

# UTILIZAÇÃO DE *Ceriodaphnia dubia* COMO BIOINDICADOR AQUÁTICO EM ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS NA DETECÇÃO DE INTOXICAÇÕES CRÔNICAS

## USE OF *Ceriodaphnia dubia* AS AN AQUATIC BIO-INDICATOR IN ECOTOXICOLOGICAL ASSAYS IN THE DETECTION OF CHRONIC INTOXICATIONS

Irineu Ferreira da Silva Neto<sup>1</sup>

Isadora Ellen Feitoza Ricardino<sup>2</sup>

Annalu Moreira Aguiar<sup>3</sup>

**Resumo:** As atividades humanas causam grandes impactos sobre o meio ambiente. Para avaliação de efeitos tóxicos dos agentes químicos, pode-se utilizar organismos que possuem grande potencial para mensurar o nível de toxicidade no meio. Os microcrustáceos *Ceriodaphnia* constituem importantes indicadores biológicos, uma vez que estabelecem importantes elos entre os níveis inferiores e superiores da cadeia alimentar. Dessa forma, objetivou-se fazer um levantamento na literatura da utilização de *Ceriodaphnia dubia* como bioindicador aquático em ensaios ecotoxicológicos na detecção de intoxicações crônicas. Foi realizado um levantamento nas bases de dados eletrônicas: PubMed, SciELO e Google Scholar, utilizando os seguintes descritores: *Ceriodaphnia dubia*, Intoxicação crônica “*Chronic intoxication*” e Bioindicador Ambiental “*Environmental bioindicator*”, combinados pelo operador booleano “AND”. Selecionou-se estudos disponíveis na íntegra, sendo eles no idioma Português ou Inglês, os quais apresentavam pelo menos dois dos descritores supracitados. Além disso, foram incluídos apenas estudos publicados entre 2010 e novembro de 2020. A partir da análise dos dados, constata-se que a *C. dubia* se configura como um organismo zooplanctônico capaz de detectar de forma eficiente os níveis de toxicidade crônica de diferentes tipos materiais, sendo os mais descritos sobre aqueles presentes em águas de rios. Observou-se que a *C. dubia* é um organismo que consegue ser sensível a diferentes perfis de agentes toxicantes, como por exemplo, corantes têxteis, metais pesados, material orgânico, entre outros. Dessa forma, estudos mais aprofundados devem ser realizados para analisar novas espécies de microcrustáceos que possam exercer função como bioindicadores, a fim de ampliar a gama de organismos hoje utilizados.

**Palavras-chave:** Bioindicadores. *Ceriodaphnia dubia*. Monitoramento. Toxicologia Ambiental.

<sup>1</sup> Acadêmico de Farmácia, Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte, yrineuferreira@gmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico de Farmácia, Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte, isadoraricardino@gmail.com

<sup>3</sup> Docente de Farmácia, Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte, annalu.aguiar@estacio.br

**Abstract:** Human activities have major impacts on the environment. To assess the toxic effects of chemical agents, organisms that have great potential to measure the level of toxicity in the environment can be used. *Ceriodaphnia* microcrustaceans are important biological indicators, since they establish important links between the lower and upper levels of the food chain. Thus, the objective was to survey the literature on the use of *Ceriodaphnia dubia* as an aquatic bioindicator in ecotoxicological tests in the detection of chronic intoxications. A survey was carried out in the electronic databases: PubMed, SciELO and Google Scholar, using the

following descriptors: *Ceriodaphnia dubia*, Chronic intoxication "Chronic intoxication" and Environmental Bioindicator "Environmental bioindicator", combined by the Boolean operator "AND". Studies were selected that were available in their entirety, in Portuguese or English, which had at least two of the aforementioned descriptors. In addition, only studies published between 2010 and November 2020 were included. From the analysis of the data, it appears that *C. dubia* is configured as a zooplankton organism capable of efficiently detecting the levels of chronic toxicity of different material types, being the most described about those present in river waters. It was observed that *C. dubia* is an organism that can be sensitive to different profiles of toxicants, such as textile dyes, heavy metals, organic material, among others. Thus, more in-depth studies should be carried out in order to analyze new species of microcrustaceans that can act as bioindicators, in order to expand the range of organisms used today.

**Keywords:** Bioindicators. *Ceriodaphnia dubia*. Monitoring. Environmental Toxicology.

## 1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas cada vez mais vem agravando a problemática da poluição atmosférica. E, dentre os compartimentos ambientais mais afetados pela contaminação e poluição, as águas merecem destaque, tendo em vista que se caracterizam como os principais receptáculos dos contaminantes de forma direta ou indireta (MEIRELES, 2013).

