



•NOVA•
UCSAL

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E DA SAÚDE
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Utilização de espécies de cladóceros (Crustacea: Brachiopoda) em
ensaios ecotoxicológicos**

PHILIPPE COSTA DE OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Eder Carvalho

SALVADOR

2019

PHILIFE COSTA DE OLIVEIRA

**Utilização de espécies de cladóceros (Crustacea: Brachiopoda) em
ensaios ecotoxicológicos**

Artigo Científico apresentado ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Católica do Salvador,
como requisito para obtenção do grau de Bacharel
em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Eder Carvalho

SALVADOR
2019

AGRADECIMENTOS

Ao **Criador**, pelo milagre da vida e a existência de tudo que hoje a Biologia me permite pesquisar, analisar e compreender.

A **mim**, pelo esforço, paciência, perseverança, foco e luz que carrego a todo o momento e irradio a todos no meu convívio.

Aos **meus pais David e Cris**, alicerces meus, razões da minha existência e exemplos de amor, altruísmo e fé. Agradeço por trilharem comigo todos os caminhos que decidi seguir, prezando sempre por valores, autocrítica e integridade em tudo que eu me propuser a fazer.

Ao **Dr. Eder Carvalho**, meu orientador, pela paciência, leveza e celeridade em acompanhar e me instruir em disciplinas e nesse tão importante trabalho. Você é uma forte referência do que significa ser biólogo para mim.

Aos professores **Paulo Tadeu** (meu segundo pai, Odin), **Marcelo Dias**, **Marcelo Peres**, **Sara Vaz**, **Anderson Abbehusen**, **José Carlos**, e tantos outros que serei eternamente grato por fazerem de mim o profissional que sou hoje.

A **Tatiane Barduke**, minha supervisora de estágio do INEMA. Obrigado por tudo, você é uma profissional incrível, foi um privilégio trabalhar contigo.

Aos **meus amigos**, por serem peças essenciais que tornam minha vida mais leve e feliz.

A **UCSAL**, por todo suporte e estrutura que me acolheu e que sempre terei como meu segundo lar. Eu amo meu campus Pituiaçu, guardarei lembranças para sempre.

A todos vocês, meu muitíssimo obrigado!

RESUMO

A intensa atividade humana sobre a natureza contribui para sua degradação, sendo o meio aquático, entre os recursos naturais, o mais suscetível a impactos da atividade humana, já que são utilizados como local de despejo de efluentes domésticos e industriais. A Ecotoxicologia surgiu como uma ciência que estuda e avalia os efeitos dos agentes físicos, químicos e biológicos sobre organismos vivos e suas organizações naturais (populações, comunidades e ecossistemas). Através de biomonitoramento e testes de toxicidade, organismos são utilizados como ferramentas para uma resposta de avaliação de mudanças no ambiente de curto ou de longo prazo (toxicidade aguda ou crônica), tendo em vista que apenas análises físico-químicas não são suficientes para determinação de potenciais efeitos à biota. Os cladóceros, conhecidos como “pulgas d’água”, (Crustacea: Brachiopoda) são organismos planctônicos e filtradores, que se alimentam de partículas, algas e demais detritos orgânicos em ambientes aquáticos nos quais estão inseridos, muito sensíveis a alterações ambientais e, dada a essa característica, são submetidos aos mais diversos tipos de poluentes em ensaios ecotoxicológicos, uma vez que estão em níveis iniciais da cadeia trófica, servindo de alimento preferencialmente para peixes, podendo afetar outras instâncias da cadeia alimentar. Em revisão bibliográfica dos últimos 10 anos (2009-2018), as espécies exóticas *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* foram as espécies mais utilizadas para estudos de toxicidade aguda e crônica, respectivamente, atendendo a ensaios que abrangem ambientes contaminados por metais pesados (As, Cd, Cr, Cu, Zn), produtos químicos e nanoparticulados (Ag, Ti), além da sua utilização para medição de qualidade de rios e bacias. As espécies *Ceriodaphnia silvestrii* e *Daphnia magna* foram utilizadas para compor análises de corpos hídricos sob influência de agrotóxicos e xenobióticos, servindo também como ferramenta para rastreamento de fontes de poluição. As espécies nativas *Daphnia laevis* e *Macrothrix flabelligera* foram as menos selecionadas para compor estudos. Os critérios observados para seleção das espécies mais utilizadas foram: ampla distribuição dos organismos, ciclo de vida curto, rápida reprodução e, associada as estas características, estabelecimento de protocolos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e CETESB, no que tange a preparação, manejo e uso dessas espécies. Foi concluído que a versatilidade e diferenças no padrão de sensibilidade dos organismos aos testes que foram submetidos contribuem na escolha destes, inclusive o respaldo técnico e legal dos protocolos existentes, no entanto, é importante a continuidade de pesquisas que tenham a finalidade de inserir outras espécies nativas nas normativas legais, para maior confiabilidade nos resultados, além de trabalhos que visem cada vez mais a manutenção, controle e conservação dos corpos hídricos, consolidando os cladóceros cada vez mais como importantes ferramentas da ecotoxicologia e biomonitoramento.

Palavras-chave: Cladóceros. Ensaio Ecotoxicológicos. Biomonitoramento.

