

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza

Vitor Hugo Peres Velloso

**AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS ECOTOXICOLÓGICOS DE POLUENTES
EMERGENTES EM COMUNIDADES PLANCTÔNICAS DE ÁGUA DOCE:
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Juiz de Fora

2020

Vitor Hugo Peres Velloso

**AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS ECOTOXICOLÓGICOS DE POLUENTES
EMERGENTES EM COMUNIDADES PLANCTÔNICAS DE ÁGUA DOCE:
REVISÃO SISTEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza, Instituto de Ciências Biológicas, Campus Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação da Natureza.

Orientadora: Prof^a. Dra. Simone Jaqueline
Cardoso

Juiz de Fora

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Velloso, Vitor Hugo.

Avaliação dos estudos ecotoxicológicos de poluentes emergentes em comunidades planctônicas de água doce: revisão sistemática. / Vitor Hugo Velloso. -- 2020.

40 f. f. : il.

Orientador: Simone Jaqueline Cardoso

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza, 2020.

1. Ecotoxicologia. 2. Contaminantes emergentes. 3. Zooplâncton. 4. Fitoplâncton. I. Cardoso, Simone Jaqueline, orient. II. Título.

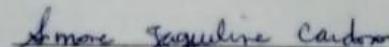
**"AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS ECOTOXICOLÓGICOS DE
POLUENTES EMERGENTES EM COMUNIDADES PLANCTÔNICAS
DE ÁGUA DOCE: REVISÃO SISTEMÁTICA"**

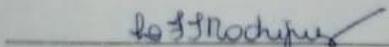
Vitor Hugo Peres Velloso

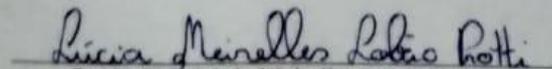
Orientadora: Profa. Dra. Simone Jaqueline Cardoso

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de mestre em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

Aprovado em 28 de fevereiro de 2020.


Prof. Dr. Simone Jaqueline Cardoso
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF


Profa. Dra. Luciana Falci Theza Rodrigues
Universidade Federal do Juiz de Fora – UFJF


Profa. Dra. Lúcia Meirelles Lobão Protti
FADIP, Ponte Nova/MG

Dedico essa conquista a meus pais, Paulo Cesar Velloso e Deise Aparecida Peres Velloso, à minha avó paterna, Alcilea Noronha Velloso e ao meu padrasto, Agenor Antônio da Silva. Pois sem eles nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus e a Nossa Senhora de Aparecida por terem me guiado por bons caminhos e me amparado em todos os momentos difíceis encontrados durante esta caminhada. Agradeço aos meus familiares, em especial meus pais, Paulo Cesar Velloso e Deise Aparecida Peres Velloso, minha avó paterna, Alcilea Noronha Velloso e meu padrasto, Agenor Antonio da Silva por todo amparo e por servirem de alicerce, pilares fundamentais na formação do meu caráter.

Agradeço também a Deus a existência do meu filho Luis Augusto, e por cada palavra sua de carinho e de confiança em mim depositada. Agradeço a minha orientadora Simone Jaqueline Cardoso pela enorme generosidade e pela forma sempre cordial a qual me guiou no mestrado, sempre presente e empenhada em meu crescimento como aluno e também cidadão. Cito ainda os professores pela maneira dinâmica e o empenho durante as disciplinas ministradas.

Por último e não menos importante, agradeço a minha companheira Valéria Borges, a qual o mestrado me permitiu conhecer, e a qual tenho a felicidade de poder chamar de amiga, além de companheira. Na distância de meus familiares e amigos, agradeço a ela pela confiança e presença ao meu lado em todos os momentos. Caminhou ao meu lado pelo percurso, ajudando a construir boas lembranças e tornando-me um homem mais forte ante os percalços.

“Em tudo o que nos aconteceu foste justo; agiste com lealdade mesmo quando fomos infiéis” (Neemias 9:33)

RESUMO

A presença de poluentes emergentes nos corpos d'água doce tem afetado os microrganismos e conseqüentemente o equilíbrio de ecossistemas aquáticos. Na base das teias tróficas de ecossistemas de água doce está o plâncton, que serve de alimento direta e indiretamente para todos os níveis tróficos superiores. Conhecer os efeitos nocivos causados por poluentes emergentes nestes organismos é fundamental para manutenção do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. O presente estudo realizou uma revisão sistemática na literatura e buscou artigos de cunho ecotoxicológico em comunidades planctônicas de água doce. Foram levantadas todos os artigos científicos acerca do tema até 1 de janeiro de 2019 utilizando critérios de busca próprios. Para realização do trabalho foram realizadas buscas nas bases de dados: Web of Science, Scopus (Elsevier) e SciELO (Scientific Electronic Library Online). Os artigos encontrados foram triados e aqueles que atenderam aos critérios de inclusão foram classificando conforme título; autor; ano de publicação; periódico em que foi publicado; país do periódico; país do autor; país onde foi realizado o experimento; área de conhecimento; táxon utilizado; classificação/grupo do organismo utilizado; ecossistema onde o estudo foi realizado; Grupos de contaminantes/poluentes; efeito nos organismos; tipo de trabalho e número de citações dos artigos. Foram encontrados no total 62.488 artigos científicos considerando todas as bases de dados. Desses, ao final da triagem apenas 12 artigos contemplaram 100% os critérios de inclusão. Nos estudos avaliados, os compostos mais estudados foram Permetrina e Dodecilsulfato de sódio e as espécies/grupos taxonômicos mais utilizados como organismos-teste foram *Daphnia magna* (5), Zooplâncton (toda comunidade) (4) e *Daphnia pulex* (2). A grande maioria dos estudos realizou experimentos com culturas de organismos. Os resultados apresentados, obtidos nos experimentos com poluentes emergentes possuem amplo espectro de variação, desde a nenhum efeito nos organismos testados até a sua mortalidade. Concluimos que o número de trabalhos nessa área de pesquisa é substancialmente pequeno, dada a importância e complexidade do tema. Com base nas informações coletadas esperamos contribuir para o conhecimento acerca da Ecotoxicologia em ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Ecotoxicologia. Contaminantes emergentes. Zooplâncton. Fitoplâncton

ABSTRACT

The presence of emerging pollutants in freshwater bodies has affected microorganisms and, consequently, the balance of aquatic ecosystems. At the base of the trophic webs of freshwater ecosystems is plankton, which serves as food directly and indirectly for all higher trophic levels. Knowing the harmful effects caused by pollutants emerging in these organisms is essential for maintaining the balance of aquatic ecosystems. The present study carried out a systematic review of the literature and searched for articles of an ecotoxicological nature in planktonic freshwater communities. All scientific articles on the subject were surveyed until January 1, 2019 using their own search criteria. To carry out the work, searches were carried out in the databases: Web of Science, Scopus (Elsevier) and SciELO (Scientific Electronic Library Online). The articles found were screened and those that met the inclusion criteria were classified according to the title; author; year of publication; periodical in which it was published; country of the journal; author's country; country where the experiment was carried out; knowledge area; taxon used; classification / group of the organism used; ecosystem where the study was conducted; Contaminant / pollutant groups; effect on organisms; type of work and number of citations of the articles. A total of 62,488 scientific articles were found considering all databases. Of these, at the end of the screening, only 12 articles covered 100% of the inclusion criteria. In the evaluated studies, the most studied compounds were sodium permethrin and sodium dodecyl sulfate and the species / taxonomic groups most used as test organisms were *Daphnia magna* (5), Zooplankton (the whole community) (4) and *Daphnia pulex* (2). The vast majority of studies conducted experiments with cultures of organisms. The results presented, obtained in experiments with emerging pollutants, have a wide range of variation, from no effect on the tested organisms to their mortality. We conclude that the number of works in this research area is substantially small, given the importance and complexity of the topic. Based on the information collected, we hope to contribute to the knowledge about Ecotoxicology in aquatic ecosystems.