Embora a revolução industrial tenha sido um grande sucesso em termos de tecnologia, sociedade e prestação de serviços múltiplos, também introduziu a produção de enormes quantidades de poluentes emitidos para a atmosfera que são prejudiciais à saúde humana. Sem dúvida, a poluição ambiental global é considerada um problema de saúde pública internacional com múltiplas facetas. Preocupações sociais, econômicas, legislativas e hábitos de vida estão relacionados a esse grande problema (MANISALIDIS et al., 2020).

Existem riscos relacionados as intoxicações ambientais, definindo-se como a probabilidade de a exposição de um organismo a um composto tóxico no ambiente causar efeitos tóxicos e lesões. Nesta detecção, analisa-se os dados ecotoxicológicos e as Concentrações Ambientais Estimadas (CAE) do composto, assim, as relações quantitativas são classificadas quanto aos riscos das substâncias especificamente causarem alguma reação (IGNÁCIO, 2014).

Já se sabe que exposições a agentes tóxicos, principalmente a longo prazo, desencadeia vários efeitos malignos à saúde desde o início da vida humana. Esse fator é ainda mais preocupante para indivíduos que são susceptíveis e sensíveis mesmo em pequenas quantidades de exposição.

Através do ar, por exemplo, os poluentes contribuem para o surgimento e/ou agravamento de distúrbios respiratórios, cardiovasculares, mentais, perinatais, levando à mortalidade infantil ou doenças crônicas na idade adulta. Além disso, já foi constatado também relação com a asma crônica, insuficiência pulmonar, e a diabetes que parece ser induzida após exposição a longo prazo (MANISALIDIS et al., 2020).

O uso de análises químicas, físicas e ecotoxicológicas se caracterizam como importantes indicadores que auxiliam a especificar e controlar as condições inerentes ao ambiente aquático de forma geral. Estas análises são responsáveis pela indicação do nível de poluição que se encontra a água, já as análises ecotoxicológicas são utilizadas para quantificar o dano que os poluentes provocam na biota, os efeitos que alguns compostos oferecem as relações ecológicas estabelecidas em um determinado local, bem como para mensurar os problemas reprodutivos que afetam a população de uma espécie, assim como extinções locais. Dessa forma, é de suma importância que esses tipos de análises sejam aplicados de forma integrada para que um diagnóstico preciso seja realizado, como também para controle e monitoramento das atividades que possam impactar o ambiente aquático (DA COSTA SEGUNDO, 2018).

E, para mensurar tal impacto, existem dois tipos principais de ensaios de toxicidade, sendo eles: agudo e crônico. O agudo é definido como aquele que realiza uma avaliação dos efeitos desencadeados por um agente rapidamente absorvido, após um único evento. Em contrapartida, o crônico visa avaliar os efeitos subletais de eventos periodicamente repetidos a longo prazo. Este último, por sua vez, mostra-se bastante útil para averiguações de contaminantes que desencadeiam malefícios significativos apenas após um grande período de exposição, o que demonstra a necessidade de cada vez mais investigações nesse âmbito (MAGALHÃES; FERRÃO FILHO, 2008; ARAGÃO; ARAÚJO, 2006).

Para avaliação de efeito tóxicos dos agentes químicos, pode-se utilizar organismos representativos da coluna d'água ou dos sedimentos. Nestes

casos, utiliza-se a exposição do organismo selecionado ao ambiente em que se quer avaliar, por um determinado período de tempo. Na avaliação de toxicidade crônica, sendo esta a de maior repercussão, os ensaios irão traduzir os efeitos subletais: disfunção biológicas no crescimento, reprodução, bem como o desenvolvimento. Recomenda-se que o uso dos organismos na avaliação abranja, no mínimo, a três níveis tróficos, tendo como exemplo, peixe, microcrustáceos e microrganismos. Os microcrustáceos *Ceriodaphnia dubia*, também conhecidos como pulgas d'água, constituem importantes indicadores biológicos, uma vez que estabelecem importantes elos entre os níveis inferiores e superiores da cadeia alimentar, além disso, apresentam-se como consumidores no ecossistema aquático (TAVARES, 2014).

Esses organismos são altamente sensíveis as alterações ambientais, além de serem facilmente cultivados em laboratório, com ciclo de vida curto e homogeneidade nas gerações subsequentes. Assim, a *C. dubia* cada vez mais vem sendo utilizada em avaliações de toxicidade, especialmente crônicas a produtos químicos e efluentes, estas se dão, geralmente, por meio de testes que avaliam seu ciclo reprodutivo e capacidade de sobrevivência (MALUTA, 2010).