ABSTRACT

The intense human activity on nature contributes to its degradation, being the aquatic environment, among the natural resources, the most susceptible to impacts of human activity, since they are used as a place of disposal of domestic and industrial effluents. Ecotoxicology has emerged as a science that studies and evaluates the effects of physical and chemical agents on living organisms and their natural organizations (populations, communities and ecosystems). Through biomonitoring and toxicity tests, organisms are used as tools for a response (acute or chronic toxicity), given that only physical-chemical analyzes are not sufficient to determine potential effects on biota. The cladocerans, known as "water fleas" (Crustacea: Brachiopoda) are planktonic and filtering organisms that feed on particles, algae and other organic debris in aquatic environments in which they are inserted, very sensitive to environmental changes and, given to this characteristic, they are submitted to the most diverse types of pollutants in ecotoxicological tests, since they are in initial levels of the food chain, serving as food preferentially for fishes, being able to affect other instances of the food chain. In a literature review of the last 10 years (2009-2018), the exotic species *Daphnia similis* and *Ceriodaphnia dubia* were the most used species for acute and chronic toxicity studies, respectively, considering tests that include environments contaminated with heavy metals (As, Cd, Cr, Cu, Zn), chemical and nanoparticulate (Ag, Ti), besides its use for the measurement of river and basin quality. The species *Ceriodaphnia silvestrii* and *Daphnia magna* were used to compose analyzes of water bodies under the influence of agrochemicals and xenobiotics, also serving as a tool to trace sources of pollution. The native species *Daphnia laevis* and *Macrothrix flabelligera* were the least selected to compose studies. The criteria used to select the most used species were: wide distribution of organisms, short life cycle, rapid reproduction and, associated with these characteristics, establishment of protocols by the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) and CETESB, regarding the preparation, management and use of these species. It was concluded that the versatility and differences in the sensitivity of the organisms to the tests that were submitted contribute to the selection of these, including the technical and legal support of the existing protocols, however, it is important to continue research that has the purpose of inserting other species native to the legal regulations, for greater reliability in the results, besides works that increasingly aim at the maintenance, control and conservation of water bodies, consolidating cladocerans as important tools of ecotoxicology and biomonitoring.

Keywords: Cladocerans. Ecotoxicological assays. Biomonitoring.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. Objetivo Geral	10
2.2. Objetivos Específicos	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento imprescindível para manutenção de todas as formas de vida. Apenas 3% da água do planeta está disponível como água doce, sendo grande parte congelada nas calotas polares ou restritas a aquíferos e outros locais de difícil acesso, sendo dessa forma um recurso reduzido (TUNDISI, 2003), restando apenas uma pequena parcela da sua disponibilidade para o consumo humano, após a correta adequação de suas características físicas, químicas e biológicas para torná-la potável.

A intensa atividade humana sobre a natureza contribui para sua degradação, principalmente após a expansão das atividades industriais e de urbanização. Na proporção em que há o desenvolvimento destas atividades, o ciclo natural da água é cada vez mais desequilibrado, havendo a degradação dos recursos hídricos, dado ao crescimento populacional e a dinâmica da produção e distribuição (BARROS; AMIN, 2008).

Além disso, o meio aquático, entre os recursos naturais, é o mais suscetível a impactos da atividade humana, já que são utilizados como local de despejo de dejetos e resíduos, podendo seu estado de qualidade ser alterado pelo lançamento de efluentes, afetando ecossistemas aquáticos e seus organismos (MARINHO *et al.*, 2017). Estes efluentes podem ser classificados em: (1) domésticos – oriundos das residências constituídos por nutrientes, microrganismos, matéria orgânica e substâncias de difícil degradação; (2) industriais – decorrentes de matérias-primas e dos processos de produção de fábricas, usinas e estações de tratamento, contendo compostos orgânicos e inorgânicos (metais pesados); (3) efluentes pluviais – águas residuais das chuvas que percorrem ruas e outros locais, carreando diversos tipos de sedimentos e que são lançadas na rede hidrográfica mais próxima sem tratamento algum (MERTEN; MINELLA, 2002).

A Ecotoxicologia surgiu na década de 1960, sendo uma ciência que permite o estudo e avaliação dos efeitos de agentes físicos e químicos (naturais ou sintéticos) sobre organismos vivos e suas organizações naturais (populações, comunidades e ecossistemas), assim como as formas de transporte dessas substâncias e suas interações com o meio (ZAGATTO,

2015), e se mostra uma ferramenta bastante relevante no estudo e monitoramento ambiental, podendo o pesquisador obter respostas agudas ou crônicas (diferindo na duração da exposição de substâncias aos organismos e as respostas finais obtidas) tendo como principal objetivo impedir, minimizar e prevenir danos ao ecossistema (MAGALHÃES; FERRÃO FILHO, 2008; COSTA, *et al.*, 2008). Dentre as técnicas utilizadas na Ecotoxicologia, o biomonitoramento é um importante método, onde um ou mais organismos são utilizados como ferramentas para uma resposta de avaliação de mudanças no ambiente, geralmente causadas por ações antrópicas (SÄMY; TORRENS; MEDEIROS, 2010), tendo em vista que apenas análises físico-químicas não são suficientes para determinação de potenciais efeitos à biota (COSTA *et al.*, 2008).