Keywords: Ecotoxicology. Emerging contaminants. Zooplankton. Phytoplankton.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<u>Figura 1 - Fluxograma referente ao processo de triagem de artigos que abordavam o tema estudos ecotoxicológicos em comunidades planctônicas de água doce.</u>	16
<u>Figura 2 - Conjunto de contaminantes específicos utilizados como parâmetro de busca do presente trabalho.</u>	17
<u>Figura 3 - Número total de publicações exclusivas e compartilhadas entre as bases de dados utilizadas na busca.</u>	18
<u>Figura 4 - Gráfico da distribuição dos artigos conforme o país de publicação do periódico.</u>	19
<u>Figura 5 - Número de artigos publicados por área de conhecimento.</u>	19
<u>Figura 6 - Número de artigos publicados por períodos organizados por décadas, desde 1980 até 2019.</u>	20
<u>Figura 7 - Distribuição dos artigos em ordem cronológica, correlacionando-os com o seu número de citações.</u>	21
<u>Figura 8 - Número de artigos publicados por ambiente de estudo (ecossistemas/habitat) onde foram estudados ou conduzidos os experimentos.</u>	21
<u>Figura 9 - Frequência de ocorrência das espécies/grupos taxonômicos utilizados como organismos-teste nos artigos.</u>	22
<u>Figura 10 - Relação entre os contaminantes e seus efeitos destacando as principais espécies/grupos taxonômicos utilizados pelos estudos avaliados</u>	23

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO</u>	9
<u>2. OBJETIVOS</u>	13
<u>2.1. Objetivo Geral</u>	13
<u>2.2. Objetivo Especifico</u>	13
<u>3. MATERIAL E MÉTODOS</u>	13
<u>4. RESULTADOS</u>	17
<u>5. DISCUSSÃO</u>	24
<u>6. CONCLUSÃO</u>	28
<u>REFERÊNCIAS</u>	29
<u>APÊNDICE A - REFERÊNCIAS E INFORMAÇÕES UTILIZADAS NA OBTENÇÃO DOS DADOS</u>	35

1. INTRODUÇÃO

O mundo globalizado nos trouxe avanços excepcionais, desde excelentes produtos de limpeza e refinados cosméticos até potentes drogas de uso médico. Esses avanços também nos trouxeram consequências, e uma delas é o acúmulo de substâncias nocivas nos corpos de água doce. Essas substâncias são potenciais causadoras de graves desarranjos ecológicos, e seu efeito para além da água doce, em nós seres humanos ainda não são totalmente compreendidos (TOMINAGA & MIDIO, 1999). As técnicas tradicionais de tratamento de água não são suficientes em remover por completo essas substâncias, e os recursos de água doce própria para consumo humano em nosso planeta são limitados (CRUZ & MIERZWA, 2020).

As atitudes comportamentais do homem desde que ele se tornou parte dominante dos sistemas têm seguido uma tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental (MORAES & JORDÃO, 2001). São consideradas como as maiores fontes poluidoras no país as agroindústrias, devido à enorme quantidade de componentes ricos em matéria orgânica, nutrientes (como fósforo e nitrogênio), graxa e óleos provenientes de todas as atividades relacionadas nesses locais (MEES *et al.*, 2009). Outra fonte poluidora são os resíduos provenientes de esgoto doméstico e industrial, chamados efluentes, que causam a alteração das características naturais das águas e conseqüentemente a sua poluição. Um exemplo que ilustra essa distribuição é a carga de efluentes despejada diariamente na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. Sua composição corresponde a 465 toneladas de esgotos domésticos, sendo que apenas 68 toneladas são tratadas. A carga orgânica é de 400 toneladas, das quais 64 toneladas correspondem a carga industrial (TAOUIL & YONESHIGUE-VALENTIN, 2002). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima que em 2018 apenas 66,3 % do total de domicílios do país tinham acesso à rede geral ou fossa ligada à rede para escoamento de esgotos (IBGE, 2018).

Sabendo da evidente importância dos recursos hidrológicos, tornam-se imprescindíveis ações voltadas para minimizar a poluição, tais como o uso racional dos recursos naturais, tratamento de efluentes, desenvolvimento de tecnologias para a recuperação de corpos hídricos contaminados (AMARANTE, 2003). O termo poluição pode ser classificado de duas formas: poluição natural, aquela que tem causas nas forças da natureza, como tempestades de areia, queimadas provocadas

por raios e atividades vulcânicas; e poluição artificial, causada pela atividade do homem, como a emissão de gases de automóveis, queima de combustíveis fósseis em geral, materiais radioativos, entre outros (SANTOS, 2002). Em se tratando de água doce, a poluição artificial de corpos hídricos tem afetado diretamente o equilíbrio e a qualidade de ecossistemas aquáticos ao longo de décadas.

A poluição dos recursos hídricos não afeta apenas os seres humanos, mas também as comunidades biológicas viventes nesses ecossistemas. A degradação do habitat aquático tem causado uma grande quantidade de problemas para as espécies que nele habita ou que dele necessitam e essa degradação frequentemente leva a uma desarmonia nas relações tróficas (PEREIRA, 2013). Como os consumidores e recursos alimentares estão entre os principais fatores limitantes do crescimento populacional das espécies, as interações tróficas são componentes essenciais para o entendimento da dinâmica das populações e conseqüentemente dos padrões que emergem da coexistência e diversidade nos ecossistemas (LEVIN, 1970; HOLT *et al.*, 1994; TOKESHI, 1999; CHESSON, 2000; GIACOMINI, 2007). Eventos como o aumento de organismos produtores primários – *boom* – de determinada espécie, ou mesmo o seu desaparecimento, assim como a chegada de novas espécies que não se encontravam naquele habitat são exemplos de desarranjos entre os níveis tróficos. Estes eventos podem, inclusive, resultar na extinção de um determinado ecossistema (MAGALHÃES & FERRÃO-FILHO, 2008).

A comunidade planctônica tem sido frequentemente utilizada como modelo de estudo, uma vez que é sensível às mudanças no meio aquático podendo apresentar respostas em sua densidade e composição em um intervalo de tempo que varia de dias a semanas (REYNOLDS, 2006). Segundo Margalef (1983), a comunidade planctônica funciona como “sensor refinado das propriedades ambientais”. O termo plâncton foi definido como todas as formas de animais e plantas que vivem em águas, sem movimento adequado suficiente para lutar eficazmente contra os movimentos dessas águas, ondas, correntes, etc. (HENSEN, 1887). A comunidade de algas planctônicas, por exemplo, é de grande relevância na diversidade biológica dos ecossistemas aquáticos continentais, devido ao grande número de espécies e alta proporção na biodiversidade total destes sistemas (CARNEY, 1998). Além disso, ela é importante funcionalmente, devido à produção primária, biomassa e seu papel na ciclagem de nutrientes. Segundo Andersen (1998), as algas chegam a contribuir com

40 % da produção primária do planeta. Estudos de avaliação da qualidade da água, incluindo a análise qualitativa e quantitativa dos organismos planctônicos são importantes, pois possuem importante papel como organismos bioindicadores da qualidade da água e refletem a dinâmica do ecossistema (TUNDISI, 2003). Por localizar-se na base da teia trófica dos ecossistemas aquáticos, o conhecimento acerca dos efeitos de poluentes no plâncton torna-se fundamental, uma vez que o seu desarranjo pode desequilibrar todos os níveis tróficos a seguir. Nesse contexto, a ecotoxicologia se apresenta como importante área da ciência.

O termo ecotoxicologia foi sugerido pela primeira vez em junho de 1969, durante uma reunião do *Committee of the International Council of Scientific Unions (ICSU)*, em Estocolmo, pelo toxicologista francês René Truhaut (TRUHAUT, 1977). Segundo Truhaut, a ecotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos das substâncias naturais ou sintéticas sobre os organismos vivos, populações e comunidades, animais ou vegetais, terrestres ou aquáticos, que constituem a biosfera, incluindo assim a interação das substâncias com o meio nos quais os organismos vivem num contexto integrado (PLAA, 1982; CAIRNS & NIEDERLEHNER, 1995 Apud. ZAGATTO & BERTOLETTI, 2006).