Dessa forma, objetivou-se fazer um levantamento na literatura da utilização de *C. dubia* como bioindicador aquático em ensaios ecotoxicológicos na detecção de intoxicações crônicas.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura de abordagem qualitativa, realizada nos meses de novembro e dezembro de 2020. Foi realizado um levantamento nas seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed (*National Library of Medicine*), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*) e Google Scholar, utilizando os seguintes descritores: *Ceriodaphnia dubia*, Intoxicação crônica "*Chronic intoxication*" e Bioindicador Ambiental "*Environmental bioindicator*", combinados pelo operador booleano "*AND*", com o objetivo de refinar a busca pelos estudos.

Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos disponíveis na íntegra, sendo eles no idioma Português ou Inglês, os quais apresentavam pelo menos dois dos descritores supracitados. Além disso, foram incluídos apenas estudos publicados entre 2010 e novembro de 2020. Outrossim, adotou-se como critérios de exclusão estudos que não se enquadravam no período temporal delimitado pela pesquisa, não se apresentavam dentro dos idiomas selecionados, bem como estudo incompletos e que não continham conteúdo relativo ao objetivo do estudo.

Após a busca realizada nas bases de dados, utilizando a combinação dos descritores selecionados, foram encontrados 19.771 (dezenove mil setecentos e setenta e um) estudos, assim demonstra a Tabela 1.

**Tabela 1** – Estudos encontrados nas bases de dados.

Base de dados	<i>Ceriodaphnia dubia</i> “AND” Intoxicação crônica	<i>Ceriodaphnia dubia</i> “AND” <i>Chronic intoxication</i>	Intoxicação crônica “AND” Bioindicador Ambiental	<i>Chronic intoxication</i> “AND” <i>Environmental bioindicator</i>
PubMed	0	0	0	0
SciELO	0	0	0	0
Google Scholar	102	4.820	649	14.200
Total	102	4.820	649	14.200

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2020.

Os estudos foram avaliados inicialmente por meio da leitura dos títulos e resumos, em seguida, aplicou-se os critérios de inclusão e exclusão, os quais foram determinados pela pesquisa. Após a aplicação dos filtros, foram pré-selecionados 97 estudos para serem lidos na íntegra e, posteriormente, selecionou-se 13 artigos que se aplicaram aos critérios estabelecidos para a síntese desta revisão de literatura.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns autores já realizaram testes e puderam avaliar a utilização da *C. dubia* em ensaios ecotoxicológicos na detecção de intoxicações crônicas,

conforme expõe o Quadro 1, onde apresentam-se os estudos de maior relevância encontrados na literatura, evidenciando os objetivos das pesquisas e seus respectivos resultados.

**Quadro 1** – Levantamento da literatura sobre a utilização de *C. dubia* como bioindicador na detecção de intoxicações crônicas.

Autor/ano	Título	Objetivo	Principais resultados
DE SOUZA COUTO et al., 2020	Remoção de carbamazepina em soluções aquosas por adsorção em carvão ativado em pó e avaliação da toxicidade crônica	Avaliar a adsorção de Carbamazepina (CBZ) em carvão ativado em pó. Os adsorventes deste estudo foram caracterizados para melhor entendimento dos fenômenos de adsorção envolvidos entre a CBZ e a superfície dos mesmos. A toxicidade crônica deste poluente foi avaliada com os organismos microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i> e a microalga <i>Chlorella vulgaris</i> .	Os testes de toxicidade crônica realizados com <i>C. dubia</i> demonstraram efeito tóxico em todas as concentrações testadas (1,56 – 100µg CBZ L <sup>-1</sup> ). Além disso, foram identificadas altas taxas de inibição da reprodução das fêmeas de <i>C. dubia</i> e um atraso na primeira reprodução em todas as concentrações, foi observado também mortalidade ≥30 % nas concentrações 12,5 – 100 µg CBZ L <sup>-1</sup> , expondo que o microrganismo teste possui grande potência na detecção de intoxicações crônicas.
DA COSTA SEGUNDO, 2018	Diagnóstico ecotoxicológico do rio Apodi-Mossoró (RN) utilizando as espécies zooplanctônicas <i>Ceriodaphnia dubia</i> e <i>Daphnia similis</i> (Cladocera, Crustacea)	Avaliar a qualidade da água do rio Apodi-Mossoró (RN) para a vida aquática, utilizando ensaios ecotoxicológicos de caráter agudo e crônico com as espécies zooplanctônicas <i>Daphnia similis</i> e <i>Ceriodaphnia dubia</i> como organismos-teste, respectivamente.	Para a <i>C. dubia</i> , a Concentração do Efluente (CE) (I)50;48h média foi de 1,34 g/L e sua faixa de sensibilidade demonstrada na carta-controle foi de 0,7 g/L a 1,9 g/L. Nos testes de toxicidade crônica realizados com <i>C. dubia</i> , as amostras apresentavam elevada toxicidade no período de chuva nos pontos P3, P4, P5 e P6, sendo analisados a sobrevivência e/ou a reprodução, os quais foram afetados significativamente comparados ao grupo controle.
CARVALHO et al., 2017	Estudo da toxicidade de metais (zinco e	Avaliar a toxicidade de zinco e cádmio	Durante os testes com <i>C. dubia</i> foi verificada a

