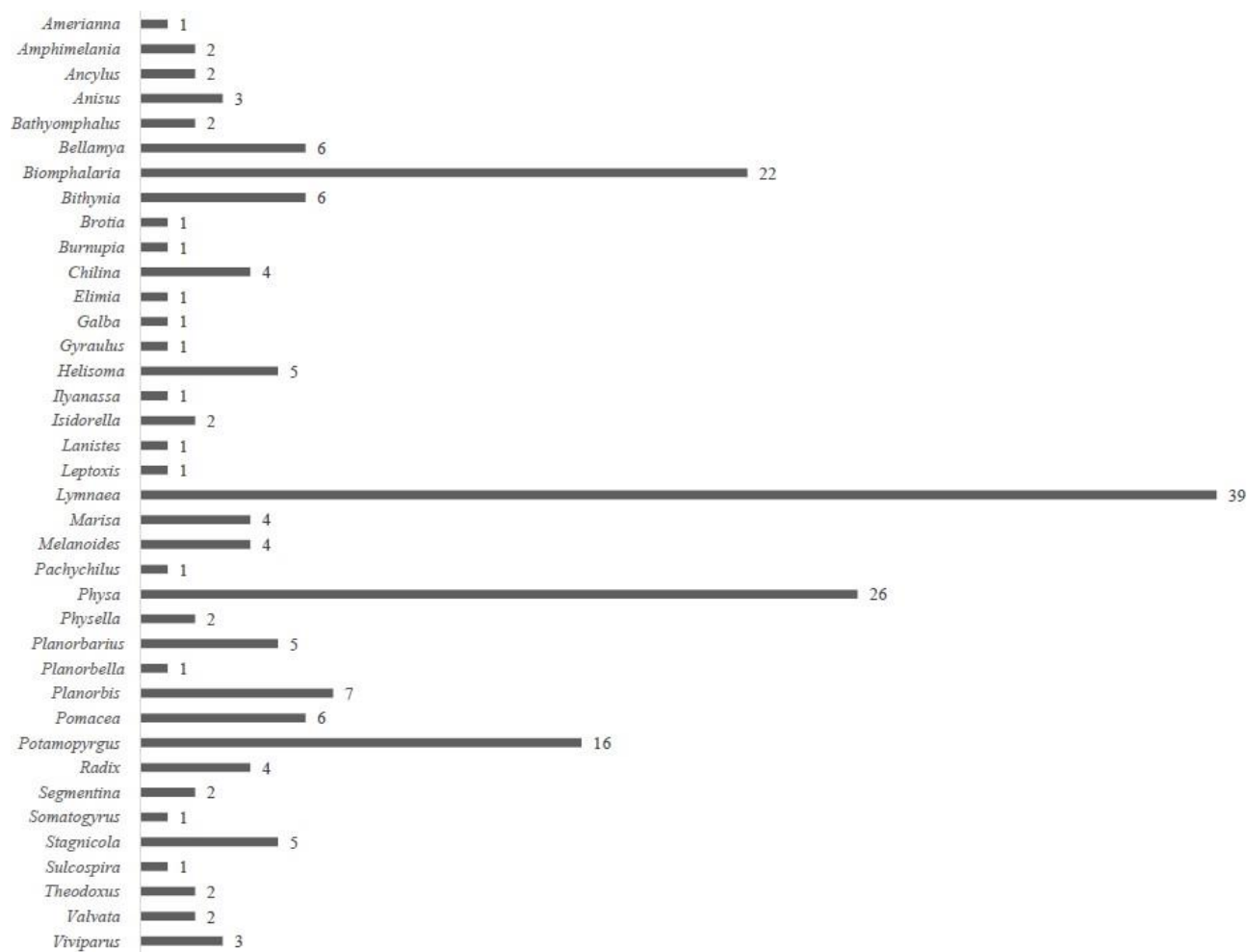


Figura 9. Frequência de utilização dos gêneros de Gastropoda de água doce em estudos em ecotoxicologia. Fonte: Elaborada pela autora.

APENDICE B – XENOBIÓTICOS UTILIZADOS EM ESTUDOS EM ECOTOXICOLOGIA COM BIVALES E GASTRÓPODES DE ÁGUA DOCE

Tabela 1. Xenobióticos utilizados em estudos de ecotoxicologia com moluscos de água doce. Fonte: Elaborada pela autora.

Xenobióticos	Classificação	Xenobióticos	Classificação
11-nor-9-carboxi-D9-tetrahidrocannabinol (THC-COOH)	Canabinóide	Éter difenílico polibromado-209	Outros
17 α -etinilestradiol	Hormônio	Éter difenílico polibromado-47	Agroquímico
17 α -metiltestosterona	Hormônio	Etilbenzeno	Hidrocarboneto
17 β -estradiol	Hormônio	Fenitrotiona	Agroquímico
2,2 diclorovinil dimetilfosfato (DDVP)	Agroquímico	Fenol	Outros
2,3',4,4',5-pentaclorobifenil (PCB)	Agroquímico	Ferro	Metal
2,4,20,40-tetra BDE (BDE 47) 2,20,4,40,6-penta BDE (BDE-100) 2,20,4,40,5,60-hexa BDE (BDE-154)	Éteres de difenila polibromados	Fibras de carbono	Outros
2,4,5-Triclorofenol	Agroquímico	Florfenicol	Medicamento
3,4-metilenodioximetanfetamina	Droga sintética	Fluoreto	Outros
3-trifluorometil-4-nitrofenol (TFM)	Agroquímico	Fluoxetina	Medicamento
4-nonilfenol (NP)	Disruptor endócrino	Flupiradifurone	Agroquímico
4-tert-octilfenol (OP)	Disruptor endócrino	Fluridona	Agroquímico
5 α -di-hidrotestosterona	Hormônio	Fomesafen	Agroquímico
Acetamiprida e formulação comercial Assail 70	Agroquímico	Fosfato de sódio	Outros
Acetato de ciproterona	Medicamento	Glifosato	Agroquímico
Acetato de fentina	Agroquímico	Glifosato ácido	Agroquímico
Ácido 4-terc-butilciclohexano carboxílico	Ácido naftênico	Glifosato-isopropilamônio	Agroquímico
Ácido ciclohexanobutírico	Ácido naftênico	Heparina	Polissacarídeo
Ácido ciclohexilsuccínico	Ácido naftênico	Hexaclorobenzeno	Agroquímico
Ácido diclorofenoxiacético	Agroquímico	Hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs)	Hidrocarboneto
Ácido Elágico	Composto fenólico	Ibuprofeno	Medicamento
Ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA)	Agente quelante	Imidacloprida	Agroquímico

Xenobióticos	Classificação	Xenobióticos	Classificação
Ácido gálico	Composto fenólico	Imipramina	Medicamento
Ácido perfluoro-octanossulfônico	Fluorosurfactante	Irgarol 1051	Agroquímico
Ácido tânico	Composto fenólico	Lenacil	Agroquímico
Água de esgoto e sedimentos	Poluente	Lindano	Organoclorado
Água de rio influenciado pela mineração de carvão	Poluente	Lixiviação de aterro	Poluente
Água recuperada	Poluente	Magnésio	Metal alcalinoterroso
Águas residuais de moinho de azeite	Poluente	Malation	Agroquímico
Algina	Polissacarídeo	Manganês	Metal de transição
Alquilfenól	Outros	Mercurio	Metal
Alquilfenoletoxilatos	Outros	Mercurio inorgânico	Metal
Alumínio	Metal	Metalaxil	Agroquímico
Amitriptilina	Medicamento	Metaldeído	Agroquímico
Amitriptilina	Medicamento	Metanfetamina	Droga sintética
Anfetamina	Droga sintética	Metilmercúrio	Metal
Antimonio	Metaloide	Metilparabeno	Conservante
Antraceno	Hidrocarboneto	Metolacloro	Agroquímico
Antraquinona	Quinona	Miclobutanil	Agroquímico
Arochlor 1260	Agroquímico	Microplásticos	Poluente
Arsênio	Metaloide	Microplásticos de fenol-formaldeído	Poluente
Arsenito de sódio	Outros	Microplásticos de poliestireno	Poluente
Arsenito inorgânico	Outros	Microplásticos, mesoplásticos e macroplásticos de polipropileno, polietileno, acetato-vinilo de etileno, poliestireno e poliéster	Poluente
Aspirina	Medicamento	Monocrotophos	Agroquímico
Atrazina	Agroquímico	Morfina	Medicamento
Azinphos-methyl	Agroquímico	Naftaleno	Hidrocarboneto
Azoxistrobina	Agroquímico	Naftoquinona	Quinona
Bario	Metal alcalinoterroso	Nanocompósitos de prata	Outros

Xenobióticos	Classificação	Xenobióticos	Classificação
Bayluscide WP 70® (Niclosamida)	Medicamento	Nanomateriais manufacturados de dióxido de titânio	Outros
Benzo(a)pireno	Hidrocarboneto	Nanopartículas de diamante	Outros
Benzofenap (Taipan 300)	Agroquímico	Nanopartículas de dióxido de cério	Outros
Benzofenona-3	Outros	Nanopartículas de dióxido de titânio	Pigmento
Benzofenona-4	Ingrediente de filtro solar	Nanopartículas de ouro	Outros
Benzoilecgonina (BE)	Metabólito da cocaína	Nanopartículas de Óxido de cério	Outros
Benzoquinona	Quinona	Nanopartículas de óxido de cobre	Outros
Bicarbonato	Outros	Nanopartículas de óxido de zinco	Outros
Bifenilos policlorados	Agroquímico	Nanopartículas de prata	Outros
Bisfenol A	Disruptor endócrino	Nanoplásticos de polietileno	Outros
Bisfenol S	Disruptor endócrino	N-etilmaleimida (NEM)	Outros
Bituca de cigarro	Poluente	N-etilmaleimida-NaCl	Outros
Boro	Metaloide	Nifedipino	Medicamento
Boscalida	Agroquímico	Níquel	Metal de transição
Bromo	Halogênio	Nitrato	Outros
Bronopol	Agroquímico	Nitrato de amônio	Outros
Butóxido de piperonila	Outros	Nitrato de chumbo	Outros
Butralina	Agroquímico	Nitrato de nitrogênio	Outros
Cádmio	Metal	Nitrito	Outros
Calcio	Metal alcalinoterroso	Óleo combustível	Poluente
Carbamazepina	Medicamento	Óleo cru (não refinado)	Outros
Carbaril	Agroquímico	Ouro Iônico	Outros
Carbendazim	Agroquímico	Oxazepam	Medicamento
Carbono orgânico dissolvido	Outros	Óxido de cério	Outros
CB 126	Agroquímico	Óxido de cobre	Metal
CB-153	Agroquímico	p,p'-DDT	Agroquímico
Césio	Metal alcalino	Paracetamol	Medicamento
Chumbo	Metal	Paraquat	Agroquímico
Ciclofosfamida	Medicamento	Pasta de dente	Produto de higiene