Na busca desse entendimento, a revisão sistemática possui credibilidade em auxiliar a mensurar e compreender de forma dinâmica os dados obtidos em estudos e análises (URRA MEDINA & BARRÍA PAILAQUILÉN, 2010). Há cerca de duas décadas atrás um profissional podia ler toda a literatura do seu campo de estudo, ao esquadrihar as coleções de revistas na biblioteca, por exemplo. Hoje, dado o volume diário de artigos que são publicados esta tarefa torna-se inviável. Como demonstração desse volume de publicações, segundo um estudo feito pela *National Science Foundation (NSF)* dos Estados Unidos, em 2016 (NSB-2018) a China conquistou a liderança mundial em número de publicações com mais de 426 mil artigos publicados. Desta forma, uma revisão da literatura tem por objetivo dimensionar, pautada em diferentes aspectos, e avaliar o que tem sido produzido em um determinado assunto ou área do conhecimento (BENTO, 2012). Esse trabalho permite uma visão privilegiada sobre o tema, uma vez que se observa o resultado obtido com sua revisão, sem que se precise apreciar todo o seu extenso conteúdo.

Recomenda-se que a revisão bibliográfica sistemática se dê através de sete passos. São eles: formulação da pergunta, localização dos estudos, avaliação crítica

dos estudos, coleta de dados, análise e apresentação dos dados, interpretação dos dados, aprimoramento e atualização da revisão (ROTHER, 2007). Esses passos são comuns para diferentes tipos de estudo como: revisão qualitativa, revisão integrativa, meta-análise e revisão sistemática, que por sua vez possuem objetivos diferentes. A revisão qualitativa condensa os resultados de estudos qualitativos individuais, convertendo-os em ferramentas para a construção de teorias novas. Ela realiza síntese exclusivamente dos estudos primários qualitativos, podendo diferir em abordagens e níveis de interpretação (WHITEMORE, 2005). A revisão integrativa, por sua vez, se trata de um processo específico, que sintetiza o passado da literatura empírica ou teórica para criar uma compreensão mais abrangente de um fenômeno específico (BROOME, 2000). A meta-análise une os resultados de vários estudos primários, utilizando fórmulas estatísticas e aprimorando, dessa forma, a objetividade e validade dos resultados da pesquisa (GLASS, 1976). A revisão sistemática por sua vez, busca realizar um resumo crítico de pesquisa sobre tópico de interesse, geralmente de forma a colocar um problema de pesquisa em um contexto ou identificar possíveis falhas nos estudos anteriores, de maneira que justifique nova investigação (POLIT & HUNGLER 1995; GIL, 1999). Em síntese, a revisão sistemática pode ser vista como uma metodologia “guarda-chuva”, ou seja, que incorpora diferentes tipos de métodos para o processo de revisão da literatura (ROTHER, 2007).

Admitindo a necessidade de uma metodologia que permitisse o enfoque em um assunto específico e proporcionasse um olhar crítico sobre os resultados encontrados, decidimos pelo uso da revisão sistemática para este trabalho. Dessa maneira foram reunidos o maior número de artigos publicados com temáticas relacionadas aos estudos ecotoxicológicos em comunidades planctônicas de água doce a fim de verificar sua incidência ao longo das décadas, mostrar o “estado da arte” atual e certificar a sua importância como ramo da ecologia, uma vez que faltam claramente trabalhos de síntese direcionadas para obtenção deste tipo de informação.

Devido ao aumento da população mundial e o crescente avanço das tecnologias, o uso de produtos químicos pelo ser humano tem aumentado naturalmente, tanto quanto o seu despejo nos efluentes. Diante desse cenário a ecotoxicologia entra como ferramenta de entendimento dos processos envolvendo organismos e produtos químicos. Assim sendo, o potencial deste trabalho é inovador devido à sua

interdisciplinaridade, uma vez que visa apresentar e contextualizar o que tem sido estudado acerca do tema ao longo dos anos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Realizar revisão sistemática sobre os efeitos de poluentes emergentes nas comunidades de microrganismos planctônicos de água doce.

2.2. Objetivo Específico

Apresentar o “estado da arte” do que já foi publicado sobre o tema proposto, levando-se em conta os itens de avaliação escolhidos (critérios de inclusão) até 01 de fevereiro de 2019.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do trabalho foram realizadas buscas nas bases de dados: Web of Science, Scopus (Elsevier) e SciELO (Scientific Electronic Library Online). Utilizamos nas buscas todo o período de tempo disponível em cada base de dados. Na Web of Science foram coletados através da busca com nossas palavras-chave todos os artigos encontrados desde 1945 até 1 de fevereiro de 2019, na Scopus todos os artigos encontrados desde 1960 até 1 de fevereiro de 2019, e na SciELO todos os artigos encontrados desde 2002 até 1 de fevereiro de 2019. Esses artigos foram então salvos e selecionados para a triagem.

As três bases de dados foram utilizadas devido aos diferentes critérios de indexação de cada uma em relação ao número e à qualidade dos periódicos científicos indexados, e também para agregar um maior número de trabalhos possível à busca. O mesmo código de busca foi utilizado nas três bases de dados, a saber: (zooplankton* OR phytoplankton* OR bacterioplankton* OR microorganism* OR microbial*) AND (ecotoxicolog* OR “effects” OR “impact” OR “tests” OR “risk” OR “hazard” OR toxicity OR ecotoxicity OR drug* OR “aquatic pollutant*” OR contaminant*

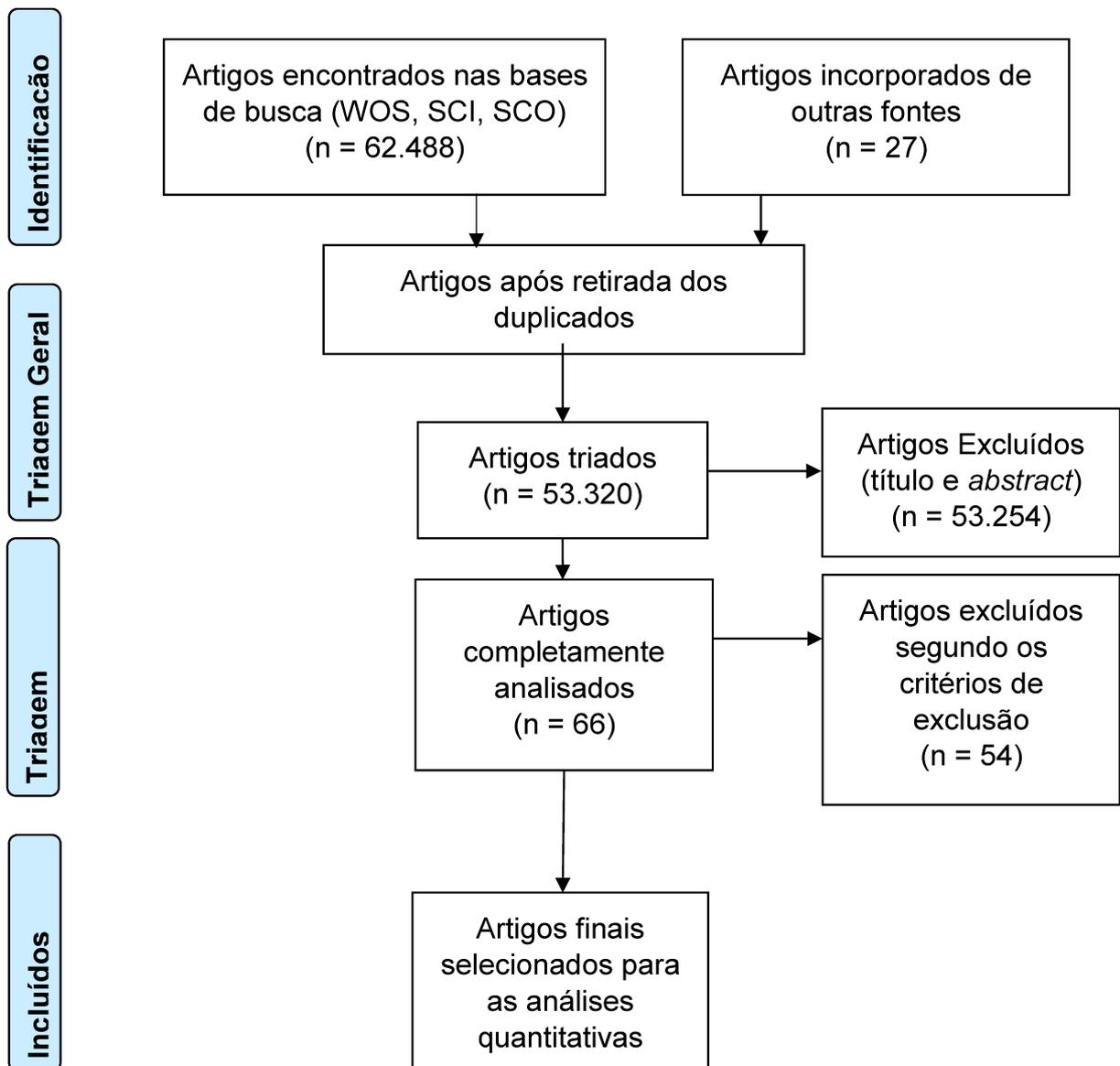
OR "emerging contaminant*" OR PPCP OR "personal care product*" AND ("aquatic* environment" OR freshwater OR lake OR River OR Pond OR Reservoir OR Dam OR "drainage basin*" OR lagoon OR wetland OR riverbasin OR stream* OR waterfall).