	<p>cádmio) sobre <i>Ceriodaphnia dubia</i>, por multivias de exposição e recuperação biológica de descendentes</p>	<p>expondo-se <i>Ceriodaphnia dubia</i> simultaneamente ao alimento e ao meio aquoso.</p>	<p>redução de 32 % para a quantidade de Zinco permitida pela legislação brasileira, 32 % para a quantidade de Zinco baseada em dados coletados no meio ambiente, 45 % para a quantidade de Cádmio permitida pela legislação brasileira e 36 % para a quantidade de Cádmio baseada em dados coletados do meio ambiente. Sendo assim, a toxicidade foi evidenciada na geração F1 de <i>C. dubia</i>, em condição livre de contaminantes, o que indica a ação de efeitos tóxicos das concentrações testadas para ambos os metais, nas gerações posteriores.</p>
<p>SILVA, 2017</p>	<p>Bioensaios ecotoxicológicos na bacia hidrográfica do Rio Pardo (UGRHI 04), Brasil</p>	<p>Avaliar a toxicidade para organismos bioindicadores de amostras de água superficial do Rio Pardo, principal afluente da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. Foram realizados ensaios de toxicidade aguda com <i>Daphnia similis</i> e <i>Vibrio fischeri</i>, e toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i>.</p>	<p>Na estação chuvosa, nenhuma das amostras analisadas apresentou toxicidade crônica para <i>Ceriodaphnia dubia</i>. As amostras analisadas na estação seca apresentaram diferença estatisticamente significativa entre o número médio de neonatos produzidos por adulta no controle (19,2), e, nas amostras 2 (10,7), 3 (10,5) e 5 (8,1), e, o efeito observado foi crônico (EC). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa nas amostras 1 (13,7), 4 (12,3) e 6 (14,3) – Não Tóxicas (NT).</p>
<p>GOMES et al., 2016</p>	<p>Resposta ecotoxicológica e parâmetros físicos e químicos em rio de área costeira do nordeste brasileiro</p>	<p>Avaliar a qualidade da água do rio Doce por meio de ensaios ecotoxicológicos e análises físicas e químicas, no trecho</p>	<p>Nos testes de toxicidade agudos não foram observados mortalidade das espécies utilizadas. Já os testes crônicos indicaram presença de</p>

		do rio compreendido entre a Lagoa de Extremoz e a Redinha, utilizando os cladóceros <i>Ceriodaphnia dubia</i> e <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> como organismos teste, de forma a avaliar a interferência das ações humanas ao longo do rio.	toxicidade em todos os pontos analisados, havendo oscilações no decorrer dos meses. Os testes que utilizaram <i>C. dubia</i> apresentaram toxicidade nos pontos R2, R4 e R5.
DE OLIVEIRA et al., 2015	Oxidação da cafeína em água por processos Fenton e Fenton-like: efeitos de ânions inorgânicos e avaliação ecotoxicológica em organismos aquáticos	Comparar, em condições idênticas, os efeitos do cloreto, sulfato e carbonato nas condições otimizadas de degradação da cafeína. Além disso, a toxicidade crônica na vida aquática foi avaliada pela exposição de <i>Ceriodaphnia dubia</i> a soluções resultantes da degradação da cafeína após o tratamento com reagente de Fenton usando uma razão Fe (II) / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> de 3:10.	A <i>Ceriodaphnia dubia</i> foi exposta a diferentes concentrações da solução proveniente do resultado da degradação da cafeína após o seu tratamento com o reagente de Fenton em uma relação Fe (II) / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> de 3:10, os resultados mostram que a toxicidade crônica foi observada quando a <i>C. dubia</i> foi exposta a uma concentração de 100 % v/v desta solução.
ROLDÃO, 2014	Avaliação do efeito combinado de carbofurano e temperatura para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Avaliar o efeito combinado de três temperaturas (17, 23,5 e 30°C) e do pesticida Carbofurano sobre o microcrustáceo zooplânctônico <i>Ceriodaphnia dubia</i> .	O aumento e diminuição da temperatura intensificaram o efeito tóxico do carbofurano para <i>C. dubia</i> . Este efeito foi melhor observado em testes de toxicidade crônica do que em testes de toxicidade aguda, demonstrando a importância do uso deste tipo de bioensaio para monitoramento de ambientes impactados. Os parâmetros Fecundidade Média e Crescimento populacional foram bons indicadores para o teste de toxicidade crônica. São, portanto, ferramentas