Para mensurar a qualidade dos corpos d'água, são realizados testes conhecidos como Testes de Toxicidade, que se tratam de ensaios em laboratório realizados sob condições e com técnicas específicas, utilizando organismos-testes (bioindicadores) para observar os efeitos tóxicos das amostras sobre estes em diferentes níveis de concentração (COSTA *et al.*, 2008), notando quaisquer possíveis manifestações biológicas dos organismos estudados, tais como letalidade, imobilidade, inibição de crescimento, alteração reprodutiva, entre outras (PRÓSPERI, 1993).

Para mais assertividade e segurança dos resultados e respostas dos testes, o efeito tóxico da amostra deve ser avaliado por mais de uma espécie e, de preferência que pertençam a diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar, sendo importante compreender que tais organismos devem apresentar características que facilitem a compreensão de seus resultados, tais como: grande disponibilidade e abundância, ampla distribuição, facilidade de cultivo e adaptação às condições laboratoriais, além de conhecidas características fisiológicas, genéticas e comportamentais (COELHO, 2006).

Os organismos da Ordem Cladocera, conhecidos comumente como “pulgas d'água”, constituem um grupo importante para estudos ecotoxicológicos. Trata-se de pequenos crustáceos planctônicos, filtradores que formam um grupo límnic. Possuem tamanhos que varia por espécies, medindo cerca de 0,2 a 3,0mm (*Ceriodaphnia* sp. são menores que as *Daphnia* sp.) sendo muito sensíveis a alterações ambientais, tornando-os ideais para

testes ecotoxicológicos (SÄMY; TORRENS; MEDEIROS, 2010). Geralmente se alimentam de algas, bactérias e matéria orgânica através do seu sistema de filtragem. Realizam reprodução assexuada (partenogenética) em ambientes favoráveis ou reprodução sexuada em ambientes desfavoráveis, onde são produzidos alguns ovos altamente resistentes (efípios) que darão origem a machos e fêmeas sexuais (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; COELHO, 2006).

Como um todo, a utilização do grupo *Cladocera* como bioindicador é bastante utilizado no país, abrangendo ensaios de diversos tipos de poluentes, bem como, é um organismo de fácil cultivo em laboratório (em relação a outros organismos) (ZAGATTO, 1988), no entanto, as espécies frequentemente utilizadas e observadas em diversos estudos atualmente disponíveis são da família Daphniidae (Straus, 1820), e correspondem aos gêneros *Daphnia* spp., e *Ceriodaphnia* spp.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Avaliar a importância das espécies de cladóceros em estudos ecotoxicológicos.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar as espécies mais utilizadas de acordo ao estudo realizado;
- Avaliar critérios de utilização das espécies nos estudos revisados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é um estudo exploratório por meio de uma pesquisa bibliográfica desenvolvida a partir de material já publicado em artigos científicos que foram acessados nas bases de dados Scielo, Lilacs e Google Acadêmico. Foram selecionadas publicações nacionais dos últimos 10 anos (2009 a 2018), usando os seguintes descritores: ensaios ecotoxicológicos, cladóceros, efeitos agudos e crônicos; em inglês: ecotoxicological assays, cladocerans, acute and chronic effects. Para seleção dos artigos foram considerados, como critérios de inclusão, as referências que abordassem a avaliação ecotoxicológica de ambientes por meio da utilização dos cladóceros como bioindicadores, e foram excluídos aqueles que não atendessem a temática e que não citassem a utilização dos cladóceros em estudos ecotoxicológicos.

Os dados foram coletados após uma leitura exploratória de todo material selecionado, seguido de uma leitura seletiva, registro das informações extraídas dos artigos em instrumento específico (ex. autores, ano, método, resultados e conclusões).

Os dados coletados foram analisados e interpretados através de uma leitura analítica que possibilitou a sumarização das informações de forma a possibilitar a obtenção de respostas ao problema de pesquisa. Para finalizar uma estatística descritiva foi realizada no qual os dados foram apresentados em forma de gráficos e tabelas utilizando o programa Microsoft Excel 2016.

Com esta revisão buscou-se responder as seguintes perguntas:

1. Quais espécies são mais utilizadas?
2. Quais critérios são considerados para que determinada espécie seja selecionada e submetida a estudos agudos ou crônicos?
3. Quais são as principais utilizações dos cladóceros?