Em cada busca nas diferentes bases de dados foram considerados apenas artigos científicos em inglês revisados por pares. Demais produções como artigos de anais, resenhas, notas, livros, capítulos de livros, resumos de reuniões e editoriais foram excluídos da análise. Para a filtragem dos artigos foi realizada uma triagem composta de diferentes etapas (Figura 1). Para a seleção dos artigos de interesse durante a triagem foram adotados um conjunto de critérios, devendo estes serem analisados para que houvesse a inclusão de cada artigo na seleção. Os critérios utilizados foram: os organismos utilizados deveriam ser espécies ou grupos que integram a comunidade planctônica (i.e. bacterioplâncton, fitoplâncton ou zooplâncton); o ecossistema investigado deveria ser de água doce; o artigo deveria apresentar presença e avaliação do tipo de contaminante/poluentes. A respeito desse último, restringimos a vasta gama de poluentes à um conjunto de grupos específicos de nosso interesse (Figura 2) segundo classificação encontrada em Revista de Química Industrial (RQI, 2013) e que comumente estão relacionados entre os principais poluentes emergentes conhecidos. Assim, foram eliminados aqueles artigos que não atenderam a pelo menos um desses critérios.

Após a triagem e seleção dos artigos considerados adequados (Apêndice 1), realizou-se a leitura completa dos mesmos e a busca em cada um deles pelas seguintes informações: Título; Autor; Ano de publicação; Periódico em que foi publicado; País do periódico; País do Autor; País onde foi realizado o experimento; Área de conhecimento; Táxon utilizado; Classificação/grupo do organismo utilizado; Ecossistema onde o estudo foi realizado (p.ex. rio, córrego, riacho, lago, reservatório, nascente, cultura, etc.); Grupos de contaminantes/poluentes (segundo classificação própria adotada, Figura 2); Efeito nos organismos (p.ex. mortalidade, disfunção, alteração morfológica, etc.); Tipo de trabalho (experimental ou observacional) e Número de citações do artigo. Além disso, foi realizada a leitura das referências destes artigos selecionados para avaliar possíveis artigos que não apareceram nas buscas. Quando pertinente, esses novos artigos foram incluídos na triagem como "artigos de outras fontes" (Figura 2).

O item “Área de Conhecimento”, uma das informações retiradas dos artigos, se trata de uma classificação própria, às quais os artigos foram atribuídos de acordo com a avaliação do seu conteúdo. As categorias consideradas foram: Ecologia, Ecotoxicologia, Biologia Celular, Toxicologia, Biotecnologia, Bioquímica e Metodologia. Para fazer a distinção entre essas áreas, que comumente se correlacionam, determinamos alguns critérios: O termo “Ecologia”, usado pela primeira vez em 1866 por Ernest Haeckel, denota ser a parte da biologia que estuda as relações dos seres vivos entre si e destes com o meio. Assim sendo, os trabalhos incluídos na categoria “Ecologia” são aqueles que visam avaliar as condições ambientais como um todo em face da presença e/ou utilização de contaminante, buscando foco na composição e alteração geral do ecossistema. Já os trabalhos inseridos na categoria “Ecotoxicologia” foram aqueles que realizaram experimentos de contaminante visando principalmente o seu efeito no organismo-teste (testes agudos e/ou crônicos), e seus potenciais efeitos em outras espécies. Os artigos incluídos na categoria “Toxicologia” foram aqueles cujo o foco principal foi o meio de ação do contaminante (*i.e.* via de ação), bem como respostas e efeitos causados no organismo-teste, sem interesse primordial no ecossistema como todo. Para a realização da triagem dos artigos foi utilizado o programa EndNote®, versão X9. As tabelas deste trabalho foram realizadas utilizando Microsoft Excel®.

Figura 1 - Fluxograma referente ao processo de triagem de artigos que abordavam o tema estudos ecotoxicológicos em comunidades planctônicas de água doce.



Fonte: Adaptado de PRISMA Group (2009).

Figura 2 - Conjunto de contaminantes específicos utilizados como parâmetro de busca do presente trabalho.

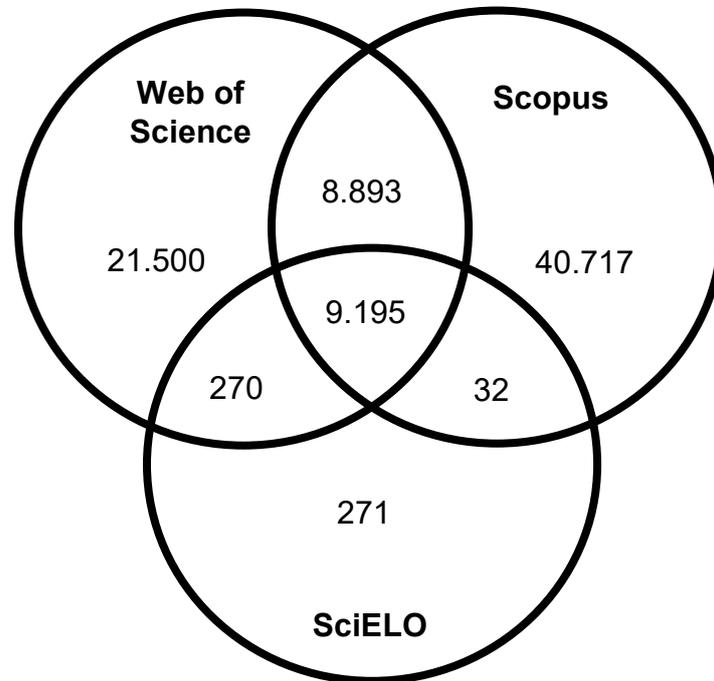
Fármacos
Antibióticos
Analgésicos e Antiinflamatório
Drogas Psiquiátricas
Reguladores Lipídicos
β -Bloqueadores
Esteróides e Hormônios
Produtos de Uso Pessoal
Fragâncias
Agentes de protetor Solar
Repelentes
Inseticidas
Antissépticos
Produtos de Desinfecção
Surfactantes e Detergentes
Retardantes de Chamas
Aditivos Industriais
Aditivos de Gasolina

Fonte: Modificada de RQI (2013).

4. RESULTADOS

Foram encontrados no total 62.488 artigos científicos considerando todas as bases de dados. Destes, 40.717 foram encontrados na Scopus (Elsevier), 21.500 na Web of Science e 271 resultados da SciELO (Scientific Electronic Library Online) (Figura 3). Desse montante foram identificados e excluídos 9.195 duplicados, restando a serem triados o total de 53.293 publicações. Após a primeira triagem, restaram 39 artigos a serem avaliados por completo. Foram ainda acrescentados 27 artigos a esse montante, retirados das referências encontradas nos 39 finais, totalizando 66 artigos a serem analisados por completo. Desses 66 foram apenas 12 artigos contemplaram 100% os critérios de inclusão.