Xenobióticos	Classificação	Xenobióticos	Classificação
Ciclosporina	Medicamento	Pendimetalina	Agroquímico
Cipermetrina	Agroquímico	Pentaclorofenato de sódio (Na-PCP)	Outros
Citalopram	Medicamento	Pentaclorofenol (PCP)	Outros
Citrato de EDTA	Agente quelante	Permetrina	Agroquímico
Clomipramina	Medicamento	Piraclostrobina	Agroquímico
Clordecona	Agroquímico	Piraclostrobina	Agroquímico
Cloreto	Outros	Piritiona	Medicamento
Cloreto de cádmio	Outros	Piritionato de cobre	Outros
Cloreto de cálcio	Outros	Piritionato de zinco	Outros
Cloreto de cobre	Outros	Polidialildimetilamônio	Outros
Cloreto de didecil dimetil amônio	Outros	polyDADMAC (polidialildimetilamônio)	Outros
Cloreto de magnésio	Outros	Potássio	Metal alcalino
Cloreto de n-alkil dimetilbenzil amônio	Outros	Prata	Metal de transição
Cloreto de potássio	Outros	Prata Iônica	Outros
Cloreto de sódio	Outros	Prednisona	Medicamento
Cloridrato de Difenidramina	Medicamento	Prochloraz	Agroquímico
Cloro	Não metal	Propiconazol	Agroquímico
Clorofenóis	Outros	Quinolonas	Medicamento
Clororalonil	Agroquímico	Quitosana	Polissacarídeo
Clorotalonil	Agroquímico	Roundup MAX	Agroquímico
Clorpirifós	Agroquímico	Roundup Transorb®	Agroquímico
Clotianidina	Agroquímico	Sal de Isopropilamina de Glifosato (Roundup)	Agroquímico
Cobalto	Metal de transição	Sal marinho artificial "Ocean Nature"	Outros
Cobre	Metal de transição	Selênio	Não metal
Cocaína	Droga sintética	Sertralina	Medicamento
Criseno	Hidrocarboneto	Sódio	Metal alcalino
Cromo	Metal de transição	Solução da Alsever modificada (MAS)	Anticoagulante
Deltametrina	Agroquímico	Sulfato	Outros
Demeton-S-metil	Agroquímico	Sulfato de Endosulfan	Agroquímico

Xenobióticos	Classificação	Xenobióticos	Classificação
Descargas de estação de tratamento de água e salmoura	Poluente	Sulfato de níquel	Outros
Destilado de petróleo	Outros	Sulfato de sódio	Outros
Detarox® AP	Agroquímico	Sulfonatos de dinonilnaftaleno	Outros
Detergente	Produto de limpeza	Tabaco	Outros
Diazinon (Diazinon Ultra)	Agroquímico	Tattoo	Agroquímico
Diclofenaco	Medicamento	TBT	Outros
Dieldrin	Agroquímico	Tebuconazol	Agroquímico
Dimetoato	Agroquímico	Testosterona	Hormônio
Dióxido de carbono	Outros	Thiometon	Agroquímico
Diquat	Agroquímico	Thiram	Agroquímico
Drenagem ácida de mina	Poluente	Tiaclopride	Agroquímico
Efluentes de estação de tratamento de águas residuais	Poluente	Tiametoxam	Agroquímico
Endosulfan	Agroquímico	TPT	Outros
Enxaguante bucal	Produto de higiene	Tramadol	Medicamento
Escoamento de águas pluviais urbanas e industriais	Poluente	Trembolona	Anabolizante
Escoamento urbano e efluentes municipais	Poluente	Tributilfosfato	Outros
Estanho	Metal	Triclosan	Medicamento
Éster metílico de ecgonina (EME)	Metabólito da cocaína	Trimetoprima	Medicamento
Estrogênio	Hormônio	Tris(2-butoxietil) Fosfato	Plastificante
Estrona	Hormônio	Urânio	Metal
Estrôncio	Metal alcalinoterroso	Vanádio	Metal de transição
Etanol	Outros	Vinclozolin	Agroquímico
		Zinco	Metal

APENDICE C – ESTUDOS EM ECOTOXICOLOGIA COM BIVALES E GASTRÓPODES COMO BIOMARCADORES

Tabela 2. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores ecológicos. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Classe - Gastropoda	Inseticidas (Clorpirifós, Cipermetrina, Endosulfan e Sulfato de Endosulfan)	Composição de assembléias de invertebrados	América do Sul Argentina	Não	MARROCHI <i>et al.</i> (2021)
Espécies - <i>Ancylus fluviatilis</i> , <i>Anisus vortex</i> , <i>Bithynia tentaculata</i> , <i>Gyraulus albus</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Physa fontinalis</i> , <i>Planorbarius corneus</i> , <i>Planorbis planorbis</i> , <i>Potamopyrgus antipodarum</i> , <i>Radix balthica</i> , <i>Viviparus contectus</i>	Pesticidas (não especificados)	Declínio ou crescimento da população	Europa Alemanha	Não	REIBER <i>et al.</i> (2020)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Anisus vortex</i> , <i>Bathyomphalus contortus</i> , <i>Bithynia leachi</i> , <i>Bithynia tentaculata</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Physa fontinalis</i> , <i>Physella acuta</i> , <i>Planorbarius corneus</i> , <i>Planorbis carinatus</i> , <i>Potamopyrgus antipodarum</i> , <i>Segmentina nitida</i> , <i>Stagnicola palustris</i>	Fungicida Carbendazim	Crescimento ou declínio populacional	Europa Países Baixos	Não consta	CUPPEN <i>et al.</i> (2000)
Espécies - <i>Anisus vortex</i> , <i>Bathyomphalus contorus</i> , <i>Bithynia leachi</i> , <i>Bythinia tentaculata</i> , <i>Physa fontinalis</i> , <i>Planorbis planorbis</i> , <i>Potamopyrgus antipodarum</i> , <i>Segmentina nitida</i>	Pesticidas Lindano e Clorpirifós	Abundância no microcosmo	Europa Países Baixos	Não consta	CUPPEN <i>et al.</i> (2002)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Crescimento populacional	América do Norte Estados Unidos	Sim	SALICE, MILLER & ROESIAD (2009)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Crescimento populacional	América do Norte Estados Unidos	Sim	SALICE & MILLER (2003)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Táxons - <i>Bithynia</i> sp., <i>Lymnaea</i> spp., <i>Physa</i> sp., Hydrobiidae	Cobre	Abundância total, estrutura da comunidade e riqueza de táxons	Europa França	Não	JOACHIM <i>et al.</i> (2017)
Espécies - <i>Elimia livescens</i> , <i>Helisoma trivolvis</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Physa acuta</i>	Carbamazepina	Biomassa	América do Norte Estados Unidos	Não	JARVIS, BERNOT & BERNOT (2014)
Espécies - <i>Elimia livescens</i> , <i>Helisoma trivolvis</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Physa acuta</i>	Carbamazepina	Biomassa	América do Norte Estados Unidos	Não	JARVIS, BERNOT & BERNOT (2014)
Espécies - <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Radix peregra</i>	Fungicida Thiram	Estrutura de teia alimentar e nicho trófico	Europa França	Não	BAYONA <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	Abundância populacional, biomassa, produção secundária, taxa de rotatividade	América do Norte Canadá	Não	PERCEVAL <i>et al.</i> (2004)

Tabela 3. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores reprodutivos. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Actinonaias pectorosa</i> , <i>Lampsilis fasciola</i> , <i>Medionidus conradicus</i> , <i>Pyganodon grandis</i> , <i>Villosa iris</i>	Cobre	Viabilidade de gloquídias	América do Norte Estados Unidos	Não	JACOBSON <i>et al.</i> (1997)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Amblema plicata</i> , <i>Lampsilis cardium</i> , <i>Lampsilis dolabraeformis</i> , <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Ptychobranchus occidentalis</i> , <i>Utterbackia imbecillis</i> , <i>Villosa lienosa</i>	Cádmio	Infectividade de gloquídias	América do Norte Estados Unidos	Não	FRITS <i>et al.</i> (2014)
Espécies - <i>Amblema plicata</i> , <i>Lampsilis cardium</i> , <i>Lampsilis dolabraeformis</i> , <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Ptychobranchus occidentalis</i> , <i>Utterbackia imbecillis</i> , <i>Villosa lienosa</i>	Cádmio	Viabilidade de gloquídias	América do Norte Estados Unidos	Não	FRITTS <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Amerianna cumingi</i>	Urânio	Número de ovos por desova	Oceania Austrália	Não	HOGAN <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Bellamyia aeruginosa</i>	Cobre	Fecundidade	Ásia China	Sim	MA <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Inseticida Azinphos-methyl	Número de desovas, número de ovos por desova, número de filhotes, tempo de eclosão	América do Sul Argentina	Sim	KRISTOFF <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Arsênio, Cádmio e Chumbo	Número de ovos por desova, tempo de eclosão	América do Sul Argentina	Sim	ANSALDO <i>et al.</i> (2009)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Sucesso de eclosão, tempo de maturidade	América do Norte Estados Unidos	Sim	SALICE & MILLER (2003)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Fecundidade, sucesso de eclosão, tempo de maturidade	América do Norte Estados Unidos	Sim	SALICE, MILLER & ROESIJADI (2009)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Tempo de eclosão, porcentagem de eclosão	América do Norte Estados Unidos	Sim	SALICE & ROESIJADI (2002)
Espécie: <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio, Chumbo e Mercúrio	Fecundidade	América do Norte Estados Unidos	Sim	ABD ALLAH, WANAS & THOMPSON (2003)
Espécies - <i>Biomphalaria glabrata</i> , <i>Helisoma trivolvis</i> , <i>Physa acuta</i> , <i>Stagnicola elodes</i>	Herbicida Atrazina	Número de desovas, número de ovos por desova	América do Norte Estados Unidos	<i>B. glabrata</i> sim, restante não	GUSTAFSON, BELDEN & BOLEK (2015)
Espécie - <i>Biomphalaria straminea</i>	Inseticida Azinphos-methyl	Tempo de eclosão, sucesso de eclosão	América do Sul Argentina	Sim	COSSI <i>et al.</i> (2008)
Espécie - <i>Biomphalaria tenagophila</i>	Inseticida Endosulfan e Etanol	Fecundidade, número de desovas, número de ovos por desova	América do Sul Brasil	Sim	OLIVEIRA-FILHO, GRISOLIA & PAUMGARTTEN (2009)
Espécies - <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Unio elongatulus</i>	Clorotalonil, Irgarol 1051 Cobre, metilmercúrio,	Viabilidade de gloquídias	Europa Espanha	Não	FARIA <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	Fecundidade	Oceania Austrália	Sim	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Herbicida Benzofenap (Taipan 300)	Número de desovas, número de ovos por desova	Oceania Austrália	Não	WILSON, STEVENS & WATTS (2000)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	Fecundidade, viabilidade de embriões	Oceania Austrália	Não	UBRIHIEM <i>et al.</i> (2020)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Herbicida Atrazina e Hexaclorobenzeno	Número de desovas, número de ovos por desova	Europa França	Não	BATURO, LAGADIC & CAQUET (1995)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Cromo, Ferro e Zinco	Fecundidade, número de desovas	Europa França	Não	COEURDASSIER <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Clordecona e Fenitrotiona, Vinclozolin	Fecundidade, ovoposição, qualidade dos ovos	Europa França	Sim	GIUSTI <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Número de desovas, número de ovos por desova, sucesso de eclosão, tempo de eclosão	América do Norte Estados Unidos	Sim	REÁTEGUI-ZIRENA <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Clordecona,	Número de desovas, número de ovos por desova	Europa França	Não	GIUSTI <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Fungicida Piraclostrobina	Número de desovas, sucesso de eclosão	América do Norte Estados Unidos	Sim	FIDDER <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio, Fungicida Prochloraz,	Número de desovas, número de ovos por desova	Europa França, Alemanha, Reino Unido, Bélgica, Portugal, Dinamarca, Suécia / América do Norte Estados Unidos	Sim	CHARLES <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Metaldeído e Zinco	Sucesso de eclosão	Europa Reino Unido	Sim	GUSTAFSON <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Herbicida Diquat	Idade de reprodução	Europa França	Sim	DUCROT, PÉRY & LAGADIC (2010)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cobre	Número de desovas, número de ovos por desova	Europa Alemanha	Sim	WEBER <i>et al.</i> (2021)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Prednisona	Fecundidade, produção de ovos, sobrevivência dos ovos, sucesso de eclosão	Oceania Austrália	Sim	BAL, KUMAR & NUGEGODA (2017)
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Cádmio	Eclodibilidade de embriões	Ásia China	Não	CHEUNG & LAM (1998)
Espécie - <i>Physa fontinalis</i>	Herbicida Paraquat	Número de desovas, número de ovos por desova	Europa Itália	Não	BACCHETA, MANTECCA & VAILATI (2002)
Espécie - <i>Physa pomilia</i>	Cádmio	Sucesso de eclosão, tempo de eclosão	América do Norte Estados Unidos	Sim	KIMBERLY & SALICE (2013)
Espécie - <i>Planorbarius corneus</i>	Inseticida Clorpirifós	Número de desovas, número de ovos por desova, número de desovas sem ovos, número de ovos sem embriões, tempo de eclosão, sucesso de eclosão	América do Sul Argentina	Não	RIVADENEIRA <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Potamopyrgus jenkinsi</i>	Cádmio, Cobre e Zinco	Fertilidade	Europa Países Baixos	Sim	DORGEL, MEESTER & VAN VELZEN (1995)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Herbicida Atrazina	Número de embriões, proporção de fêmeas grávidas	Europa França	Sim	GERARD & POUILLAIN (2005)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	Fecundidade	América do Norte Canadá	Não	PERCEVAL <i>et al.</i> (2004)
Espécie - <i>Theodoxus fuviatilis</i>	Cobre	Número de cápsulas de ovos por fêmea	Europa Alemanha	Não	ROTHMEIER <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Villosa iris</i>	Mercurio	Viabilidade de gloquídias	América do Norte Estados Unidos	Não	VALENTI <i>et al.</i> (2005)