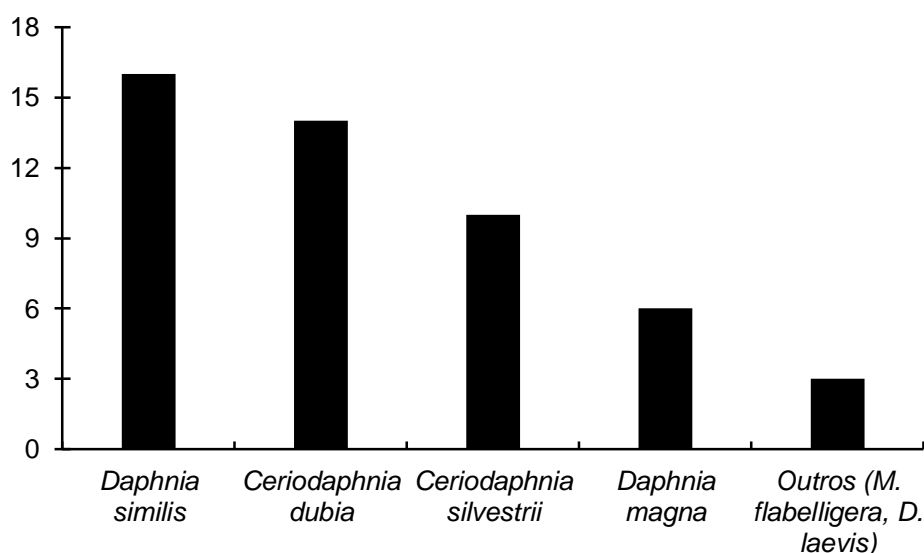
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisados 32 trabalhos entre artigos científicos, dissertações e teses, que possuem cladóceros como organismos bioindicadores utilizados na realização de testes ecotoxicológicos. Os estudos analisados apresentaram objetivos diversos na medição, controle e monitoramento de qualidade de corpos hídricos e seus sedimentos, sob influência de elementos que muitas vezes contribuem para a degradação destes ambientes.

Alguns locais de estudo dos trabalhos pesquisados correspondem a ambientes aquáticos sob influência de diversos componentes químicos. Dessa forma, foi perceptível a versatilidade do uso dos cladóceros nos bioensaios com a finalidade a que se propuseram.

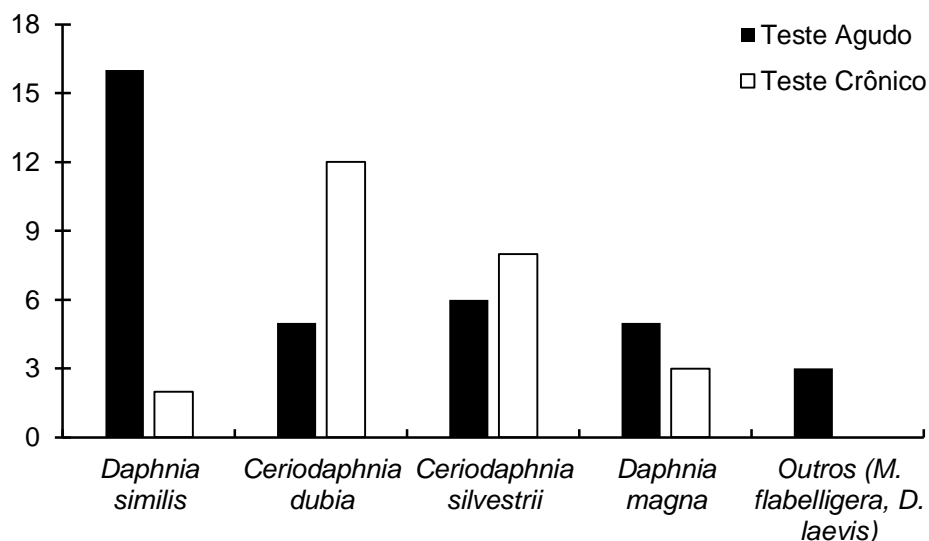
Daphnia similis Claus, 1876 foi a espécie mais utilizada nos testes ecotoxicológicos, seguido de *Ceriodaphnia dubia* Richard, 1894 (Figura 1). Espécies como *Daphnia magna* Straus, 1820, *Daphnia laevis* Birge, 1878 e *Macrothrix flabelligera* Smirnov, 1992 foram as menos selecionadas para compor os estudos.

Figura 1 – Frequência da utilização das espécies de Cladóceros utilizadas em estudos ecotoxicológicos nos últimos dez anos (2009-2018).



Dentre as espécies submetidas aos estudos ecotoxicológicos, *Daphnia similis* foi mais expressiva em ensaios agudos e *Ceriodaphnia dubia* em testes crônicos (Figura 2).

Figura 2 – Espécies utilizadas para testes agudos e crônicos em estudos ecotoxicológicos nos últimos dez anos (2009-2018).



A utilização em maioria *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* pode ser comum em estudos devido a diferenças na sensibilidade do organismo ao meio e ao estabelecimento e fácil acesso a normas e protocolos estabelecidos pela ABNT (ABNT, 2016; ABNT, 2017) e CETESB, principalmente nos ensaios ecotoxicológicos com efluentes industriais, já que para atendimento da Resolução SMA N° 03/2000 (SÃO PAULO, 2000) é recomendada a utilização de *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* para testes agudos e crônicos, respectivamente (CETESB, 2013).

A utilização de *Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia* foi bem diversificada, atendendo estudos de avaliação de toxicidade de rejeitos de mineração em rio (e.g. ABESSA, *et al.*, 2012), concentração letal e de inibição por exposição a chorumes e metais pesados extremamente tóxicos (Arsênico, Zinco, Cádmiio, Cobre) que afetam o organismo e, conseqüentemente a outros níveis da cadeia trófica (ARAUJO, 2010; CARVALHO *et al.*, 2017; SALES *et al.*, 2015) bem como, avaliação de potenciais danos ambientais provocados por fármacos, bactericidas, surfactantes aniônicos (em específico, dodecil benzeno sulfonato de sódio e dodecil sulfato de sódio) presentes em itens de limpeza e

higiene pessoal e nanoparticulados (COELHO, 2008; LAMEIRA, 2008; MAZIERO *et al.*, 2016; PUSCEDDU, 2009).