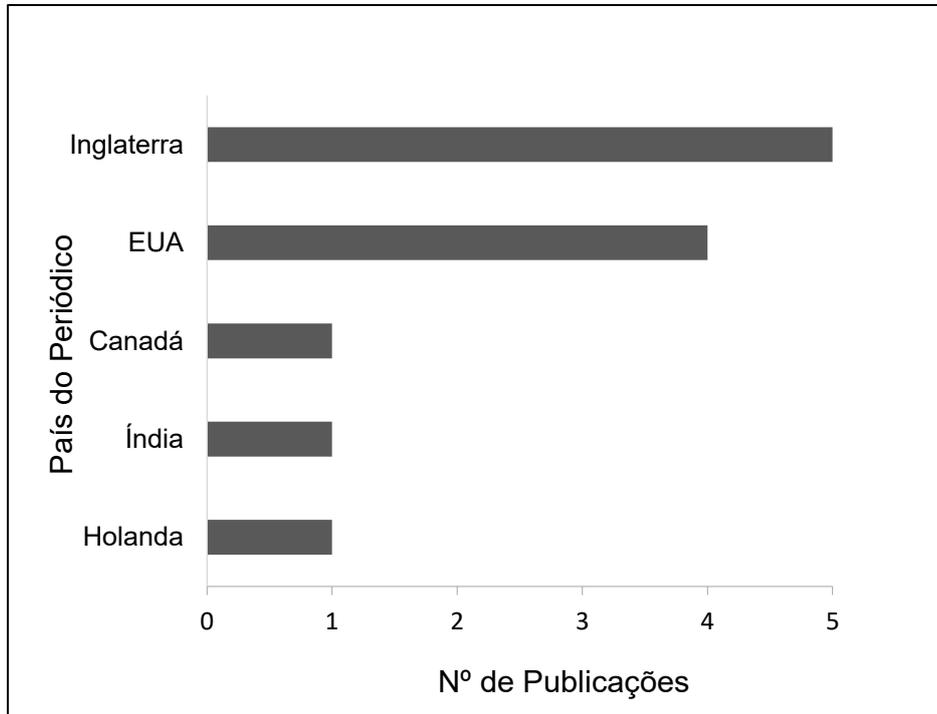
Figura 3 - Número total de publicações exclusivas e compartilhadas entre as bases de dados utilizadas na busca.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

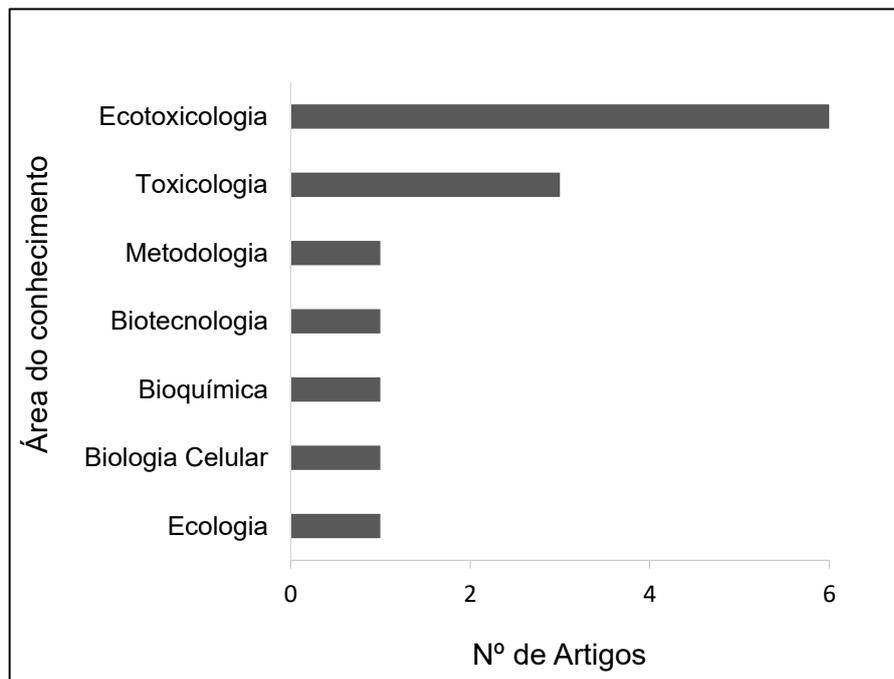
Deste ponto em diante serão abordados apenas os 12 artigos selecionados após todas as triagens. De posse dos dados obtidos após a análise dos artigos finais selecionados, o país com maior amostragem dentre as publicações foi a Inglaterra com 5 artigos, seguido dos Estados Unidos da América (EUA) com 4 artigos (Figura 4). A Ecotoxicologia foi a área de conhecimento que aportou o maior número de artigos, 6, seguida pela Toxicologia com 3 artigos (Figura 5).

Figura 4 - Gráfico da distribuição dos artigos conforme o país de publicação do periódico.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 5 - Número de artigos publicados por área de conhecimento.

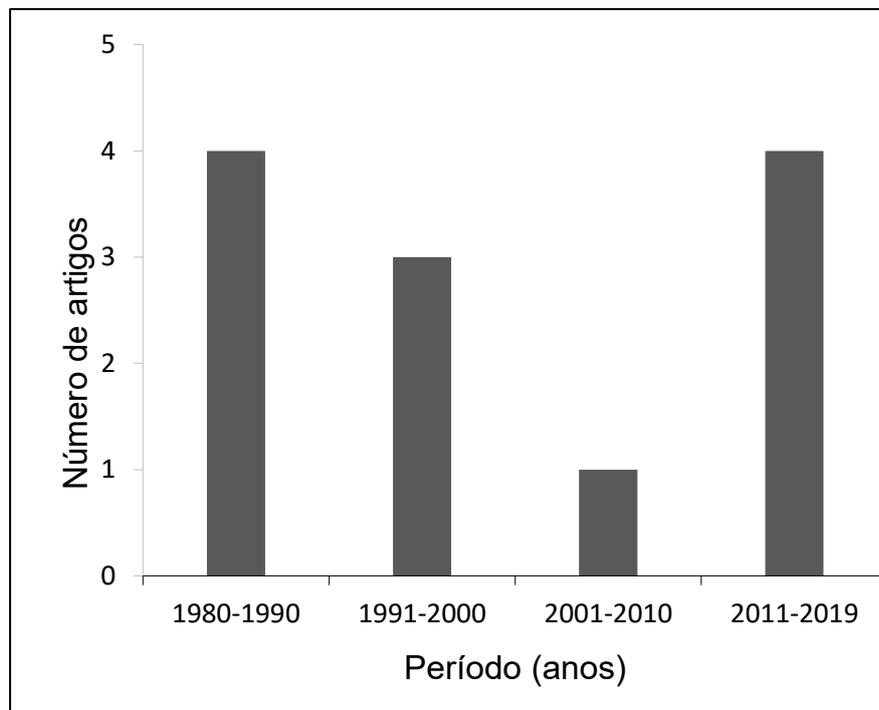


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Em se tratando da cronologia das publicações, os períodos com maior número de artigos foram 1980-1990, 4 artigos e 2011-2019, também com 4 artigos (Figura 6). Dentre o conjunto final de artigos, o trabalho com maior número de citação foi o artigo produzido por Kaushik et al. (1985) com 124 citações (Figura 7). O ecossistema em que o estudo foi desenvolvido também foi objeto de avaliação, sendo trabalhos utilizando cultura das espécies os mais frequentes (