			interessantes para o uso rotineiro pelas agências ambientais.
PAKRASHI et al., 2013	<i>Ceriodaphnia dubia</i> como um bioindicador potencial para avaliar a toxicidade aguda de nanopartículas de óxido de alumínio em ambiente de água doce	Avaliar a toxicidade aguda induzida por nanopartículas de óxido de alumínio em <i>Ceriodaphnia dubia</i> em relação à biodisponibilidade do óxido de alumínio no ambiente de teste.	A imobilização e mortalidade de <i>C. dubia</i> foi dependente das concentrações de exposição e do tempo utilizado nos testes. As concentrações letais mediana de óxido de alumínio na água foram de 117,8 µg/mL, 86,4 µg/mL e 74,3 µg/mL em 24, 48 e 72 h de exposição respectivamente. A sensibilidade ao óxido de alumínio e a forte dose e dependência de exposição tornam os dafnídeos candidatos promissores para bioindicador em sistemas aquáticos de água doce.
ALVES; COBO, 2013	Bioindicador <i>Ceriodaphnia dubia</i> aplicado na avaliação ecotoxicológica da água da bacia hidrográfica do Rio Una	Caracterizar os níveis de ecotoxicidade, por meio do bioindicador <i>Ceriodaphnia dubia</i> , de modo a sugerir um diagnóstico de áreas prioritárias para o controle da poluição da água, nos trechos da bacia onde a qualidade da água estiver mais afetada, subsidiando políticas públicas de manejo e gestão da bacia do rio Uma.	O organismo <i>C. dubia</i> mostrou ter eficácia como bioindicador para a qualidade da água a partir de resultados fidedignos durante o andamento dos testes realizados. Durante o período analisado (março a outubro de 2011) não foi identificada a presença de toxicidade aguda nas amostras de água, houve registro de mortalidade inferior a 50 % dos biomarcadores. Já a toxicidade crônica, foi identificada em amostras de 6 pontos de coleta, pois houve diferença menor que 79 % entre as taxas de natalidade do ensaio e do controle para <i>C. dubia</i> .
MEIRELES, 2013	Avaliação eco/genotoxicológica dos corantes têxteis Reactive Blue 4 e Reactive Blue 15	Avaliar a ecotoxicidade, bem como a capacidade dos corantes têxteis <i>Reactive Blue 4</i> (RB 4) e <i>Reactive Blue 15</i>	O <i>Reactive Blue 4</i> induziu hormesis, ou seja, houve um estímulo na reprodução de <i>C. dubia</i> nas menores concentrações, seguido

		(RB 15) de lesar o material genético, empregando ensaios de toxicidade crônica com <i>Ceriodaphnia dubia</i> . Adicionalmente, avaliou-se a concentração de cobre em <i>Ceriodaphnia dubia</i> expostas ao corante <i>Reactive Blue 15</i> .	por um decréscimo em concentrações mais elevadas. O mesmo composto ainda reduziu a fertilidade de <i>Ceriodaphnia dubia</i> . Nos experimentos realizados, não houve acúmulo de cobre em <i>Ceriodaphnia dubia</i> expostas a concentrações crescentes do metal presente do corante <i>Reactive Blue 15</i> , provavelmente devido a autorregulação da concentração de cobre em seu organismo.
DUPONT; LOBO, 2012	Avaliação da eficiência da estação de tratamento de esgoto da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), RS, Brasil	Avaliar a eficiência da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), RS, Brasil, por meio da caracterização ecotoxicológica e das análises do físico, variáveis químicas e microbiológicas do efluente bruto e tratado.	Em relação a toxicidade crônica, em todos os meses estudados não houve remoção da toxicidade, visto que, os efluentes brutos e os tratados se mostraram tóxicos para <i>Ceriodaphnia dubia</i> .
SILVA, 2012	Efeitos da proliferação de cianobactérias nos cladóceros <i>Ceriodaphnia Dubia</i> e <i>Daphnia Gessneri</i>	Analisar o efeito de florações de cianobactérias potencialmente tóxicas do reservatório Gargalheiras (semi-árido brasileiro) sobre os cladóceros <i>Ceriodaphnia dubia</i> e <i>Daphnia gessneri</i> .	Foram observados efeitos negativos nos cladóceros <i>Ceriodaphnia dubia</i> e <i>Daphnia gessneri</i> , provavelmente como resultado da ação das cianobactérias, com intensidade variante entre as espécies. De modo geral, <i>C. dubia</i> apresentou expressiva sensibilidade nos parâmetros crescimento populacional, fecundidade per capita e mobilidade, expondo seu potencial bioindicador.
MALUTA, 2010	Avaliação da toxicidade sobre <i>Ceriodaphnia dubia</i> das águas dos rios Atibaia, Jaguari e	Analisar o potencial do efluente tratado de refinaria de petróleo, isoladamente e quando disposto em	Em todas a análises realizadas em diferentes períodos de coleta, o efluente isolado mesmo após tratamento