Tabela 4. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores bioquímicos. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cobre	AChE, GST	Europa Suécia	Não	UGGE <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Fungicida Tattoo	GSH, SOD, GSSG, EROD, PCC, LPO, MTs, formação de oxirradicais	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA, GNATYSHYNA & STOLIAR (2013)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cádmio, Cobre, Zinco	LPO, PCC, Vtg-LP, GSH, SOD, CAT, Casp-3, EROD	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA, GNATYSHYNA & STOLIAR (2013)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cobre	GSH, SOD, CAT, GPx, GSSG, LPO, MTs	Europa Alemanha	Não	NUGROHO & FRANK (2012)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cádmio e Níquel	TBARS, GSH, GST, CAT, composição de ácidos graxos	Europa, Ásia Rússia	Não	FOKINA <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cádmio	SOD, GST, CAT, GSH, Px, concentração de proteínas	Europa, Ásia Rússia	Não	SUKHOVSKAYA <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cobalto	MTs, SOD, CAT, GSH, GSSG, EROD, PCC, LPO	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Chumbo, Cobre, Cromo Zinco	Níveis de íons fluidos	Europa Portugal	Não	LOPES-LIMA <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cobre	Composição de lipídeos de membrana e de reserva	Europa, Ásia Rússia	Não	FOKINA <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Anodontites trapesialis</i>	Ferro, Manganês e Zinco	ROS, LPO, PC, SOD, ChE, GST	América do Sul Brasil	Não	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2018)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Anodontites trapesialis</i>	Manganês e Zinco	Osmolalidade, íons na hemolinfa, glicogênio e proteínas nas brânquias	América do Sul Brasil	Não	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Bellamyia aeruginosa</i>	Cádmio	Na ⁺ /K ⁺ - ATPase, LPO, PC	Ásia China	Sim	MA <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Bellamyia aeruginosa</i>	Cobre	SOD, CAT	Ásia China	Sim	MA <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Biomphalaria alexandrina</i>	Herbicidas Butralina, Glifosato-isopropilamônio e Pendimetalina	ALT, AST, conteúdo de proteína total, concentrações de albumina	África/Ásia Egito	Não	IBRAHIM <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChEs, CEs	América do Sul Argentina	Sim	KRISTOFF <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChE	América do Sul Argentina	Sim	KRISTOFF <i>et al.</i> (2006)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChE	América do Sul Argentina	Sim	KRISTOFF <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Chumbo	ALA-D	América do Sul Argentina	Sim	AISEMBERG <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Biomphalaria straminea</i>	Acetamiprida e formulação comercial Assail 70	ChEs, CEs, GST, SOD, CAT, GSH, ROS	América do Sul Argentina	Sim	COSSI <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Biomphalaria straminea</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChEs, Ces, GST, SOD, CAT, ROS, TAOC, conteúdo de proteínas e conteúdo de glicogênio	América do Sul Argentina	Sim	COSSI <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Biomphalaria straminea</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChE, CEs	América do Sul Argentina	Sim	BIANCO <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Inseticida Fenitrotona	ChE	América do Sul Argentina	Sim	CANÉPA <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Herbicida Paraquat	LPO, SOD, CAT, níveis de poliaminas	América do Sul Argentina	Sim	COCHÓN <i>et al.</i> (2007)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Chilina gibbosa</i>	Inseticidas Carbaril, Clorpirifós e Acetamiprida	ChE, CEs, GST	América do Sul Argentina	Não	HEBERT <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Chilina gibbosa</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChE, Ces	América do Sul Argentina	Não	COSSI <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Chilina gibbosa</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChE, CE, GSH, SOD, CAT, GST	América do Sul Argentina	Não	BIANCO <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Chilina parchappii</i>	Inseticida Cipermetrina	CAT, GSH	América do Sul Argentina	Não	JUAN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula australis</i>	Cádmio, Chumbo, Cobre, Zinco	TAOC, LPO	Oceania Austrália	Não	TAYLOR <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Arsênio	MTs	Europa Portugal	Não	DINIZ <i>et al.</i> (2007)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	ROS, LPO, SOD, CAT, GSH, GSSG, AChE	Europa Portugal	Não	PARRA <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	BPA	LPO, TBARS, GST, CAT, GR, GPx	Europa Espanha	Não	ESPERANZA <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Imidacloprida	AChE, SOD, CAT, MDA	Ásia China	Não	SHAN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Mercúrio	ChE, IDH dependente de NADP, ODH, CAT, GR, GPx, GST, LPO	Europa Portugal	Não	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	MTs	Ásia China	Não	GENG <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	GST, CAT, SOD, LPO	Europa Portugal	Não	VALE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Chumbo	CA, Na ⁺ /K ⁺ ATPase	América do Sul Brasil	Não	ROCHA & SOUZA (2012)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Arsênio	MTs	Europa Portugal	Não	COSTA <i>et al.</i> (2009)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Chumbo	ALA-D, LPO	Europa Espanha, Portugal	Não	COMPANY <i>et al.</i> (2008)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	MTs, LPO, CAT, GR, GPx	Europa França	Não	LEGEAY <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Inseticida Fenitrotiona	ChE, CbE, GST	América do Sul Argentina	Não	ONETO <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio e Zinco	MTs	Europa França	Não	BAUDRIMONT <i>et al.</i> (1999)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cobre e Cádmio	Acumulação de lipídeos neutros	Europa França	Não	BIGOT <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio e Zinco	Produção de metabólitos	Europa Reino Unido	Não	SPANN <i>et al.</i> (2011)
Espécies - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Quadrula quadrula</i>	Ferro	Celulase	América do Norte Estados Unidos	Não	MILAM & FARRIS (1998)
Espécie - <i>Corbicula largillierti</i>	Fungicida Clorotalonil	GST, CAT, CE, AChE, BChE, TBARS	América do Sul Argentina	Não	REYNA <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Dreissena bugensis</i>	Cobre dissolvido	GST, AChE, TBARS	América do Norte Canadá	Não consta	AUCLAIR <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Arochlor 1260, CB 153, CB 126, p,p'-DDT, Clorpirifós, Carbaril	AChE, EROD	Europa Itália	Não	BINELLI <i>et al.</i> (2006)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Prata	MTs	Europa França	Não	BERTHET <i>et al.</i> (1992)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Chumbo, Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Zinco	MXR	Europa Hungria	Não	ÁCS <i>et al.</i> (2015)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Inseticidas Thiometon, Disulfoton, Malation, Demeton-S-metil	Produção de metabólitos	Europa Suíça	Não	DAUBERSCHIMDT, DIETRICH & SCHLATTER (1996)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio, Chumbo, Cobre, Zinco	TAOC, ROS	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio	TAOC, TBARS, MDA	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Zinco	LPO, TAOC	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio	LPO, TAOC	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Chumbo	LPO, TAOC	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Ilyanassa obsoleta</i>	Cádmio, herbicida Atrazina, inseticida Endosulfan,	GSH, Hsp22, Hsp26, Hsp60, Hsp70, Mn SOD, LPO, MT, ubiquitina, α B-cristalina, citocromo P450	América do Norte Estados Unidos	Não	DOWNS <i>et al.</i> (2001)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	TAOC, LPO	Oceania Austrália	Sim	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	TAOC, LPO	Oceania Austrália	Não	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)
Espécies - <i>Lamellidens jenkinsianus</i> , <i>Parreysia corrugata</i>	Chumbo	AChE, CAT, TBARS	Ásia Índia	Não	BRAHMA & GUPTA (2020)
Espécie - <i>Lamellidens marginalis</i>	Inseticida Monocrotophos	SOD, GST, GR, TBARS	Ásia Índia	Não	MUNDHE, BHILWADE & PANDIT (2016)
Espécie - <i>Lamellidens marginalis</i>	Arsênio	NO	Ásia Índia	Não	CHAKRABORTY, RAY & RAY (2009)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Limnoperna fortunei</i>	Glifosato ácido	SOD, CAT, LPO	América do Sul Argentina	Não	IUMMATO <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Lymnaea natalensis</i>	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro, Níquel, Zinco	CAT, Se-GPx, SOD, LPO, difosfotriofosfodiaforase, quantificação de proteínas	África Zimbábue	Não	SIWELA, NYATHI & NAIK (2010)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Herbicida Atrazina e hexaclorobenzeno	Conteúdo de glicogênio na massa visceral e manto	Europa França	Não	BATURO, LAGADIG & CAQUET (1995)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Cromo, Ferro e Zinco	MDA	Europa França	Não	COEURDASSIER <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Chumbo	Anidrase carbônica	América do Norte Estados Unidos	Sim	BRIX <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cobre	Reserva energética, estresse oxidativo	Europa Alemanha	Sim	WEBER <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Fungicida piraclostrobina	Conteúdo de macronutrientes nas desovas	América do Norte Estados Unidos	Sim	FIDDER <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Clordecona	Níveis de testosterona	Europa França	Sim	GIUSTI <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Conteúdo de macronutrientes	América do Norte Estados Unidos	Sim	REÁTEGUI-ZIRENA, FIDDER & SALICE (2016)
Espécie - <i>Planorbarius corneus</i>	Inseticidas Azinphos-methyl e Clorpirifós	GSH, GSSG, MDA, SOD, CAT, GST, GR, G6PDH	América do Sul Argentina	Não	CACCIATORE <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Planorbarius corneus</i>	Inseticida Azinphos-methyl	ChE, CEs	América do Sul Argentina	Sim	OTERO & KRISTOFF (2016)
Espécie - <i>Planorbarius corneus</i>	Inseticidas Carbaril e Azinphos-methyl	ChE, CEs	América do Sul Argentina	Não	CACCIATORE, GUERRERO & COCHÓN (2018)
Espécie - <i>Planorbarius corneus</i>	Inseticida Clorpirifós	ChE, Ces, GST	América do Sul Argentina	Não	RIVADENEIRA <i>et al.</i> (2013)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Pomacea canaliculata</i>	TBT	SOD, CAT, GSH, AChE, TBARS	América do Sul Argentina	Sim	MARTÍNEZ <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Níquel, Prata, Zinco	Reserva energética	Europa França	Não	GUST <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Cromo, Cobalto, Níquel, Cobre, Zinco, Arsênio, Prata, Cádmio e Chumbo	Níveis de esteróides (testosterona e 17β-estradiol)	Europa França	Não	GUST <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	MTs	América do Norte Canadá	Não	MASSON <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	MTs	América do Norte Canadá	Não	PERCEVAL <i>et al.</i> (2004)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio, Cobre e Zinco	MTs, LPO, GR, GPx	América do Norte Canadá	Não	GIGUÈRE <i>et al.</i> (2003)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	MTs	América do Norte Canadá	Não	PERCEVAL <i>et al.</i> (2002)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	MTs	América do Norte Canadá	Não	WANG <i>et al.</i> (1999)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio, Cálcio, Cobre, Zinco	MTs, LPO	América do Norte Canadá	Não	COUILLARD <i>et al.</i> (1995)
Espécie - <i>Sinanodonta woodiana</i>	Antimicrobianos Bronopol e Detarox® AP	SOD, CAT, GST, GPx, MDA	Europa Itália	Não	MAGARA <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Sphaerium corneum</i>	Nanopartículas de prata e prata iônica	SOD, CAT, GPx, GST, ROS	Europa Alemanha	Não	VÖLKER <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Sphaerium corneum</i>	Lindano, 2,3',4,4',5-pentaclorobifenil (PCB), Dieldrin	GST	Europa Países Baixos	Não	LOOISE, HOLWERDA, & FOEKMA (1996)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Unio mancus</i>	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Ferro, Mercúrio, Níquel, Zinco	GST, AChE, CE, GR, MT	Europa, Ásia Turquia	Não	YOLOĞLUA <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Unio pictorum</i>	Glifosato	Resposta proteômica	Europa França	Não	MALÉCOT <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Unio ravoisieri</i>	Pesticida Permetrina	AChE, CAT, GSH, GST, MDA	Ásia Tunísia	Não	KHAZRI <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Unio tumidus</i>	Cálcio, herbicida Roundup MAX	SOD, GST, GSSG, MTSH, ChE, Cas-3, CtDL, CtDe, LPO	Europa Ucrânia	Não	KHOMA <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Unio tumidus</i>	Pesticidas organoclorados, Arsênio, Cromo, Cobre, Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Níquel, Zinco, Estanho	GSH, GSSG, SeGPx, non-SeGPx, GR, LPO	Europa França	Não	COSSU <i>et al.</i> (2000)
Espécie - <i>Unio tumidus</i>	Pesticidas organoclorados, Arsênio, Cromo, Cobre, Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Níquel	GR, SOD, CAT, GSH, GSSG, Se-GPx, non-Se-GPx, LPO	Europa França	Não	COSSU <i>et al.</i> (1997)
Espécie - <i>Unio tumidus</i>	Cobre, fungicida Thiram	GPc, GR, SOD, CAT, GSH, GSSG, Se-GPx, non-Se-GPx, LPO	Europa França	Não	DOYOTTE <i>et al.</i> (1997)