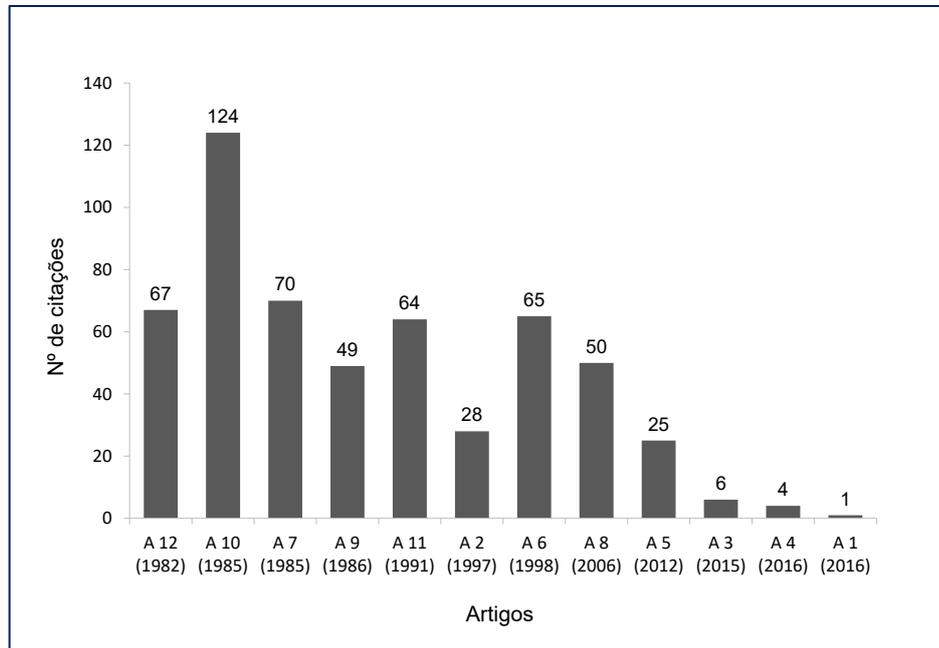
Figura 8).

Figura 6 - Número de artigos publicados por períodos organizados por décadas, desde 1980 até 2019.



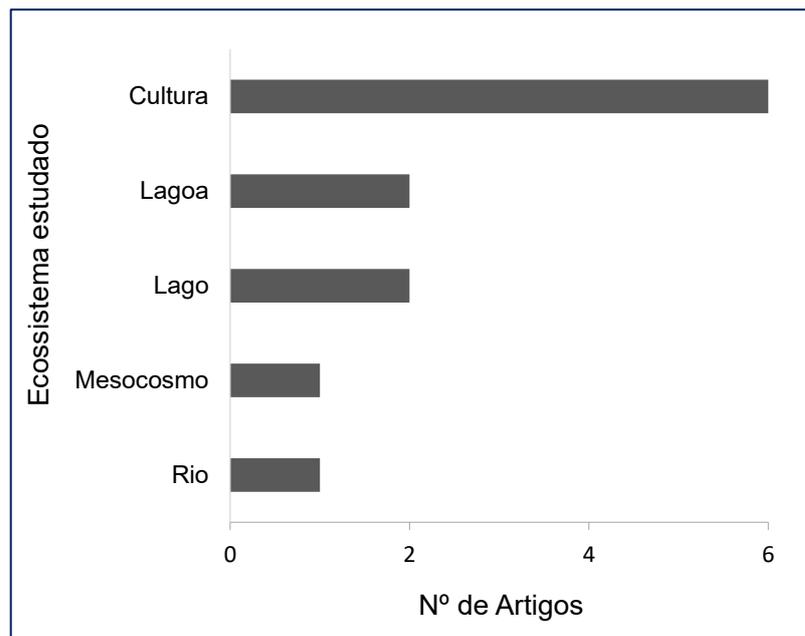
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 7 - Distribuição dos artigos em ordem cronológica, correlacionando-os com o seu número de citações.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

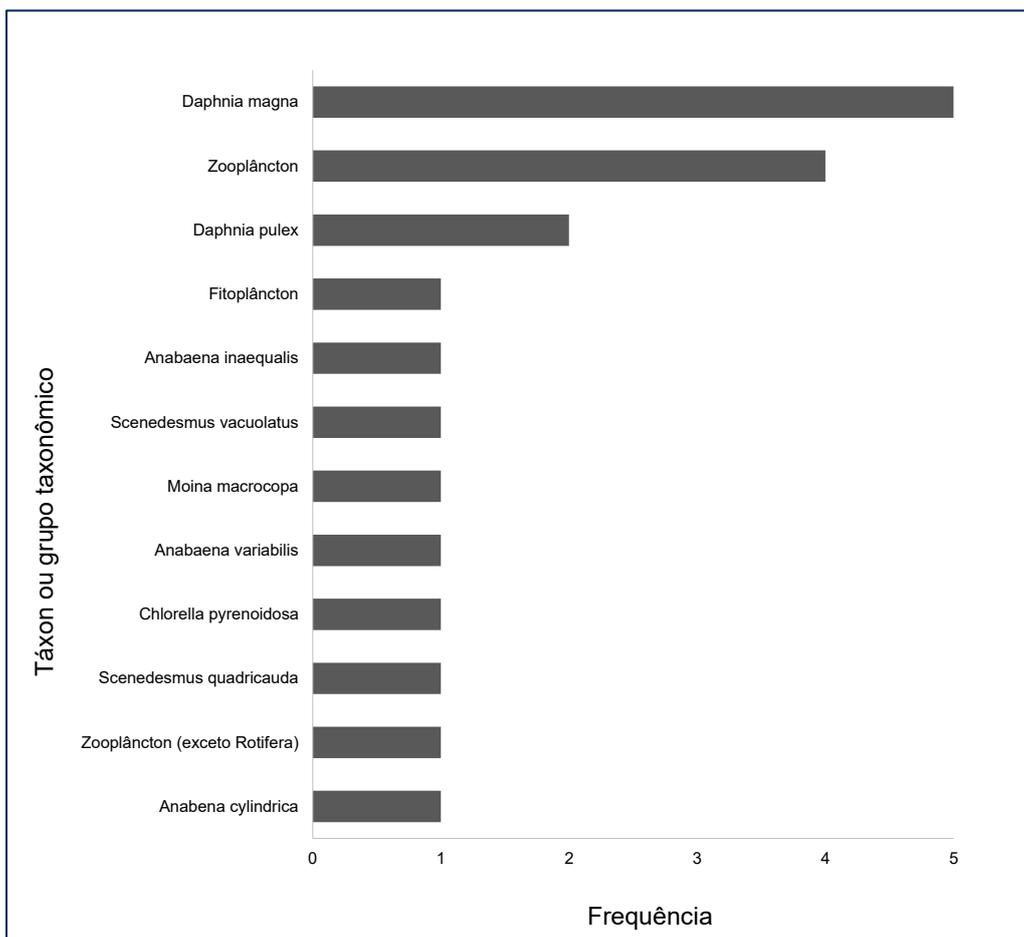
Figura 8 - Número de artigos publicados por ambiente de estudo (ecossistemas/habitat) onde foram estudados ou conduzidos os experimentos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Nos estudos avaliados, as espécies/grupos taxonômicos mais utilizados como organismos-teste foram *Daphnia magna* (5), Zooplâncton (toda comunidade) (4) e *Daphnia pulex* (2) (Figura 9). Os compostos mais estudados foram Permetrina (3) e Dodecilsulfato de sódio (2), seguidos de: Amônio (NH₄); Petróleo; 3,4-dichloroaniline (DCA); Tritan™ copolyester; Alquilpoliglicosídeos (APGs); Esfenvalerato (inseticida); Pentaclorofenato de sódio (PCP); N-Fenil-2-naftilamina (ANP); 1-propanol; Clorobenzeno; Clorofórmio; p- diclorobenzeno; Dietanolamina; Epicloridrina; Etileno glicol e Fenol, todos com apenas um estudo. Considerando que mais de um contaminante foi estudando em alguns estudos (Figura 10). Com base nos estudos triados foi criado um quadro comparativo apresentando a relação entre os contaminantes, os seus efeitos e as espécies ou grupos taxonômicos utilizados como modelo (Figura 10).