	efluente tratado de refinaria de petróleo	corpos d'água, em provocar efeitos adversos, em longo prazo, em organismos aquáticos, no caso, o microcrustáceo <i>Ceriodaphnia dubia</i> , a fim de, juntamente com as análises físico-químicas, auxiliar o monitoramento da qualidade dos rios adjacentes à refinaria de petróleo.	apresenta toxicidades manifestada a partir de períodos mais longos de exposição, pois torna o meio impróprio para o desenvolvimento e reprodução do microcrustáceo <i>C. dubia</i> a partir da análise dos valores de cloreto, condutividade e amônia que mesmo após tratamento apresentavam valores residuais altos.
--	---	--	---

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Identifica-se que nos 13 estudos selecionados, obtiveram-se um artigo nos anos de 2020, 2018, 2016, 2015, 2014 e 2010, dois artigos nos anos de 2017 e 2012 e três artigos no de 2013, respectivamente. Pode-se notar no Quadro 1 a utilização de amostras provenientes de diferentes fontes aquáticas, dentre elas se encontram rios, reservatórios de água, esgoto, efluentes e soluções padrão preparadas no momento de realização dos testes.

Dentre os estudos selecionados, foi possível identificar pontos em comum entre os autores, um exemplo a ser citado é a utilização de, além da *C. dubia*, outras espécies de organismos para avaliação da toxicidade. Nos estudos realizados por Da Costa Segundo (2018) e Silva (2017) utilizaram, além da *C. dubia*, a espécie zooplanctônica *Daphnia similis* para a realização dos testes de toxicidade aguda nos dois casos, o último autor supracitado utilizou ainda uma terceira espécie em seu experimento. Ambos os autores realizaram seus experimentos em águas de rios, o que divergiu foi que no estudo realizados por Da Costa Segundo (2018) a maioria das amostras demonstrou toxicidade crônica, enquanto que nos experimentos de Silva (2017) a maioria das amostras se mostraram não tóxicas, porém, nos dois casos é importante que haja o controle e manutenção das águas.

Além dos já citados, outros estudos utilizaram mais de uma espécie de biomarcador em seus experimentos. São eles, Da Souza Couto et al., (2020), Gomes et al., (2016), Dupont; Lobo (2012) e Silva (2012). A *C. dubia* é usada

comumente para ensaios de toxicidade crônica mesmo que em diferentes tipos de amostras, como é o caso dos últimos trabalhos citados, entretanto, a distinção nos tipos de materiais usados não afeta o desempenho do organismo na avaliação, pois o mesmo se mostra efetivo na detecção de toxicidade nos estudos supracitados.

Em controvérsia, outros autores como Carvalho et al., (2017), De Oliveira et al., (2015), Roldão (2014), Pakrashi et al., (2013), Alves; Cobo (2013), Meireles (2013) e Maluta (2010), utilizaram em seus estudos apenas a *C. dubia* para avaliar a toxicidade de amostras com diferentes tipos de materiais, como por exemplo água de esgoto tratada, a ação de corantes têxteis, o efeito de metais pesadas na água, entre outros. Estes obtiveram resultados satisfatórios utilizando a *C. dubia* isoladamente, o que mostra a importância de estudá-la cada vez mais como biomarcador ambiental nos ensaios ecotoxicológicos.

Os estudos analisados demonstraram que houve considerável sensibilidade da *C. dubia* para os agentes investigados, apresentando-se como um organismo-teste significativamente melhor, quando comparado a outros (PAKRASHI et al., 2013). A medida em que se aumenta a concentração da substância tóxica, aumenta-se os danos sobre o microcrustáceo. Além disso, essa toxicidade sofre, ainda, influência de fatores externos como a temperatura e microrganismos, o que merece novas investigações. Mesmo em diferentes condições avaliadas houve resultados favoráveis, demonstrando características promissoras para estudos posteriores.