Abreviações: AChE, Acetilcolinesterase; ACP, Fosfatase ácida; ALA-D, Ácido δ -aminolevulínico desidratase; ALT, Alanina aminotransferase; AST, Aspartato aminotransferase; BChE, Butirilcolinesterase; CA, Anidrase carbônica; Casp-3, Caspase-3; CAT, Catalase; CbE, Carboxilesterase; CE, Carboxilesterase; ChE, Colinesterase; CtDe, Catepsina D extra lisossomal; CtDL, Catepsina D; DBF, Dibenzilfluoresceína desalquilase; DOP, Dopamina; ECOD, Etoxicumarina-O-desetilase; EROD, Etoxirosorufina-O-desetilase; G6PDH, Glicose-6-fosfato desidrogenase; GOT, Glutamato oxaloacetato transaminase; GPT, Glutamato piruvato transaminase; GPx, Glutaciona peroxidase; GR, Glutaciona redutase; GSH, Glutaciona reduzida; GSSG, Glutaciona oxidada; GST, Glutaciona S-transferase; Hsp22, Small heat-shock protein 22; Hsp26, Small heat-shock protein 26;

Hsp60, Proteína de choque térmico 60; Hsp70, Proteína de choque térmico 70; IDH, Isocitrato desidrogenase; LDH, Lactato desidrogenase; LOOH, Hidroperóxido lipídico; LPO, Peroxidação lipídica; MAO, Monoamina oxidase; MDA, Malondialdeído; Mn SOD, Superóxido dismutase dependente de Manganês; MT, Metalotioneína; MTSH, Tióis associados à metalotioneína; MXR, Mecanismo de defesa multixenobiótica; NO, Óxido nítrico; non-SeGPx, Glutaciona peroxidase independente de Selênio; ODH, Octopina desidrogenase; PAH, Hidrocarboneto poliaromático; PC, Carbonilação proteica; PCC, Teor de proteína carbonil; PO, Oxidoreductase fenoloxidase; PROD, Pentoxiresorufina-O-desalquilase; Px, Guaiacol Peroxidase; ROS, Espécies reativas de oxigênio ; Se- GPx, Glutaciona peroxidase dependente de Selênio; SER, Serotonina; SOD, Superóxido dismutase; TAOC, Capacidade antioxidante total ; TBARS, Ácido tiobarbitúrico; TOS, Estado oxidante total.