No biomonitoramento e medição da qualidade de água de rios e bacias hidrográficas, essas duas espécies foram prediletas dentre ensaios agudos e crônicos, tendo grande importância no uso de ambas pois em caso de ausência de toxicidade aguda, testes de longo prazo podem ser necessários para gerar dados definitivos sobre perturbações antrópicas e o impacto das substâncias no meio natural (LESSA, 2010; NEGREIRO, 2009; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2008; PINHEIRO, 2015; SILVA *et al.*, 2014).

É importante ressaltar que *C. dubia* e *D. similis* são exóticas, portanto adaptadas a diferentes condições climáticas e qualidade de água, sendo importante a ampliação de protocolos e legislações que privilegiem a utilização de espécies nativas (e.g. GOMES, 2015), sendo perceptível o pouco uso de tais espécies conforme observado nesta revisão (as nativas *Daphnia laevis* e *Macrothrix flabelligera*) (Figura 1 e Figura 2). Ainda assim *C. dubia* mostrou eficácia como bioindicador, sendo sugerida para ensaios de programas de monitoramento de sistemas aquáticos (ALVES; COBO, 2013).

Nos testes ecotoxicológicos em ambientes sob influência de efluentes industriais e químicos, as espécies são protagonistas em fornecer resultados que permitam compreender se o efluente, mesmo após tratado por biodegradação, diluição ou demais processos oxidativos, está livre de causar danos e riscos ao meio, pois processos de tratamento que são realizados de maneira incompleta podem gerar produtos intermediários que são tóxicos e, em doses subletais aos organismos, pode promover distúrbios fisiológicos e comportamentais em longo prazo (MARIA; LANGE e AMARAL, 2014; MASELLI, 2013; MICHELETTO *et al.*, 2017).

Além disso, atividades de menor escala oferecem grandes riscos aos corpos hídricos, como a piscicultura por exemplo, onde nesse tipo de atividade ocorre a utilização indiscriminada de químicos, pois em muitos casos o manejo adequado não é realizado por parte dos criadores, favorecendo o uso excessivo de permanganato de potássio (KMnO_4) como desinfetante em tanques e aquários para controle de doenças e parasitas nos animais (FRANÇA, 2009).

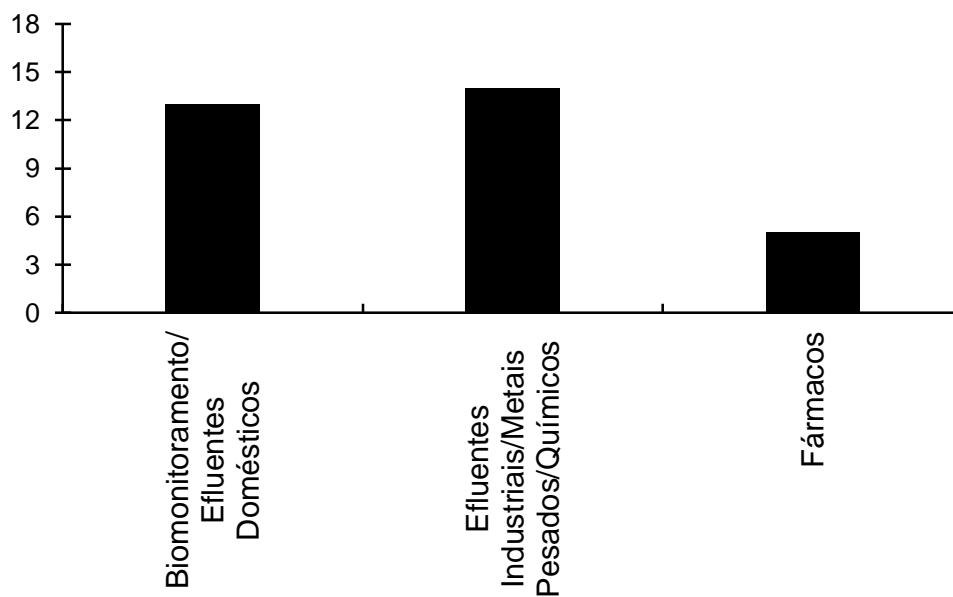
As espécies *Ceriodaphnia silvestrii* Daday, 1902 e *Daphnia magna*, nos estudos analisados, foram submetidas a ensaios ecotoxicológicos com objetivo de aferir qualidade de corpos hídricos sob influência de xenobióticos e agrotóxicos, bem como para controle de qualidade de águas e sedimentos (LUCHETA *et al.*, 2010; MANSANO, 2013; MOREIRA *et al.*, 2014; TERRA; GONÇALVES, 2013). Dentre os estudos analisados, *C. silvestrii* compôs análise que serve de subsídio para rastreamento rápido e preciso de fontes de contaminação em investigações forenses no que tange evidências de crimes ambientais (e.g. ALVES, *et al.*, 2015) e *D. magna* foi especialmente recomendada para ensaios ecotoxicológicos em águas com parâmetro de dureza elevada (e.g. JARDIM, *et al.*, 2008).