Por atender a grande parte dos critérios exigidos para serem utilizados como organismos-teste, a *C. dubia* dispõe de procedimentos padronizados de forma internacional, tanto para os ensaios, quanto para seu cultivo e manutenção laboratorial, o que aumenta ainda mais o interesse em explorá-la na sensibilidade de diferentes poluentes (DA COSTA SEGUNDO, 2018). Por isso, a mesma já é empregada internacionalmente pela comunidade europeia e em outras nações para o controle das inúmeras descargas de efluentes industriais (MOREIRA et al., 2018).

Os parâmetros como mortalidade, taxas de reprodução, atividade alimentar e desfechos bioquímicos são essenciais nas avaliações ecotoxicológicas. Pois, é por meio destes que é possível determinar como os agentes tóxicos afetam a sobrevivência e manutenção dos organismos vivos (SOUZA et al., 2021). Assim, os ensaios da dinâmica populacional os quais podem ser realizados com a *C. dubia* demonstram grande importância nos testes de toxicidade em períodos prolongados na manutenção da qualidade ambiental (MALUTA, 2010).

No entanto, um dos fatores que pode estar relacionado a limitada utilização do modelo aqui abordado diz respeito as dificuldades encontradas para manter as culturas de *C. dubia* estáveis, fato que também ocorre com outros microcrustáceos. Dessa forma, a maior parte da problemática é intermitente e está relacionada principalmente a alta mortalidade e/ou baixa reprodução nas culturas, bem como durante os experimentos (MENDES, 2016).

O monitoramento ambiental que avalia os impactos antrópicos é de extrema relevância do ponto de vista de gestão ambiental, uma vez que a partir desses é possível vislumbrar medidas mitigatórias as substâncias ou compostos químicos que se caracterizam como poluentes ambientais (VASCONCELOS et al., 2015). Além disso, tal avaliação deve ser realizada de acordo com as características ambientais locais, pois, estas podem influenciar diretamente os resultados experimentais (ROLDÃO, 2014).

Assim, para que este modelo tenha a possibilidade de se tornar padrão, com o intuito de determinar limites legais para contaminantes, é necessário um aprofundamento em conhecimentos e estudos adicionais que venham a reduzir suas limitações e aprimorar suas vantagens. Assim, pesquisas que visam a análise dos efeitos tóxicos de compostos químicos utilizando organismos que sejam sensíveis, a partir da relação de suas concentrações, propriedades e de como são afetados pelos compostos, são fundamentais para estabelecer-se o potencial tóxico, os mecanismos de ação nos seres vivos e as taxas de

sensibilidade quando utilizados diferentes organismos aquáticos (DA SILVA et al., 2013).

No Brasil, os organismos testes utilizados são, geralmente, espécies exóticas aprovadas através de normas internacionais aplicadas no país. Dessa forma, é de grande relevância explorar a biodiversidade brasileira para a realização de estudos ecotoxicológicos utilizando espécies locais ou autóctones representativas (IGNÁCIO, 2014).

## CONCLUSÃO

A *Ceriodaphnia dubia* se configura como um organismo zooplanctônico capaz de detectar de forma eficiente os níveis de toxicidade de diferentes tipos materiais, os tipos de amostras mais descritas foram águas de rios que abasteciam uma determinada região. Também foi possível observar que a *C. dubia* é um organismo que consegue ser sensível a diferentes perfis de agentes toxicantes, como por exemplo, corantes têxteis, metais pesados, material orgânico, entre outros.

Os organismos aquáticos se apresentam como excelentes bioindicadores de distúrbios causados pelo homem e que acometem a natureza, o que os tornam alternativas adequadas para ensaios de toxicidade. Com base nessa percepção, estudos mais aprofundados devem ser realizados para analisar novas espécies de microcrustáceos que possam exercer função como bioindicadores, a fim de ampliar a gama de organismos hoje utilizados, bem como buscar estudar mais profundamente as espécies nativas do Brasil para ampliar, facilitar e expor o potencial destas no monitoramento ambiental, uma vez que a problemática da poluição encontra-se de maneira crescente e contínua, dessa forma, requer grande atenção e destaque.

## REFERÊNCIAS

ALVES, T.; COBO, V. J. Bioindicador *Ceriodaphnia dubia* aplicado na avaliação ecotoxicológica da água da bacia hidrográfica do Rio Una. **Revista Ambiente**  
**Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**. Paranaguá, PR, v.7, n.1, p. 1-18, set./mar, 2022

& **Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 8 (suplemento), p. 168-182, 2014.

ARAGÃO, M. A.; ARAÚJO, R. P. A. Métodos de ensaios de toxicidade com organismos aquáticos. **Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações**. São Carlos: RiMa, p. 117-152, 2006.

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

DA COSTA SEGUNDO, H. P. **Diagnóstico ecotoxicológico do rio Apodí – Mossoró (RN) utilizando as espécies zooplancônicas *Ceriodaphnia dubia* e *Daphnia similis* (Cladocera, Crustacea)**. 2018. 43 f. Monografia (Graduação em Ecologia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2018.