Tabela 5. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores comportamentais. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Actinonaias pectorosa</i> , <i>Lampsilis fasciola</i> , <i>Medionidus conradicus</i> , <i>Pyganodon grandis</i> , <i>Villosa iris</i>	Cobre	Capacidade de fixação	América do Norte Estados Unidos	Não	JACOBSON <i>et al.</i> (1997)
Espécies - <i>Alathyria profuga</i> , <i>Cucumerunio novaehollandiae</i> , <i>Hyridella drapeta</i> , <i>Hyridella australis</i> , <i>Hyridella depressa</i> , <i>Velesunio ambiguus</i>	Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Níquel, Zinco	Fechamento das valvas	Oceania Austrália	Não	MARKICH (2017)
Espécies: <i>Ancylus fluviatilis</i> , <i>Physa acuta</i>	Herbicida Atrazina	Velocidade de movimentação	Europa Espanha	Não	ROSÉS, POQUET & MUÑOZ (1999)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Alumínio	Atividade de filtração	Europa Hungria	Não	KÁDAR <i>et al.</i> (2002)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Alumínio	Atividade de filtração	Europa Hungria	Não	KÁDAR <i>et al.</i> (2001)
Espécie - <i>Anodonta woodiana</i>	Cádmio, Cálcio	Sifonagem	Ásia China	Não	YAN <i>et al.</i> (2017)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Biomphalaria alexandrina</i>	Cádmio e manganês	Fixação ao recipiente, locomoção, taxas de alimentação	África / Ásia Egito	Não	HABIB <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cromo	Tentativa de escape, atividade reprodutiva	América do Sul Brasil	Desovas não, adultos sim	TALLARICO <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Chilina gibbosa</i>	Azinphos-methyl	Fixação ao recipiente, protrusão dos pés	América do Sul Argentina	Não	COSSI <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Imidacloprida	Atividade de filtração, enterramento	Ásia China	Não	SHAN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Prata	Taxas de alimentação e filtração	Ásia China	Não	LIU <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cobre	Abertura das valvas, retração do sifão	Ásia China	Não	JOU <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	Abertura das valvas	Europa França	Não	LEGEAY <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Urânio	Fechamento das valvas	Europa França	Não	FOURNIER <i>et al.</i> (2004)
Espécies - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Quadrula quadrula</i>	Ferro	Alimentação	América do Norte Estados Unidos	Não	MILAM & FARRIS (1998)
Espécie - <i>Corbicula largillierti</i>	Fungicida Clorotalonil	Número de indivíduos enterrados	América do Sul Argentina	Não	REYNA <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Metaldeído	Contrações do sifão e manto	América do Norte Estados Unidos	Não	PUTCHAKAYALA & RAM (2000)
Espécie - <i>Egeria radiata</i>	Cádmio, Chumbo e Lindano	Retração do sifão e pés, enterramento	África Nigéria	Não	UDOIDIONG & JOHNSON (1999)
Espécie - <i>Hyridella depressa</i>	Cobre e Cádmio	Movimentos das valvas	Oceania Austrália	Não	MARKICH <i>et al.</i> (2003)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	Alimentação	Oceania Austrália	Sim	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Herbicida Benzofenap (Taipan 300)	Peso das fezes produzidas	Oceania Austrália	Não	WILSON, STEVENS & WATTS (2000)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	Taxa de alimentação	Oceania Austrália	Não	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)
Espécies - <i>Lamellidens jenkinsianus</i> , <i>Parreysia corrugata</i>	Chumbo	Número de movimentos, tempo necessário para a extensão dos pés e sífões, tempo necessário para o fechamento completo das valvas	Ásia Índia	Não	BRAHMA & GUPTA (2020)
Espécie - <i>Lampsilis fasciola</i>	17 α -etinilestradiol	Protrusão dos pés, sifonamento	América do Norte Estados Unidos	Sim	LEONARD <i>et al.</i> (2014)
Espécies - <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Ligumia recta</i> , <i>Potamilus alatus</i>	Cobre	Tolerância termal	América do Norte Estados Unidos	Sim	PANDOLFO, COPE & ARELLANO (2010)
Espécie - <i>Lymnaea acuminata</i>	Cádmio	Tendência de aglomeração, rastejamento, reflexo ao toque	Ásia Índia	Não	DHARA, SAHA & MAITI (2017)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Alimentação	América do Norte Estados Unidos	Sim	REÁTEGUI-ZIRENA <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Chumbo	Alimentação	América do Norte Estados Unidos	Sim	BRIX <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio, Cobre, Níquel	Alimentação	América do Norte Estados Unidos	Sim	CROTEAU & LUOMA (2009)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Herbicida diquat	Alimentação	Europa França	Sim	DUCROT, PÉRY & LAGADIC (2010)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Fungicida piraclostrobina	Alimentação	América do Norte Estados Unidos	Sim	FIDDER <i>et al.</i> (2016)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Alimentação, escolha de alimentos, permanência na linha d'água	América do Norte Estados Unidos	Sim	REÁTEGUI-ZIRENA <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Prata	Alimentação	Não fica claro	Sim	CROTEAU <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Fluoxetina	Descolamento do pé e <i>righting time</i>	Europa Reino Unido	Não	FORD <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Melanoides tuberculatus</i>	Tabaco	Fechamento do opérculo, tentativa de escape	África Quênia	Não	OGELLO <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Musculium</i> spp	Zinco e Cádmio	Enterramento, escalada, atividade reprodutiva	América do Norte Estados Unidos	Não	SCHOONOVER <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Nanopartículas de prata	Velocidade de rastejamento, permanência na superfície da água	América do Norte Estados Unidos	Sim	BERNOT & BRANDENBURG (2013)
Espécies - <i>Physa acuta</i> e <i>Helisoma anceps</i>	Herbicidas Atrazina e Metolacoloro, inseticida Carbaril e fungicida Clorotalonil	Movimentação	América do Norte Estados Unidos	Não	ELIAS & BERNOT (2017)
Espécie - <i>Physa pomilia</i>	Inseticida Malation	Evasão de predadores	América do Norte Estados Unidos	Não	SALIC & KIMBERLY (2013)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Arsênio	Evasão, mobilidade	Oceania Nova Zelândia	Não	GOLDING, TIMPERLEY & EVANS (1997)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Herbicida Atrazina	Locomoção	Europa França	Sim	GERARD & POUILLAIN (2005)
Espécie - <i>Theodoxus fuvialis</i>	Cobre	Alimentação, atividade	Europa Alemanha	Não	ROTHMEIER <i>et al.</i> (2020)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Unio tumidus</i>	Pesticidas Lenacil, diclorodifeniltricloroetano (DDT), Tiaclopride, 2,2 diclorovinil dimetilfosfato (DDVP), Tebuconazol	Abertura das conchas, tempo de atividade	Europa Polônia	Não	CHMIST, SZOSZKIEWICZ & DROŹDŹYŃSKI (2019)
Espécie - <i>Velesunio angasi</i>	Urânio	Movimentos das valvas	Oceania Austrália	Não	MARKICH (2003)
Espécie - <i>Velesunio angasi</i>	Urânio	Abertura das valvas	Oceania Austrália	Não	MARKICH, BROWN & JEFFREE (1996)
Espécie - <i>Velesunio angasi</i>	Manganês e Urânio	Movimentos das valvas	Oceania Austrália	Não	MARKICH <i>et al.</i> (2000)
Espécie - <i>Viviparus contectus</i>	Cobre	Produção de muco, permanência no interior da concha, fechamento do opérculo	Europa Reino Unido	Não	SVENDSEN & WEEKS (1995)
Espécies - <i>Actinonaias pectorosa</i> , <i>Lampsilis fasciola</i> , <i>Medionidus conradicus</i> , <i>Pyganodon grandis</i> , <i>Villosa iris</i>	Cobre	Capacidade de fixação	América do Norte Estados Unidos	Não	JACOBSON <i>et al.</i> (1997)
Espécies - <i>Alathyria profuga</i> , <i>Cucumerunio novaehollandiae</i> , <i>Hyridella drapeta</i> , <i>Hyridella australis</i> , <i>Hyridella depressa</i> , <i>Velesunio ambiguus</i>	Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Níquel, Zinco	Fechamento das valvas	Oceania Austrália	Não	MARKICH (2017)
Espécies - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Quadrula quadrula</i>	Ferro	Alimentação	América do Norte Estados Unidos	Não	MILAM & FARRIS (1998)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Lamellidens jenkinsianus</i> , <i>Parreysia corrugata</i>	Chumbo	Número de movimentos, tempo necessário para a extensão dos pés e sífoes, tempo necessário para o fechamento completo das valvas	Ásia Índia	Não	BRAHMA & GUPTA (2020)
Espécies - <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Ligumia recta</i> , <i>Potamilus alatus</i>	Cobre	Tolerância termal	América do Norte Estados Unidos	Sim	PANDOLFO, COPE & ARELLANO (2010)
Espécies - <i>Physa acuta</i> e <i>Helisoma anceps</i>	Herbicidas Atrazina e Metolacoloro, inseticida Carbaril e fungicida Clorotalonil	Movimentação	América do Norte Estados Unidos	Não	ELIAS & BERNOT (2017)
Espécies: <i>Ancylus fluviatilis</i> , <i>Physa acuta</i>	Herbicida Atrazina	Velocidade de movimentação	Europa Espanha	Não	ROSÉS, POQUET & MUÑOZ (1999)

Tabela 6. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores fisiológicos. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Anodonta anatina</i> , <i>Anodonta cygnea</i> , <i>Unio tumidus</i>	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Estrôncio, Manganês, Zinco	Frequência cardíaca	Europa Finlândia	Não	KHOLODKEVICH <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Anodontites trapesialis</i>	Cádmio, Cobre e Zinco	Taxa de filtração	América do Sul Peru	Não	LOAYZA-MURO & ELÍAZ-LETTS (2007)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cromo	Liberação de muco	América do Sul Brasil	Desovas não, adultos sim	TALLARICO <i>et al.</i> (2014)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Mercúrio	Taxa de filtração	Europa Portugal	Não	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Prata	Excreção de amônia	Ásia China	Não	LIU <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Zinco, Cádmio	Taxa de filtração	Europa França	Não	BOURGEAULT <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Elliptio complanata</i>	Herbicidas Atrazina, Ácido diclorofenoxiacético, Paraquat	Frequência cardíaca, quociente respiratório	América do Norte Estados Unidos	Não	CHENEY, FIORILLO & CRIDDLE (1997)
Espécie - <i>Elliptio complanata</i>	Cádmio, Cobre, Mercúrio	Frequência cardíaca	América do Norte Estados Unidos	Não	CHENEY & CRIDDLE (1996)
Espécie - <i>Lymnaea peregra</i>	Cádmio	Taxa de ingestão e egestão de alimento	Europa Escócia	Não	CRICHTON, CONRAD & BAIRD (2004)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cobre	Balanço ácido-base, fluxo de Ca ²⁺	América do Norte Estados Unidos	Não	BRIX, ESBAUGH & GROSELL (2011)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Chumbo	Cinética de Captação de Na ⁺ , fluxo de Ca ²⁺ e Cl ⁻ , concentrações de Ca ²⁺ e Cl ⁻ nos tecidos e na hemolinfa	América do Norte Estados Unidos	Sim	GROSELL & BRIX (2009)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Chumbo	Excreção, fluxo de Ca ²⁺	América do Norte Estados Unidos	Sim	BRIX <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio, Cobre, Cromo	Tempo de passagem e retenção de alimento nas vísceras, taxa de ingestão de alimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	CROTEAU, LUOMA & PELLET (2007)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio, Cobre, Níquel	Taxa de ingestão de alimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	CROTEAU <i>et al.</i> (2008)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Physa acuta</i> e <i>Helisoma anceps</i>	Herbicidas Atrazina e Metolacoloro, inseticida Carbaril e fungicida Clorotalonil	Taxa de egestão	América do Norte Estados Unidos	Não	ELIAS & BERNOT (2017)
Espécies - <i>Melanoides tuberculata</i> , <i>Helisoma duryi</i>	Cádmio e Zinco	Alocação de energia celular	África África do Sul	Não consta	MOOLMAN, VAN VUREN & WEPENER (2007)

Tabela 7. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores histológicos. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Ancylus fluviatilis</i> , <i>Physa acuta</i>	Herbicida Atrazina	Alterações histopatológicas	Europa Espanha	Não	ROSÉS, POQUET & MUÑOZ (1999)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Fungicida Tattoo	Estabilidade da membrana lisossomal	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA, GNATYSHYNA & STOLIAR (2013)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cádmio, Cobre, Zinco	Estabilidade da membrana lisossomal	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA, GNATYSHYNA & STOLIAR (2013)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cádmio, Cromo, Chumbo, Cobre, Zinco	Alterações histopatológicas	Europa Portugal	Não	LOPES-LIMA <i>et al.</i> (2006)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cobalto	Estabilidade da membrana lisossomal	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA <i>et al.</i> (2012)
Espécies - <i>Anodontites trapesimalis</i> , <i>Limnoperna fortunei</i>	Cobre e herbicida Roundup Transorb®	Integridade lisossomal	América do Sul Brasil	Não	HAI, BOHN & SOUZA (2019)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Chilina parchappii</i>	Inseticida Cipermetrina	Alterações histopatológicas	América do Sul Argentina	Não	JUAN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Imidacloprida	Alterações histopatológicas	Ásia China	Não	SHAN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	Alterações histopatológicas	Europa Portugal	Não	VALE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cobre e Cádmio	Estrutura do sistema lisossomal	Europa França	Não	BIGOT <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Chumbo	Viabilidade celular	América do Sul Brasil	Não	ROCHA & SOUZA (2012)
Espécie - <i>Diplodon expansus</i>	Herbicida Atrazina	Alterações histopatológicas	América do Sul Brasil	Não	NOGAROL, BROSSI-GARCIA & FONTANETTI (2012)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Prata	Alterações histopatológicas	Europa França	Não	BERTHET <i>et al.</i> (1992)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Cádmio	Estabilidade da membrana lisossomal	Europa Bulgária	Não	YANCHEVA <i>et al.</i> (2018)
Espécies - <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Elliptio complanata</i>	Prata, Cádmio, Mercúrio, Zinco	Atividade de fagocitose de hemócitos	América do Norte Canadá	Não	SAUVÉ <i>et al.</i> (2002)
Espécie - <i>Galba truncatula</i>	Inseticida Thiodan	Alterações histopatológicas	Europa/Ásia Turquia	Não	CENGIZ <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Chumbo	Estabilidade lisossomal	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	Desestabilização da membrana lisossomal	Oceania Austrália	Não	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Lamellidens marginalis</i>	Arsênio	Viabilidade de hemócitos, atividade de fagocitose de hemócitos	Ásia Índia	Não	CHAKRABORTY, RAY & RAY (2009)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Lasmigona costata</i>	Cobre	Dissociação, fracionamento e distinção celular	América do Norte Canadá	Não	NOGUEIRA <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Lymnaea acuminata</i>	Cádmio	Número de hemócitos presentes na hemolinfa	Ásia Índia	Não	DHARA, SAHA & MAITI (2017)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Herbicida Fomesafen	Viabilidade e transformações no citoesqueleto de hemócitos	Europa França	Sim	RUSSO, MADEC & BREHÉLIN (2008)
Espécie - <i>Marisa cornuarietis</i>	Vinclozolin	Alterações histopatológicas	Europa Alemanha	Não	TILLMANN <i>et al.</i> (2001)
Espécie - <i>Physa fontinalis</i>	Herbicida Paraquat	Alterações histopatológicas	Europa Itália	Não	BACCHETA, MANTECCA & VAILATI (2002)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Níquel, Prata, Zinco	Alterações histopatológicas	Europa França	Não	GUST <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Theodoxus fuviatilis</i>	Cobre	Alterações histopatológicas	Europa Alemanha	Não	ROTHMEIER <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Viviparus contectus</i>	Cobre	Alterações histopatológicas	Europa Reino Unido	Não	SVENDSEN & WEEKS (1995)
Espécie - <i>Viviparus contectus</i>	Cobre	Viabilidade celular, captação lisossomal	Europa Reino Unido	Não	SVENDSEN & WEEKS (1995)