O critério de seleção dos organismos observados, na maioria dos estudos, foi a ampla distribuição das espécies em regiões tropicais e subtropicais, dando importância ao uso de espécies nativas para ensaios e monitoramentos, dada a sensibilidade e facilidade da observação de alterações biológicas dos cladóceros, ciclo de vida curto e rápida reprodução, sendo fatores que fornecem credibilidade aos resultados dos testes agudos e crônicos (SALES, 2009; TERRA; GONÇALVES, 2013; ROSA, 2008).

Além de fatores inerentes aos cladóceros, fatores extrínsecos como o tempo e via de exposição, tipo de alimentação, meio de cultivo são bastante relevantes na resposta obtida dos ensaios ecotoxicológicos, pois podem alterar a sensibilidade dos organismos aos elementos aos quais são expostos, sendo essencial a atenção a esses detalhes durante o processo (TERRA; GONÇALVES, 2013; BEATRICI *et al.*, 2006; BEATRICI, 2001; LUCCA, 2016).

Com esta revisão foi possível mensurar as principais utilizações dos cladóceros que, majoritariamente correspondem ao estudo de locais sob influência de efluentes industriais (geralmente constituídos de metais pesados e produtos químicos), efluentes domésticos (despejos orgânicos), usos destes como ferramentas de biomonitoramento e, uma pequena parcela na exposição dos organismos a influência de fármacos (Figura 3).

Figura 3 – Principais utilizações dos cladóceros em ensaios ecotoxicológicos nos últimos dez anos (2009-2018).



Portanto, foi observado que as espécies comumente selecionadas para os testes são consideradas apropriadas pelos protocolos legais, por características biológicas que facilitam a interpretação de resultados, pela ampla distribuição dos organismos e fácil cultivo, além da versatilidade dos mais variados substratos a que são expostos nos testes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão foram discutidas as espécies mais utilizadas nos ensaios ecotoxicológicos no Brasil, que são partes relevantes nos estudos, pois garantem dados finais de pesquisa confiáveis e que servem como base para demais trabalhos científicos e até mesmo intervenções no meio ambiente, no intuito de mitigar e minimizar impactos na natureza, principalmente nos corpos hídricos.

Identificar as espécies frequentemente utilizadas de acordo a um determinado tipo de estudo – além de estas serem estabelecidas por protocolos e normas legais – pode orientar ao pesquisador qual seria a espécie mais adequada para o ensaio que irá desenvolver, tendo em vista que este trabalho reúne dados de diversas fontes de pesquisa.

Mesmo assim, mais pesquisas são necessárias para inserir novas espécies (preferencialmente nativas) nestes protocolos legais, para que os resultados dos ensaios possuam ainda mais credibilidade, dadas às adaptações biológicas dos organismos aos locais de origem.

De todo modo, os cladóceros se mostraram versáteis ao serem submetidos aos mais variados tipos de testes e possuem diferentes padrões de sensibilidade, garantindo respostas satisfatórias no diagnóstico ambiental sobre ações antrópicas, se consolidando cada vez mais como relevantes ferramentas dos estudos ecotoxicológicos.

REFERÊNCIAS

ABESSA, D. M. S. *et al.* Toxicidade de águas e sedimentos em um rio afetado por atividades mineradoras pretéritas. *O Mundo da Saúde*, 36(4): p.610-618. São Paulo. 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12713:2016. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com *Daphnia spp* (Crustacea, Cladocera). ABNT NBR 12713:2016. Rio de Janeiro, 2016. Extraído de <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/joaquimgoncalvesmachadoneto/nbr12713-2016-toxic-aguda-daphnia.pdf/>, acesso em 08 de novembro de 2018.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 13373:2017. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia spp* (Crustacea, Cladocera). ABNT NBR 13373:2017. Rio de Janeiro, 2017. Extraído de <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/joaquimgoncalvesmachadoneto/nbr13373-2017-toxic-chronica-ceriodaphnia.pdf>, acesso em 10 de janeiro de 2019.

ALVES, R. H. e RIETZLER, A. C. Ecotoxicological evaluation of sediments applied to environmental forensic investigation. *Braz. J. Biol.*, vol. 75, n. 4, p. 886-893. Minas Gerais. 2015.

ALVES, T.; COBO, V. J. Bioindicador *Ceriodaphnia dubia* aplicado na avaliação ecotoxicológica da água da bacia hidrográfica do rio Una. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, vol. 8, 2013, p.168-182. Universidade de Taubaté. Taubaté, 2013

ARAUJO, C. B. Avaliação da toxicidade aguda de *Daphnia similis* a chorumes de diferentes origens e a soluções de metais pesados. Rio de Janeiro, 2010. Extraído de http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/566/1/Camila_Araujo.pdf. Acesso em 4 de fevereiro de 2019.

BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, Taubaté/SP, v.4, n.1, p.75-108, janeiro/abril. 2008.

BEATRICI, A. C. Avaliação da fertilidade e sensibilidade de *Daphnia similis* (Crustacea, Cladocera) submetidas a três diferentes dietas. Trabalho de Conclusão de Curso. 18p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001

BEATRICI, A. C. *et al.* Fertilidade e sensibilidade de *Daphnia similis* e *Daphnia magna* submetidas a diferentes cultivos. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* v. 1, n. 2. Porto Alegre, 2006.