Figura 9 - Frequência de ocorrência das espécies/grupos taxonômicos utilizados como organismos-teste nos artigos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 10 - Relação entre os contaminantes e seus efeitos destacando as principais espécies/grupos taxonômicos utilizados pelos estudos avaliados

Efeito	Redução diversidade	Desap. da Espécie	Alteração / perturbação comunidade*	Estresse alimentar	Redução população / comunidade	Redução Densidade/ Aumento Mortalidade	Redução reprodução	Alterações hormonais / metabólicas	Aumento população	Sem toxicidade / baixa sensibilidade	Redução fotossíntese / clorofila	Comp. Mitocondrial / potencial de membrana	Referência
Contaminante													
Amônio (NH4)	Zooplâncton, Cladocera, Copepoda, Rotifera				Zooplâncton, Cladocera, Copepoda, Rotifera								Derevenskaya & Umyarova, 2016
Petróleo	Zooplâncton												Derevenskaya & Umyarova, 2016
3,4-dichloroaniline (DCA)				<i>D. magna</i>	<i>D. magna</i>	<i>D. magna</i>							Jak et al., 1997
TritanTM copolyester							<i>D. magna</i> <i>M. macrocopa</i>	<i>D. magna</i> <i>M. macrocopa</i>					Jang & Ji, 2015
Alquil poliglicosídeos (APGs)		<i>D. rosea</i> , <i>C. flavicans</i>			Zooplâncton	Dafnídeos, <i>Bosmina sp.</i> , Copepoda, Rotifera, <i>T. pracinus</i>				<i>K. valga</i> , <i>A. pacificus</i>			Riera & Cohen, 2016
Esfenvalerato (inseticida)			<i>Daphnia spp.</i> <i>Scapholeberis spp.</i> <i>Pleuroxus spp.</i> <i>Simocephalus spp.</i> <i>Cloeon spp.</i> Copepoda <i>Chydorus spp.</i> Ostracoda Outros Cladocera										Stampfli et al., 2013
Permetrina	Zooplâncton, Cladocera, Copepoda, Rotifera		Fitoplâncton		<i>A. inaequalis</i>	<i>A. inaequalis</i> , <i>C. hirundinella</i> , <i>D. ambigua</i> , <i>B. longirostris</i> , <i>D. brachyurum</i> , <i>C. sphaericus</i> , <i>C. lacustris</i> , <i>D. oregonensis</i> , <i>T. p. mexicanus</i> , <i>M. edax</i>			<i>T. multicornis</i> , <i>C. unicomis</i> , <i>K. longispina</i> , <i>K. cochlearis</i> , <i>Polyarta spp.</i>	<i>S. quadricauda</i> , <i>C. pyrenoidosa</i> , <i>A. variabilis</i> , <i>D. galeata mendotae</i> , <i>A. cylindrica</i> , outros	<i>A. inaequalis</i>	Yasuno, et al., 1988; Kaushik et al., 1985; Stratton & Corke, 1982	
Dodecilsulfato de sódio (SDS)										<i>D. magna</i> <i>D. pulex</i> <i>D. magna</i> <i>D. pulex</i>			Lewis & Weber, 1985; Lewis & Horning II, 1991
Pentaclorofenato de sódio (PCP)													Lewis & Weber, 1985
N-Fenil-2-naftilamina (ANP)								<i>S. vacuolatus</i>				<i>S. vacuolatus</i>	Adler et al., 2007
1-propanol							<i>S. vacuolatus</i>	<i>S. vacuolatus</i>				<i>S. vacuolatus</i>	Adler et al., 2008
Clorobenzeno						<i>D. magna</i>							Gersich et al., 1986
Clorofórmio						<i>D. magna</i>							Gersich et al., 1986
p- diclorobenzeno						<i>D. magna</i>							Gersich et al., 1986
Dietanolamina						<i>D. magna</i>							Gersich et al., 1986
Epicloridrina						<i>D. magna</i>							Gersich et al., 1986
Etileno glicol						<i>D. magna</i>							Gersich et al., 1986
Fenol						<i>D. magna</i>							Gersich et al., 1986

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

*Foram consideradas alterações/perturbações na comunidade os resultados que variam com diferentes condições experimentais e/ou em que os efeitos encontrados são decorrentes de produtos menores de degradação do contaminante utilizado/avaliado. Nestes casos sugerimos apreciação destes resultados em específico.

Nos quais:

- Comp. = Comprometimento;
- Desap. = Desaparecimento.

As espécies abreviadas na Figura 10 correspondem a: *Acanthodiptomus pacificus*, *Bosmina longirostris*, *Ceratium hirundinella*, *Daphnia ambigua*, *Daphnia rosea*, *Daphnia magna*, *Daphnia pulex*, *Daphnia galeata mendotae*, *Moina macrocopa*, *Scenedesmus vacuolatus*, *Anabaena inaequalis*, *Anabaena cylindrica*, *Anabaena variabilis*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus quadricauda*, *Keratella valga*, *Tropocyclops pracinus*, *Chaoborus flavicans* e *Simocephalus* spp., *Trichocerca multicrunus*, *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Polyarta* spp., *Tropocyclops prasinus mexicanus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia lacustris*, *Diaptomus oregonensis* e *Mesocyclops edax*.

5. DISCUSSÃO

As três bases de dados utilizadas, *Web Of Science*, *SciELO* e *Scopus* nos proporcionaram o *pool* de 53.293 artigos já excluídos os duplicados, distribuídos não igualmente entre as três bases. A *SciELO* foi a base de dados que nos proporcionou o menor quantitativo de artigos, 271, o que provavelmente se deve a sua abrangência mais restrita, uma vez que inclui apenas periódicos de países da América Latina. Devido ao seu escopo global, incluindo os periódicos mais notáveis do mundo, as bases *Web of Science* e *Scopus* nos proporcionaram um maior quantitativo de artigos, respectivamente 21.500 e 40.717 artigos.

Considerando os 12 artigos finais resultantes das triagens, pode-se notar o domínio do continente europeu na publicação desses artigos. Destes, 5 trabalhos foram publicados em periódicos da Inglaterra e 1 da Holanda. Os Estados Unidos também participaram com 4 artigos, seguido por Canadá e Índia com 1 publicação cada. Este resultado nos aponta que países mais desenvolvidos conseqüentemente apresentam um maior volume de trabalhos publicados com a temática do estudo, haja vista a presença dominante de países do continente europeu acrescida dos Estados Unidos e Canadá. Esse resultado pode ser uma decorrência de maior investimento, seja público e/ou privado, em pesquisa científica.

A classificação dos artigos dentro de áreas do conhecimento foi objeto de reflexão acerca do contaminante utilizado em cada trabalho, da metodologia utilizada, o ecossistema, o alvo de ação e resposta dos organismos utilizados e principalmente a abordagem proposta. A distribuição desses artigos, levando-se em conta principalmente os critérios acima, mostra que a “Ecotoxicologia” foi a área de classificação que desponta sobre as demais com 6 artigos. Seguida por “Toxicologia” com 3 artigos, “Metodologia”, “Biotecnologia”, “Bioquímica”, “Biologia Celular” e “Ecologia” com 1 artigo cada. Esses resultados evidenciam a interdisciplinaridade dos temas tratados nos artigos, o que suscita a discussão de como essa interdisciplinaridade pode ser usada estrategicamente na elaboração de planos para recuperação de ecossistemas, conservação, monitoramento, tratamento de efluentes e outras variadas ações na área ambiental e de saúde, bem como no ensino de ciências. Dada a sua importância, é através da interdisciplinaridade que podemos resolver problemas advindos da especialização excessiva (DENCKER, 2002, p. 19), tornando possível o conhecimento e posteriormente a sua correlação com a prática.

Diferentemente do esperado, a quantidade de artigos publicados por período não seguiu um aumento linear conforme o avançar das décadas. O período de 1980-1990 assim como o de 2011-2019 apresentou o mesmo número de publicações (4), enquanto os períodos intermediários 1991-2000 e 2001-2010 apresentaram menor número de publicações (3 e 1 respectivamente). Destaque negativo para o período 2001-2010 com apenas uma publicação. Apesar do evidente avanço tecnológico alcançado pelo homem ao longo das décadas, no período de 1980-1990, como apresentado, houve o mesmo número de trabalhos publicados do que no de 2011-2019. Isso sugere que as melhorias tecnológicas não necessariamente impulsionaram

maior pesquisa na área. Ou ainda que os requisitos materiais e de equipamentos para a realização de coletas e experimentos com organismos planctônicos de água doce podem não necessariamente demandar grande aparato tecnológico.