Tabela 8. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores genotóxicos. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Fungicida Tattoo	Danos no DNA	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA, GNATYSHYNA & STOLIAR (2013)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cobre	Expressão gênica	Europa Suécia	Não	UGGE <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cobalto	Danos no DNA	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Anodonta woodiana</i>	Cálcio e Cádmio	Expressão gênica	Ásia China	Não	XIA <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Bellamya aeruginosa</i>	Cádmio	Danos no DNA	Ásia China	Sim	MA <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Expressão gênica	Europa Áustria	Sim	DVORAK <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Chumbo	Expressão gênica	América do Sul Brasil	Não	ROCHA & SOUZA (2012)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cobre e Cádmio	Expressão gênica	Europa França	Não	BIGOT <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Imidacloprida	Expressão gênica	Ásia China	Não	SHAN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Dreissena polymorpha</i>	Cádmio e Zinco	Expressão gênica	Europa França	Não	ACHARD-JORIS <i>et al.</i> (2006)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Cobre	Danos no DNA	Europa Reino Unido	Não	VERNON & JHA (2019)
Espécie - <i>Lamellidens marginalis</i>	Inseticida Monocrotophos	Danos no DNA	Ásia Índia	Não	MUNDHE, BHILWADE & PANDIT (2016)
Espécie - <i>Musculium spp</i>	Zinco e Cádmio	Expressão gênica	América do Norte Estados Unidos	Não	SCHOONOVER <i>et al.</i> (2016)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Cádmio	Expressão gênica	Europa Espanha	Sim	MARTÍNEZ-PAZ <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Unio tumidus</i>	Cádmio, Cromo, Cobre, Chumbo, Mercúrio	Expressão gênica	Europa França	Não	RODIUS, HAMMER & VASSEUR (2002)
Espécie - <i>Utterbackia imbecillis</i>	Atrazina, Sal de Isopropilamina de Glifosato (Roundup), Carbaril (Sevin), Diazinon (Diazinon Ultra), Cobre	Danos no DNA	América do Norte Estados Unidos	Não	CONNERS & BLACK (2004)