CARVALHO, M. M.; LIRA, V. S.; WATANABE, C. H. e FRACÁCIO, R. Estudo da toxicidade de metais (zinco e cádmio) sobre *Ceriodaphnia dubia*, por multivias de exposição e recuperação biológica de descendentes. Eng Sanit Ambient. v.22 n.5, p.961-968. São Paulo, 2017.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Manual de Controle Ecotoxicológico. Controle Ecotoxicológico de Efluentes Líquidos no Estado de São Paulo. 2ª Edição. Extraído de <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/06/manual-controle-ecotoxicologico-2013.pdf>, acesso em 11 de fevereiro de 2019. Governo do Estado de São Paulo, 2013.

COELHO, K. S. Estudos ecotoxicológicos com ênfase na avaliação de toxicidade de surfactantes aniônicos aos cladóceros *Daphnia similis*, *Ceriodaphnia dubia* e *Ceriodaphnia silvestrii*. Dissertação de Mestrado. 166p. Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2008.

COELHO, Ricardo dos Santos. Avaliação da toxicidade de fluidos de usinagem através da ecotoxicologia aquática. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos. São Paulo. 156p. Universidade de São Paulo; 2006.

COSTA, *et al.* A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. Química Nova, v. 31, n.7, p.1820-1830, janeiro. 2008.

ELMOOR-LOUREIRO, Lourdes Maria Abdu. Manual de Identificação de Cladóceros Limnéticos do Brasil. Universidade Católica de Brasília. ISBN: 85-86591-02-5.156p. Editora Universa. 1997.

FRANÇA, J. G. Toxicidade aguda e crônica do permanganato de potássio em *Oreochromis niloticus*, *Ceriodaphnia dubia* e *Pseudokirchneriella subcapitata*. Tese de Doutorado – Universidade do Estado de São Paulo. 96p. Jaboticabal, 2009.

GOMES, W. K. M. Avaliação físico-química e ecotoxicológica de água e sedimento na região do baixo curso do Rio Doce, Zona Norte do Natal/RN. Tese de Doutorado – Universidade do Federal do Rio Grande do Norte. 119p. Natal, 2015.

JARDIM, G. M.; ARMAS, E. D. e MONTEIRO, R. T. R. Ecotoxicological assessment of water and sediment of the Corumbataí River, SP, Brazil. Braz. J. Biol., 68(1): p.51-59. São Paulo, 2008

LAMEIRA, V. Estudo dos efeitos letais e subletais (reprodução e teratogênese) do fármaco Triclosan para *Daphnia similis*, *Ceriodaphnia dubia*, *Ceriodaphnia silvestrii* (Cladocera, Crustacea). Dissertação de Mestrado. 225p. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

LESSA, H. F. D. O uso do bioindicador *Daphnia similis* Claus, 1876 (Crustacea, Cladocera) para avaliação da toxicidade aguda da água superficial do

reservatório da Lagoa da Pampulha. Trabalho de Conclusão de Curso. 33p. Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Belo Horizonte, 2010.

LUCCA, G. M. Efeitos ecotoxicológicos das nanopartículas de dióxido de titânio sobre a alga *Pseudokirchneriella subcapitata* e sobre o cladóceros *Ceriodaphnia silvestrii* por diferentes vias de exposição. Dissertação de Mestrado. 150p. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2016.

LUCHETA, F.; FEIDEN, I. R. *et al.* Evaluation of the Gravataí River sediment quality (Rio Grande do Sul- Brazil) using *Daphnia magna* (Straus, 1820) as the test-organism for toxicity assays. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2010, vol. 22, n. 4, p. 367-377. Porto Alegre, 2010.

MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. A Ecotoxicologia como Ferramenta no Biomonitoramento de Ecossistemas Aquáticos. *Oecologia brasiliensis*, Rio de Janeiro, v.12, n.3, p.355-381, julho. 2008.

MANSANO, A. S. Toxicidade aguda do agrotóxico Carbofurano ao cladóceros *Ceriodaphnia silvestrii* Daday, 1902. *Periodico eletrônico - IX Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 9, n. 11, p. 91-103. São Paulo, 2013.

MARIA, A. M.; LANGE, L. C. e AMARAL, M. Avaliação da toxicidade de efluentes de branqueamento de pasta celulósica pré e pós-degradação biológica. *Eng Sanit Ambient.* v.19 n.4. p.417-422. Belo Horizonte, 2014.

MARINHO, M. L.; MORAES, V. H. T. M.; VASCONCELOS, M.; NASCIMENTO, W. S.; SERAPIÃO, D. X.; MELO, A. M. M. A. Análise Ecotoxicológica e Mutagênica da Região Têxtil de Toritama utilizando *Daphnia magna* e *Biomphalaria glabrata*. In: *Anais do Encontro Anual da Biofísica – UFPE*. Recife/PE, p.36-38, março. 2017.

MASELLI, B. S.; LUNA, L. A. V.; PALMEIRA, J. O.; BARBOSA, S.; BEIJO, L. A.; UMBUZEIRO, G. A.; KUMMROW, F. Ecotoxicidade de efluentes brutos e tratados gerados por uma fábrica de medicamentos veterinários. *Ambi-Agua*, v. 8, n. 2, p. 168-179, Taubaté, 2013.

MAZIERO, J. S. *et al.* Estudo ecotoxicológico da nanopartícula de prata em *Daphnia similis*. *J Health Sci Inst.* 34(3), p.133-139. São Paulo, 2016.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade de água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre/RS, v.3, n.4, outubro. 2002.