DE SOUZA COUTO, J. M.; CAMPOS, J. C.; DE LIMA SOUZA, A.; DE ALENCAR MACHADO, C. R.; DE SÁ SALOMÃO, A. L. Remoção de carbamazepina em soluções aquosas por adsorção em carvão ativado em pó e avaliação da toxicidade crônica. **Revista Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 8744-8765, 2020.

DUPONT, A.; LOBO, E. A. Avaliação da eficiência da estação de tratamento de esgoto da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), RS, Brasil. **Acta Limnologia Brasiliensia**, v. 24, n. 2, p. 119-126, 2012.

GOMES, W. K. A. M.; DE SOUZA, R. F.; DE MEDEIROS, G. F.; CRISPIM, M. C. Resposta ecotoxicológica e parâmetros físicos e químicos em rio de área costeira do nordeste brasileiro. **Revista Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 195-208, 2016.

IGNÁCIO, N. F. **Seleção de bioindicadores aquáticos pela toxicidade aguda e risco ambiental do inseticida fipronil.** 2014. 55 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2014.

MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. A Ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecol. Bras.**, v. 12, n. 3, p. 355-381, 2008.

MALUTA, M. C. **Avaliação da toxicidade sobre *Ceriodaphnia dubia* das águas dos rios Atibaia, Jaguari e efluente tratado de refinaria de petróleo.** 2010. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, São Paulo.

MANISALIDIS, I; STAVROPOULOU, E.; STAVROPOULOS, A.; BEZIRTZOGLU, E. Environmental and health impacts of air pollution: A review. **Frontiers in public health**, v. 8, n. 14, 2020.

MEIRELES, G. **Avaliação eco/genotoxicológica dos corantes têxteis Reactive Blue 4 e Reactive Blue 15.** 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

MENDES, S. V. B. **Efeitos do meio de cultivo sobre a sobrevivência, reprodução e sensibilidade de *Ceriodaphnia dubia*.** 2016. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

MOREIRA, L. E. B. et al. Análise ecotoxicológica em viveiro de carcinicultura de água doce, utilizando o cladóceros *Ceriodaphnia dubia* como organismo-teste. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 25-38, 2018.

OLIVEIRA, T. D. D.; MARTINI, W. S.; SANTOS, M. D.; MATOS, M. A. C.; ROCHA, L. L. D. Caffeine Oxidation in Water by Fenton and Fenton-Like

**Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias.** Paranaguá, PR, v.7, n.1, p. 1-18, set./mar, 2022

Processes: Effects of Inorganic Anions and Ecotoxicological Evaluation on Aquatic Organisms. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 26, n. 1, p. 178-184, 2015.

PAKRASHI, S.; DALAI, S.; HUMAYUN, A.; CHAKRAVARTY, S.; CHANDRASEKARAN, N.; MUKHERJEE, A. *Ceriodaphnia dubia* as a potential bio-indicator for assessing acute aluminum oxide nanoparticle toxicity in fresh water environment. **PLoS ONE**, v. 8, n. 9, e74003, 2013.

PASCHOALATO, C. F. P. R.; SILVA, B. M.; DE FREITAS AFONSO, M. M.; SOUZA, M. B. Toxicidade aguda de herbicida e de seus componentes químicos diuron e hexazinona em *Ceriodaphnia dubia*. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 7, n. 3. P. 23-35, 2013.

ROLDÃO, T. M. **Avaliação do efeito combinado de carbofurano e temperatura para *Ceriodaphnia dubia***. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, L. A. P. **Effects of cyanobacterial blooms on the cladocerans *Ceriodaphnia Dubia* and *Daphnia Gessneri***. 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

SILVA, T. V. **Bioensaios ecotoxicológicos na bacia hidrográfica do Rio Pardo (UGRHI 04), Brasil**. 2017. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

SOUZA, J. P. et al. Toxicity of gold nanorods on *Ceriodaphnia dubia* and *Danio rerio* after sub-lethal exposure and recovery. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 20, p. 25316-25326, 2021.

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, 2014.

VASCONCELOS, R. et al. Avaliação ecotoxicológica da eficiência de um sistema integrado de tratamento de efluentes com algas e wetlands construídos, utilizando *Ceriodaphnia dubia* como organismo bioindicador. **Seminário de Iniciação Científica**, p. 90, 2015.

**Enviado em: 28/12/2020**

**Aceito em: 11/08/2022**

**Editor Chefe: Prof. Dr. Everaldo dos Santos**

**Editor Adjunto: Dr. Wilian Demetrio**