Tabela 9. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores de exposição. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Actinonaias ligamentina</i> , <i>Epioblasma torulosa rangiana</i> , <i>Epioblasma triquetra</i> , <i>Lampsilis fasciola</i> , <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Ligumia recta</i> , <i>Obovaria subrotunda</i> , <i>Ptychobranchus fasciolaris</i> , <i>Villosa fabalis</i>	Cobre	Toxicidade	América do Norte Canadá	Não	GILLIS <i>et al.</i> (2011)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Actinonaias pectorosa</i> , <i>Lampsilis fasciola</i> , <i>Medionidus conradicus</i> , <i>Pyganodon grandis</i> , <i>Villosa iris</i>	Cobre	Letalidade	América do Norte Estados Unidos	Não	JACOBSON <i>et al.</i> (1997)
Espécies - <i>Alathyria profuga</i> , <i>Cucumerunio novaehollandiae</i> , <i>Hyridella drapeta</i> , <i>Hyridella australis</i> , <i>Hyridella depressa</i> , <i>Velesunio ambiguus</i>	Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Níquel, Zinco	Letalidade	Oceania Austrália	Não	MARKICH (2017)
Espécie - <i>Amerianna cumingi</i>	Urânio	Destino do composto	Oceania Austrália	Não	HOGAN <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cádmio, Cobre, Zinco	Acumulação tecidual	Europa Ucrânia	Não	FALFUSHYNSKA, GNATYSHYNA & STOLIAR (2013)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cobre	Acumulação tecidual	Europa Alemanha	Não	NUGROHO & FRANK (2012)
Espécie - <i>Anodonta anatina</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	Europa Alemanha	Não	NGO, GERSTMANN & FRANK (2011)
Espécies - <i>Anodonta anatina</i> , <i>Anodonta cygnea</i> , <i>Unio tumidus</i>	Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Estrôncio, Manganês, Zinco	Acumulação tecidual	Europa Finlândia	Não	KHOLODKEVICH <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cobre	Acumulação tecidual	Europa, Ásia Rússia	Não	FOKINA <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Alumínio	Acumulação tecidual	Europa Hungria	Não	KÁDAR <i>et al.</i> (2001)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Anodonta cygnea</i> , <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Physa fontinalis</i>	Cádmio	Captação, acumulação tecidual	Ásia Irã	Não	JAVANSHIR, SHAPOORI & MOËZZI (2011)
Espécies - <i>Anodonta cygnea</i> , <i>Dreissena polymorpha</i>	Cádmio, Cobre, Chumbo, Zinco	Acumulação tecidual	Europa, Ásia Turquia	Não	ALTUG & OKGERMAN (2008)
Espécie - <i>Anodonta grandis</i>	Cádmio, Cobre e Zinco	Captação, acumulação tecidual	América do Norte Canadá	Não	COUILLARD, CAMPBELL & TESSIER (1993)
Espécie - <i>Anodonta woodiana</i>	Cádmio	Acumulação tecidual, depuração	Ásia China	Não	JING <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Anodontites trapesialis</i>	Ferro, Manganês, Zinco	Acumulação tecidual	América do Sul Brasil	Não	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Bellamya aeruginosa</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	Ásia China	Sim	MA <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Bellamya aeruginosa</i>	Cobre	Sobrevivência, acumulação tecidual	Ásia China	Sim	MA <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Biomphalaria alexandrina</i>	Cádmio e manganês	Sobrevivência, letalidade	África / Ásia Egito	Não	HABIB <i>et al.</i> (2016)
Espécie: <i>Biomphalaria glabrata</i>	Chumbo, cádmio e mercúrio	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	ABD ALLAH <i>et al.</i> (2003)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Sobrevivência, acumulação tecidual	Europa Áustria	Sim	DVORAK <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cromo	Sobrevivência	América do Sul Brasil	Desovas não, adultos sim	TALLARICO <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	SALICE & ROESIJADI (2002)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	SALICE, MILLER & ROESIAD (2009)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio, Chumbo	Captação e depuração	América do Sul Argentina	Não	GUERRERO, NAHABEDIAN & WIDER (2000)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cádmio, Chumbo e Arsênio	Sobrevivência de embriões	América do Sul Argentina	Sim	ANSALDO <i>et al.</i> (2009)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Inseticida Azinphos-methyl	Sobrevivência de juvenis	América do Sul Argentina	Sim	KRISTOFF <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Chumbo	Acumulação tecidual, depuração	América do Sul Argentina	Sim	AISEMBERG <i>et al.</i> (2005)
Espécie: <i>Biomphalaria glabrata</i>	Chumbo, cádmio e mercúrio	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	ABD ALLAH <i>et al.</i> (2003)
Espécies - <i>Biomphalaria glabrata</i> , <i>Helisoma trivolvis</i> , <i>Physa acuta</i> , e <i>Stagnicola elodes</i>	Herbicida Atrazina	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	<i>B. glabrata</i> sim, restante não	GUSTAFSON, BELDEN & BOLEK (2015)
Espécie - <i>Biomphalaria straminea</i>	Inseticida Azinphos-methyl	Sobrevivência	América do Sul Argentina	Sim	BIANCO <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Biomphalaria straminea</i>	Inseticida Azinphos-methyl	Sobrevivência	América do Sul Argentina	Sim	COSSI <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Biomphalaria tenagophila</i>	Inseticida Endosulfan	Mortalidade de embriões	América do Sul Brasil	Sim	OLIVEIRA-FILHO <i>et al.</i> (2009)
Espécie - <i>Brotia hainanensis</i>	Cádmio	Captura, depuração e acumulação tecidual	Ásia China	Não	LAM <i>et al.</i> (1997)
Espécie - <i>Chilina gibbosa</i>	Inseticidas Carbaril, Clorpirifós e Acetamiprida	Sobrevivência	América do Sul Argentina	Não	HEBERT <i>et al.</i> (2021)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Chilina gibbosa</i>	Azinphos-methyl	Sobrevivência	América do Sul Argentina	Não	COSSI <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Chilina parchappii</i>	Inseticida Cipermetrina	Letalidade	América do Sul Argentina	Não	JUAN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula australis</i>	Cádmio, Chumbo, Cobre, Zinco	Acumulação tecidual	Oceania Austrália	Não	TAYLOR <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Inseticidas organofosforados	Acumulação corporal	Ásia China	Não	WU <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	Europa Portugal	Não	PARRA <i>et al.</i> (2002)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Arsênio, Cádmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estrôncio, Ferro, Manganês, Níquel, Vanádio, Zinco	Acumulação tecidual	Ásia China	Não	LI <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Chumbo	Acumulação tecidual	Ásia China	Não	FAN <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	Ásia China	Não	GENG <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	Europa Portugal	Não	VALE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Arsênio	Acumulação tecidual, depuração	Europa Portugal	Não	COSTA <i>et al.</i> (2009)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Selênio	Acumulação tecidual, depuração	Europa França	Não	ADAM-GUILLERMIN <i>et al.</i> (2009)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Arsênio	Captação e depuração, acumulação tecidual, letalidade	Ásia China	Não	LIAO <i>et al.</i> (2008)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	Europa França	Não	LEGEAY <i>et al.</i> (2005)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Urânio	Captação e depuração, acumulação tecidual	Europa França	Não	SIMON & GARNIER-LAPLACE (2004)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cádmio e Zinco	Acumulação tecidual	Europa França	Não	BAUDRIMONT <i>et al.</i> (1999)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Chumbo e Urânio	Captação e depuração, acumulação tecidual, letalidade	Europa França	Não	LABROT <i>et al.</i> (1999)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Biocidas Niclosamida, polidialildimetilamônio, nitrato de amônio, cloreto de potássio e dimetoato	Letalidade	Europa Portugal	Não	ROSA <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Inseticida Fenitrothion	Letalidade	América do Sul Argentina	Não	ONETO <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i>	Cobre	Captação e depuração	América do Norte Estados Unidos	Não	CROTEAU & LUOMA (2005)
Espécie - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Dreissena polymorpha</i>	Cádmio e Zinco	Acumulação tecidual	Europa França	Não	ACHARD-JORIS <i>et al.</i> (2006)
Espécies - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Dreissena polymorpha</i>	Cádmio, Zinco, Cobalto, Prata, Césio	Captação e depuração, acumulação tecidual	Europa França	Não	FRAYSSE <i>et al.</i> (2002)
Espécies - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Quadrula quadrula</i>	Ferro	Acumulação tecidual	América do Norte Estados Unidos	Não	MILAM & FARRIS (1998)
Espécie - <i>Diplodon chilensis</i>	Cobre	Acumulação tecidual	América do Sul Chile	Não	VALDOVINOS <i>et al.</i> (1998)
Espécie - <i>Dreissena bugensis</i>	Fosfato de sódio	Letalidade	América do Norte Estados Unidos	Não	VIJAYAVEL & KASHIAN (2019)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Zinco, Cádmio	Acumulação corporal	Europa França	Não	BOURGEAULT, GOURLAY-FRANCÉ & TUSSEAU-VUILLEMIN (2010)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Metaldeído	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Não	PUTCHAKAYALA & RAM (2000)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Inseticidas Thiometon, Disulfoton, Malation, Demeton-S-metil	Sobrevivência, acumulação tecidual	Europa Suíça	Não	DAUBERSCHIMIDT, DIETRICH & SCHLATTER (1996)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Cobre	Captação, acumulação tecidual	Europa Alemanha	Não	LE <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Cobre	Acumulação tecidual	Europa Reino Unido	Não	VERNON & JHA (2019)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Prata	Acumulação tecidual, letalidade	Europa França	Não	BERTHET <i>et al.</i> (1992)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Metaldeído	Viabilidade	América do Norte Estados Unidos	Não	PUTCHAKAYALA & RAM (2000)
Espécies - <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Lampsilis siliquoidea</i>	Dióxido de carbono	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Não	WALLER & BARTSCH (2018)
Espécie - <i>Egeria radiata</i>	Cádmio, Chumbo e Lindano	Sobrevivência, letalidade	África Nigéria	Não	UDOIONG & JOHNSON (1999)
Espécie - <i>Elliptio buckleyi</i>	Cobre e Zinco	Acumulação tecidual	América do Norte Estados Unidos	Não	GRACE, POPONI & AUTER (2005)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies: <i>Epioblasma capsaeformis</i> , <i>Lampsilis fasciola</i> , <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Lampsilis abrupta</i> , <i>Villosa iris</i>	Cobre	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Não	WANG <i>et al.</i> (2007)
Espécies - <i>Fusconaia flava</i> , <i>Obliquaria reflexa</i>	Piscicida 3-trifluorometil-4-nitrofenol (TFM)	Letalidade, acumulação corporal	América do Norte Estados Unidos	Não	WALLER, RACH & LUOMA (1998)
Espécie - <i>Galatea paradoxa</i>	Cálcio, Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro, Magnésio, Manganês, Zinco	Acumulação tecidual	África Nigéria	Não	ETUK, KING & INA (2000)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Zinco	Acumulação tecidual, distribuição subcelular	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio	Sobrevivência, acumulação tecidual	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio	Acumulação tecidual, distribuição subcelular	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Chumbo	Acumulação tecidual, distribuição subcelular	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio, Chumbo, Cobre, Zinco	Acumulação tecidual	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio, Chumbo, Zinco	Acumulação tecidual	Oceania Austrália	Não	AMATO <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Hyridella australis</i>	Cádmio	Sobrevivência, acumulação tecidual	Oceania Austrália	Não	WADIGE <i>et al.</i> (2014)
Espécies - <i>Hyridella depressa</i> , <i>Velesunio ambiguus</i>	Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cobalto, Manganês	Captação, acumulação tecidual	Oceania Austrália	Não	MARKICH & JEFFREE (1994)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Herbicida Benzofenap (Taipan 300)	Sobrevivência	Oceania Austrália	Não	WILSON, STEVENS & WATTS (2000)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	Sobrevivência, acumulação tecidual	Oceania Austrália	Sim	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Isidorella newcombi</i>	Cobre	Sobrevivência, acumulação tecidual, sobrevivência de juvenis	Oceania Austrália	Não	UBRIHIEN <i>et al.</i> (2020)
Espécies - <i>Lamellidens jenkinsianus</i> , <i>Parreysia corrugata</i>	Chumbo	Letalidade	Ásia Índia	Não	BRAHMA & GUPTA (2020)
Espécie - <i>Lampsilis fasciola</i>	Cloreto de Sódio	Influxo, acumulação corporal	América do Norte Canadá	Não	NOGUEIRA <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Lampsilis siliquoidea</i>	Pesticidas Clorotalonil, propiconazol e piraclostrobina	Toxicidade	América do Norte Estados Unidos	Não	BRINGOLF <i>et al.</i> (2007)
Espécies - <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Ligumia recta</i> , <i>Megaloniaias nervosa</i> , <i>Sphaerium simile</i>	Boro	Letalidade	América do Norte Estados Unidos	Não	SOUCEK, DICKINSON & KOCH (2011)
Espécies - <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Ligumia recta</i> , <i>Potamilus alatus</i>	Cobre	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	PANDOLFO, COPE & ARELLANO (2010)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Villosa iris</i>	Fungicidas: Azoxistrobina, Boscalida, Metalaxil e Miclobutanil Inseticidas neonicotinóides: Clotianidina, Imidacloprida e Tiametoxam Inseticidas carbamatos: Carbaril e Malation Inseticida organofosforado: Clorpirifós Inseticida butenolida: Flupiradifurone	Toxicidade	América do Norte Canadá	Não	JOSEPH <i>et al.</i> (2018)
Espécies - <i>Lanistes varicus</i> , <i>Melanoides tuberculata</i>	Cobre e Zinco	Acumulação corporal	África Nigéria	Não	AKINDELE <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Lasmigona costata</i>	Cobre	Acumulação tecidual	América do Norte Canadá	Não	NOGUEIRA <i>et al.</i> (2013)
Espécie - <i>Limnoperna fortunei</i>	Cádmio, Cromo e Níquel	Letalidade	América do Sul Argentina	Não	CRESPO <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Lymnaea natalensis</i>	Cádmio, Chumbo, Cobre, Ferro, Níquel, Zinco	Acumulação tecidual	África Zimbábue	Não	SIWELA, NYATHI & NAIK (2010)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Pesticida Lindano e inseticida Deltametrina	Sobrevivência, acumulação corporal	Europa França	Não consta	CAQUET <i>et al.</i> (1992)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Herbicida Atrazina e hexaclorobenzeno	Sobrevivência	Europa França	Não	BATURO, LAGADIC & CAQUET (1995)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Cromo, Zinco e Ferro	Sobrevivência, acumulação corporal	Europa França	Não	COEURDASSIER <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Herbicida Atrazina e hexaclorobenzeno	Sobrevivência	Europa França	Não	BATURO, LAGADIC & CAQUET (1995)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Pesticida Lindano e inseticida Deltametrina	Sobrevivência, acumulação corporal	Europa França	Não consta	CAQUET <i>et al.</i> (1992)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Vinclozolin, clordecona e fenitrotiona	Sobrevivência	Europa França	Sim	GIUSTI <i>et al.</i> (2014)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Fungicida piraclostrobina	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	FIDDER <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Fungicida Piraclostrobina	Letalidade	América do Norte Estados Unidos	Sim	FIDDER, REÁTEGUI-ZIRENA & SALICE (2018)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio, fungicida Prochloraz	Sobrevivência	Europa França, Alemanha, Reino Unido, Bélgica, Portugal, Dinamarca, Suécia / América do Norte Estados Unidos	Sim	CHARLES <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Sobrevivência	Europa França	Não	COEURDASSIER <i>et al.</i> (2004)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Herbicida diquat	Sobrevivência	Europa França	Sim	DUCROT, PÉRY & LAGADIC (2010)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Sobrevivência, acumulação tecidual	América do Norte Estados Unidos	Sim	REÁTEGUI-ZIRENA <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cobre	Letalidade	América do Norte Estados Unidos	Não	BRIX, ESBAUGH & GROSEL (2011)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio, Cobre, Níquel	Eficiência de assimilação	América do Norte Estados Unidos	Sim	CROTEAU & LUOMA (2008)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cobre	Captação e depuração, acumulação tecidual	Europa Alemanha	Sim	WEBER <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Herbicida diquat	Sobrevivência de embriões, sobrevivência de juvenis	Europa França	Sim	DUCROT, PÉRY & LAGADIC (2010)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Prata	Captação e depuração, acumulação corporal	América do Norte Estados Unidos	Sim	CROTEAU <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio, Cobre, Níquel	Captação de metais	América do Norte Estados Unidos	Sim	CROTEAU & LUOMA (2009)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cromo, Cobre e Cádmio	Eficiência de assimilação	América do Norte Estados Unidos	Sim	CROTEAU, LUOMA & PELLET (2007)
Espécie - <i>Melanoides tuberculata</i>	Cobre, Cádmio, Zinco, Chumbo, Níquel, Ferro, Alumínio, Manganês	Letalidade, acumulação tecidual	Ásia Malásia	Não	SHUHAIMI-OTHMAN, NUR-AMALINA & NADZIFAH (2012)
Espécies - <i>Melanoides tuberculata</i> , <i>Helisoma duryi</i>	Cádmio e Zinco	Captação de metais	África África do Sul	Não consta	MOOLMAN, VAN VUREN & WEPENER (2007)
Espécie - <i>Musculium</i> spp	Zinco e Cádmio	Sobrevivência, acumulação corporal	América do Norte Estados Unidos	Não	SCHOONOVER <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Cádmio	Sobrevivência de embriões	Ásia China	Não	CHEUNG & LAM (1998)
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Microplásticos de fenol-formaldeído	Ingestão, egestão, letalidade	Oceania Austrália	Não	TRESTRAIL <i>et al.</i> (2020)
Espécies: <i>Physa acuta</i> e <i>Ancylus fluviatilis</i>	Herbicida Atrazina	Sobrevivência	Europa Espanha	Não	ROSÉS, POQUET & MUÑOZ (1999)
Espécie - <i>Physa fontinalis</i>	Herbicida Paraquat	Sobrevivência	Europa Itália	Não	BACCHETA, MANTECCA & VAILATI (2002)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Physa fontinalis</i> , <i>Planorbis contortis</i> e <i>Lymnaea stagnalis</i>	Acetato de fentina	Toxicidade, letalidade	Europa Países Baixos	Não consta	ROESSINK <i>et al.</i> (2006)
Espécie - <i>Physa pomilia</i>	Cádmio	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	KIMBERLY & SALICE (2013)
Espécie - <i>Pisidium amnicum</i>	2,4,5-Triclorofenol	Acumulação e depuração	Europa Finlândia	Não	HEINONEN, KUKKONEN & HOLOPAINEN (2000)
Espécie - <i>Planorbarius corneus</i>	Inseticidas Carbaril e Azinphos-methyl	Captação e depuração	América do Sul Argentina	Não	CACCIATORE, GUERRERO & COCHÓN (2018)
Espécie - <i>Pomacea canaliculata</i>	Antimônio, Arsênio, Bário, Bromo, Zinco, Cromo, Ferro, Mercúrio, Urânio	Acumulação tecidual	América do Sul Argentina	Sim	VEGA <i>et al.</i> (2012)
Espécies - <i>Pomacea lineata</i> e <i>Sulcospira hainanensis</i>	Níquel	Letalidade	Ásia China	Não	WANG <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Cádmio	Sobrevivência	Europa Dinamarca	Não	MØLLER, FORBES & DEPLEDGE (1994)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Arsênio, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Níquel, Prata, Selênio, Zinco	Sobrevivência, acumulação de metais	Europa França	Não	GUST <i>et al.</i> (2011)
Espécie - <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Herbicida Atrazina	Sobrevivência	Europa França	Sim	GERARD & POUILLAIN (2005)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	Distribuição subcelular	América do Norte Canadá	Não	WANG <i>et al.</i> (1999)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio, Cálcio, Cobre, Zinco	Distribuição subcelular	América do Norte Canadá	Não	COUILLARD <i>et al.</i> (1995)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	América do Norte Canadá	Não	MASSON <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio, Cobre e Zinco	Acumulação tecidual, acumulação celular	América do Norte Canadá	Não	GIGUÈRE <i>et al.</i> (2003)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio	Acumulação tecidual	América do Norte Canadá	Não	PERCEVAL <i>et al.</i> (2002)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio, Chumbo, Cobre, Níquel, Zinco	Acumulação tecidual	América do Norte Canadá	Não	STEWART (1999)
Espécie - <i>Sinanodonta woodiana</i>	Antimicrobianos Bronopol e Detarox® AP	Letalidade	Europa Itália	Não	MAGARA <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Somatogyrus viriginicus</i>	Herbicida Fluridona	Letalidade	América do Norte Estados Unidos	Não	ARCHAMBAULT <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Stagnicola elodes</i>	Herbicida Atrazina	Sobrevivência	América do Norte Canadá	Não	KOPRIVNIKAR & WALTER (2011)
Espécie - <i>Theodoxus fluviatilis</i>	Urânio	Sobrevivência	Europa Portugal	Não	BERGMANN <i>et al.</i> (2018)
Espécie - <i>Theodoxus fuviatilis</i>	Cobre	Sobrevivência	Europa Alemanha	Não	ROTHMEIER <i>et al.</i> (2020)
Espécie - <i>Utterbackia imbecillis</i>	Sulfato	Captação e depuração	América do Norte Estados Unidos	Não	GRIFFITH, LAZORCHAK & HARING (2020)
Espécie - <i>Utterbackia imbecillis</i>	Atrazina, Diazinon (Diazinon Ultra) Cobre, Sal de Isopropilamina de Glifosato (Roundup), Carbaril (Sevin)	Letalidade	América do Norte Estados Unidos	Não	CONNERS & BLACK (2004)
Espécie - <i>Valvata piscinalis</i>	Zinco	Sobrevivência	Europa França	Sim	DUCROT <i>et al.</i> (2006)
Espécies - <i>Velesunio angasi</i> , <i>Velesunio</i> spp.	Magnésio	Letalidade	Oceania Austrália	Não	KLEINHENZ <i>et al.</i> (2019)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Villosa iris</i>	Mercurio	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Não	VALENTI <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Villosa iris</i>	Cálcio, Potássio, Magnésio, Sódio	Sobrevivência	América do Norte Estados Unidos	Sim	CIPARIS <i>et al.</i> (2015)
Espécie - <i>Viviparus contectus</i>	Cobre	Sobrevivência, acumulação corporal	Europa Reino Unido	Não	SVENDSEN & WEEKS (1995)
Espécie - <i>Viviparus georgianus</i>	Cádmio e Mercurio	Acumulação corporal	América do Norte Canadá	Não	TESSIER, VAILLANCOURT & PAZDERNIK (1996)