MICHELETTO, J. *et al.* Acute ecotoxicity on *Daphnia magna* to evaluate effluent samples of Kraft pulp mill treated by UV/H₂O₂ process. *Rev. Ambient. Água* vol. 14, n. 2, e2208. Taubaté, 2017.

MOREIRA, L. E. B. *et al.* Análise ecotoxicológica em viveiro de carcinicultura de água doce utilizando o cladóceros *Ceriodaphnia dubia* como organismo teste. *Bol Inst. Pesca*, 36(1): 25 – 38, São Paulo, 2010.

MOREIRA, R. A. *et al.* A comparative study of the acute toxicity of the herbicide atrazine to cladocerans *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia silvestrii* and *Macrothrix flabelligera*. Acta Limnologica Brasiliensia. Vol. 26, no. 1, p. 1-8, São Carlos, 2014.

NEGREIRO, B. T. B. Avaliação ecotoxicológica da qualidade das águas do Rio Piabanha (RJ). Rio de Janeiro, 2009. Extraído de <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/516/1/41-B%C3%A1rbara%20Talita%20Bernardo%20Negreiro.pdf>. Acesso em 4 de fevereiro de 2019.

OLIVEIRA-FILHO, E. C. *et al.* Utilização do microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* na avaliação da qualidade de águas superficiais em sub-bacias do rio preto. IX Simpósio Nacional Cerrado – II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília, 2008.

PINHEIRO, B. A. Avaliação Ecotoxicológica dos Impactos Ambientais Associados às Ações Humanas nos Ambientes Aquáticos. Rio de Janeiro, 2015. Extraído de http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1800/1/2%20-%20Bruna_JPCI_2015%20impresso.pdf. Acesso em 8 de fevereiro de 2019.

PRÓSPERI, V. A. Aplicação de testes de toxicidade com organismos marinhos para a análise de efluentes industriais lançados em áreas estuarinas. Dissertação de Mestrado. São Paulo: 128p. Universidade de São Paulo; 1993.

PUSCEDDU, F. H. Avaliação ecotoxicológica do fármaco Triclosan para invertebrados de água doce com ênfase em ensaios com sedimento marcado ("spiked sediment"). Dissertação de Mestrado. 126p. Universidade de São Carlos. São Paulo, 2009.

ROSA, G. A. B. Estudos dos efeitos do fármaco Propranolol para *Ceriodaphnia silvestrii* (Cladocera, Crustacea) com ênfase em efeitos nas populações. Dissertação de Mestrado. 161p. Universidade de São Paulo; São Paulo, 2008.

SALES, S. C. M. Reavaliação ecotoxicológica da qualidade da água e do sedimento do reservatório da Pampulha (MG) e seus principais tributários. Dissertação de Mestrado. 128p. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

SALES, S.M. C.; RIETZLER, A. C. e RIBEIRO, M. M. Arsenic toxicity to cladocerans isolated and associated with iron: implications for aquatic environments. Anais da Academia Brasileira de Ciências (2016) 88(1 Suppl.): p.539-548 (Annals of the Brazilian Academy of Sciences). Belo Horizonte, 2015.

SÂMAY, C. H.; TORRENS, B. M. de O.; MEDEIROS, S. H. W. Estudo do impacto ambiental na bacia do rio do braço através de análises ecotoxicológicas Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v.4, n.2, p. 45-55, 2010.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA n. 3, de 22 de fevereiro de 2000. Dispõe sobre as relações que fixam a toxicidade permissível no controle ecotoxicológico de efluentes líquidos no estado de São Paulo. Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, v. 110, n. 39, 25 fev. 2000. Seção 1, p. 24. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/2016/12/RESOLU%C3%87%C3%83O-SMA-03.pdf>. Acesso em 10 de abril de 2019.

SILVA, A. M. *et al.* Avaliação da qualidade das águas e dos sedimentos do rio São Lourenço-SP. O Mundo da Saúde. 38(1): p.75-85. São Paulo, 2014.
TAVARES, R. D. Avaliação físico-química e ecotoxicológica de efluentes provenientes de estações de tratamento de esgoto. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.5, n.1, p.303-318. Aquidabã, 2014.

TERRA, N. R.; GONÇALVES, S. P. *Daphnia magna* Straus, 1820 response to sediment samples from a contaminated river (Rio Grande do Sul, Brazil). Acta Limnologica Brasiliensia, 2013, vol. 25, n. 1, p. 19-33. Porto Alegre, 2013.

TUNDISI, J. G. Recursos Hídricos. O Futuro dos Recursos. Revista Multiciência: Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp. 15p, n. 1. São Carlos, 2003. Disponível em: https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF. Acesso em 09 de maio de 2019.

ZAGATTO, P.A. Sensibilidade de *Daphnia similis*: Controle de Qualidade de Culturas. Revista Ambiente, v. 2. p. 28-35. São Paulo, 1988.

ZAGATTO, P.A. Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações. IV Seminário sobre Ecotoxicologia. Essentia Editora. Instituto Federal Fluminense. p. 2. ISSN 2237-2997. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/SEAquatica/article/download/5954/3763. Acesso em 09 de maio de 2019.