Tabela 10. Estudos em ecotoxicologia com Bivalves e Gastrópodes utilizando marcadores morfológicos. Fonte: Elaborada pela autora.

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies - <i>Alasmidonta heterodon</i>, <i>Epioblasma brevidens</i>, <i>Epioblasma capsaeformis</i>, <i>Lampsilis fasciola</i>, <i>Villosa iris</i>	Cloro	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Gloquídias não, juvenis sim	VALENTI <i>et al.</i> (2006)
Espécie - <i>Anodonta cygnea</i>	Cobre, Chumbo, Cromo, Zinco	Mineralização das conchas	Europa Portugal	Não	LOPES-LIMA <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Bellamya aeruginosa</i>	Cobre	Crescimento	Ásia China	Sim	MA <i>et al.</i> (2010)
Espécie: <i>Biomphalaria glabrata</i>	Chumbo, Cádmio e Mercurio	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	ABD ALLAH, WANAS & THOMPSON (2003)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Biomphalaria glabrata</i>	Cromo	Má-formação embrionária	América do Sul Brasil	Desovas não, adultos sim	TALLARICO <i>et al.</i> (2014)
Espécies - <i>Biomphalaria glabrata</i> , <i>Helisoma trivolvis</i> , <i>Physa acuta</i> , e <i>Stagnicola elodes</i>	Herbicida Atrazina	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	<i>B. glabrata</i> sim, restante não	GUSTAFSON, BELDEN & BOLEK (2015)
Espécie - <i>Biomphalaria tenagophila</i>	Inseticida Endosulfan	Má formação embrionária	América do Sul Brasil	Sim	OLIVEIRA-FILHO <i>et al.</i> (2009)
Espécies - <i>Corbicula fluminea</i> , <i>Quadrula quadrula</i>	Ferro	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Não	MILAM & FARRIS (1998)
Espécie - <i>Corbicula largillierti</i>	Fungicida Clorotalonil	Alterações morfométricas	América do Sul Argentina	Não	REYNA <i>et al.</i> (2021)
Espécie - <i>Diplodon expansus</i>	Herbicida Atrazina	Alterações morfológicas - Filamentos branquiais	América do Sul Brasil	Não	NOGAROL, BROSSI-GARCIA & FONTANETTI (2012)
Espécie - <i>Dreissena polymorpha</i>	Bayluscide WP 70 (Cloreto de potássio), polyDADMAC (polidialildimetilamônio)	Peso, comprimento das conchas	Europa Reino Unido	Não	COSTA, ALDRIDGE & MOGGRIDGE (2008)
Espécies - <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Unio elongatulus</i>	Clorotalonil, Irgarol 1051, cobre, mercúrio inorgânico, metilmercúrio	Desenvolvimento de embriões	Europa Espanha	Não	FARIA <i>et al.</i> (2010)
Espécie - <i>Elliptio buckleyi</i>	Cobre e Zinco	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Não	GRACE, POPONI & AUTER (2005)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécies: <i>Epioblasma capsaeformis</i> , <i>Lampsilis fasciola</i> , <i>Lampsilis siliquoidea</i> , <i>Lampsilis abrupta</i> , <i>Villosa iris</i>	Cobre	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Não	WANG <i>et al.</i> (2007)
Espécie - <i>Lampsilis siliquoidea</i>	Pesticidas Clorotalonil, propiconazol e piraclostrobina	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Não	BRINGOLF <i>et al.</i> (2007)
Espécie - <i>Lampsilis siliquoidea</i>	Atrazina, Clorpirifós, Permetrina	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	BRINGOLF <i>et al.</i> (2007)
Espécie - <i>Lymnaea palustris</i>	Herbicida Atrazina e hexaclorobenzeno	Crescimento	Europa França	Não	BATURO, LAGADIC & CAQUET (1995)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	REÁTEGUI-ZIRENA <i>et al.</i> (2017)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Chumbo	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	BRIX <i>et al.</i> (2012)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Chumbo	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	GROSELL & BRIX (2009)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Metaldeído, Zinco	Crescimento de embriões	Europa Reino Unido	Sim	HALLET <i>et al.</i> (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Cádmio	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	REÁTEGUI-ZIRENA, FIDDER & SALIC (2016)
Espécie - <i>Lymnaea stagnalis</i>	Herbicida diquat	Desenvolvimento de embriões, desenvolvimento de juvenis	Europa França	Sim	DUCROT, PÉRY & LAGADIC (2010)
Espécie - <i>Marisa cornuarietis</i>	Vinclozolin	Imposex, redução no tamanho do órgão sexual masculino	Europa Alemanha	Não	TILLMANN <i>et al.</i> (2001)

Classificação	Xenobióticos	Marcadores	Localidade	Criado em laboratório	Referência
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Nanopartículas de prata	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	BERNOT & BRANDENBURG (2013)
Espécie - <i>Physa acuta</i>	Cádmio	Crescimento de embriões	Ásia China	Não	CHEUNG & LAM (1998)
Espécies: <i>Physa acuta</i> e <i>Ancylus fluviatilis</i>	Herbicida Atrazina	Crescimento	Europa Espanha	Não	ROSÉS, POQUET & MUÑOZ (1999)
Espécie - <i>Potamophyrgus jenkinsi</i>	Cádmio, Cobre e Zinco	Crescimento	Europa Países Baixos	Sim	DORGELO, MEESTER & VAN VELZEN (1995)
Espécie - <i>Pyganodon grandis</i>	Cádmio, Cálcio, Cobre, Zinco	Crescimento	América do Norte Canadá	Não	COUILLARD <i>et al.</i> (1995)
Espécie - <i>Valvata piscinalis</i>	Zinco	Crescimento	Europa França	Sim	DUCROT <i>et al.</i> (2006)
Espécies - <i>Velesunio angasi</i> , <i>Velesunio spp.</i>	Magnésio	Crescimento	Oceania Austrália	Não	KLEINHENZ <i>et al.</i> (2019)
Espécie - <i>Villosa iris</i>	Mercurio	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Não	VALENTI <i>et al.</i> (2005)
Espécie - <i>Villosa iris</i>	Cálcio, Potássio, Magnésio, Sódio	Crescimento	América do Norte Estados Unidos	Sim	CIPARIS <i>et al.</i> (2015)