Em relação ao número de citações, podemos avaliar que os artigos mais antigos são aqueles que possuem um número maior de citações em relação aos mais recentes. Os artigos 10, 7 e 12 são os que apresentam mais citações, 124, 70 e 67 citações respectivamente. Trata-se de um dado variável conforme tempo/importância da publicação para a área, não podendo ser entendido de forma linear. Por tanto esses dados são apenas informativos e válidos até a data de realização do presente estudo.

A dominância de trabalhos utilizando “Culturas” dentre os ecossistemas/ambiente utilizados pode ser, dentre outras formas, entendida como resultante do avanço das tecnologias que nos permitiram hoje cultivar quase que qualquer tipo celular e/ou microrganismos em laboratório. A cultura em laboratório aparece como escolha em metade dos artigos.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), estima-se que 97,5 % da água existente no mundo é salgada e não adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação de plantações. Dos 2,5 % de água doce, a maior parte (69 %) é de difícil acesso pois está concentrada nas geleiras, e 30 % são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos). O 1 % restante encontram-se em rios, lagos e lagoas. Tendo em vista a sua importância para a existência humana *versus* a sua diminuta porcentagem no panorama global, torna-se evidente a importância de apreciar e preservar esses recursos de água doce. Dentro desse contexto, os sistemas lagoa e lago (cada um com 2 artigos) e Rio e Mesocosmo (cada um com 1 artigo) justificam-se como os ecossistemas mais relatados nos artigos, haja vista a importância de sua preservação para a manutenção de fontes de água doce.

Daphnia Magna foi o organismo mais estudado e relatado pelos artigos, onde aparece em 5 artigos. Outras espécies do gênero também partilham de sua predileção, como a *Daphnia pulex*, presente em 2 artigos. Trata-se de um microcrustáceo muito presente em águas doces no planeta. Este organismo faz parte do zooplâncton e é considerado um bioindicador, um organismo modelo em avaliações de água doce, seja através de biomonitoramento ou mesmo em trabalhos experimentais como organismo-teste (LOVERN & KLAPER, 2006). Características

como o fácil cultivo em laboratório, ciclo de vida curto, alta taxa reprodutiva, reprodução sexuada e assexuada, e constante presença em águas doces de todo o planeta o credenciam como um dos organismos mais utilizados em trabalhos ecotoxicológicos. Nota-se ainda a presença de trabalhos utilizando organismos pertencentes ao fitoplâncton, o que reforça a necessidade do entendimento de sua biologia e características, tendo em vista a importância dos organismos fotossintetizantes para os ecossistemas aquáticos.

O desenho experimental do presente trabalho foi traçado de tal maneira a limitar os contaminantes a serem rastreados e selecionados em nossa triagem de artigos. Essa classificação foi feita com intuito de limitar os contaminantes a produtos e agente químicos utilizados por nós humanos cotidianamente. No caso de antibióticos por exemplo, em 2018 a região europeia da Organização Mundial da Saúde (OMS) forneceu os dados mais completos sobre o uso de antibióticos. De acordo com esses dados, o consumo médio de antibióticos chegou a 17,9 doses diárias definidas para cada mil habitantes por dia, com uma diferença de quase quatro vezes o que foi encontrado entre os países de menor e maior consumo na região (WHO, 2018). Esse alto consumo de fármacos se reverte em sua presença nos efluentes domésticos e, apesar das estações de tratamento, uma parte residual ainda não é retirada pelos tratamentos convencionais e acaba por ser despejada em córregos e rios, principalmente.

Considerando os contaminantes e seus efeitos sobre as principais espécies/grupos taxonômicos utilizados pelos estudos avaliados (Figura 10), percebe que a interação de um contaminante com determinado grupo taxonômico não corresponde a um mesmo efeito para todos. De maneira geral os efeitos mais comuns foram a redução das densidades populacionais ou das comunidades testadas, seguido da redução da diversidade de espécies/grupos. Os contaminantes com efeitos mais frequentes foram a Aquilpoliglicosídeos e Permetrina. A Permetrina foi o contaminante com maior quantidade de correlações com os organismos utilizados. Foram encontrados efeitos nocivos ao equilíbrio ecológico como redução de diversidade, redução de população/comunidade, aumento de mortalidade, aumento da população e redução dos níveis de clorofila. Devido à presença deste e dos demais compostos apresentados na tabela em repelentes, inseticidas, produtos de limpeza, fármacos, cosméticos, entre outros, o uso diário pela população desses produtos faz

com que o seu destino final seja as águas de efluentes, e apesar dos métodos empregados nas estações de tratamento de efluentes, estes não são capazes de retirar 100% dessas substâncias, gerando um acúmulo progressivo desses contaminantes nocivos em corpos de água doce.

É importante ressaltar que os efeitos causados pelos contaminantes ao ecossistema podem se dar de maneira direta e/ou indireta. Pode-se entender essa classificação ao distinguir o espectro de ação de cada componente tóxico. Há aqueles que agem diretamente nas espécies que integram os grupos aquáticos de zooplâncton e fitoplâncton. No entanto, muitas vezes a ação do agente se dá indiretamente ao passo que, por exemplo, o efeito direto pode se ocorrer em um inseto ou macroinvertebrado predador de fitoplâncton ou zooplâncton. Nesse caso a diminuição desses predadores significa um efeito indireto do contaminante sobre a comunidade, promovendo o desequilíbrio do ecossistema. Efeitos mais nocivos como redução de densidade e mortalidade chamam atenção devido ao seu impacto imediato no ecossistema, tendo em vista a gama de organismos correlacionados (teias tróficas) e a importância desses organismos na estruturação dos níveis tróficos.

6. CONCLUSÃO

O número de trabalhos sobre os efeitos de poluentes emergentes nas comunidades planctônicas de água doce é substancialmente pequeno, dada a importância e complexidade do tema. Poucos compostos foram testados, sendo a Permetrina e Dodecilsulfato de sódio os mais frequentes. As espécies/grupos taxonômicos mais utilizados como organismos-teste foram *Daphnia magna*, *Daphnia pulex* e Zooplâncton (toda comunidade). A grande maioria dos estudos realizou experimentos com culturas de organismos, ou seja, pouco ainda se sabe sobre os efeitos dos compostos nas comunidades *in situ*. Desta forma, mais estudos e estudos mais abrangentes são necessários a fim de se entender melhor as características dos efeitos dos compostos sobre as comunidades apontadas neste trabalho. Mais pesquisas acerca do tema poderão efetivamente contribuir para a elaboração de políticas e técnicas mais apuradas na avaliação de riscos e estratégias de remoção de substâncias indesejadas na água.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Águas no Mundo**, 2018. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

ANDERSEN, R. A. Algal biodiversity, with remarks on the ecological and economic significance of algae. *In: IV CONGRESSO LATINO-AMERICANO, II REUNIÃO IBEROAMERICANA, VII REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, 1. Anais [...]*, p.13-29. 1998.

AMARANTE Jr., O. P. de; BRITO, N. M.; RIBEIRO, A. B.; VIEIRA, E. M. Caracterização de diferentes fluidos empregados na usinagem de metais. Parte I: perfil cromatográfico e espectrometria de massas. *In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA, v. 52. Anais [...]*, n. 2, p. 83-87, 2003.

BENEFIELD, L. E. Implementing evidence-based practice in home care. **Home Healthcare Nurse**, Baltimore, v. 21, n. 12, p. 804-811, 2003.

BENTO, A. V. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. **Revista JA**, Funchal, p.42-44, 2012.

BROOME, M. E. Integrative literature reviews for the development of concepts. *In: RODGERS B. L.; KNAFL K. A. Concept development in nursing: foundations, techniques and applications*. W.B Saunders Company, Philadelphia. p.231-250, 2000.

BUIKEMA, A. L.; VOSHELL, J. R. Toxicity studies using freshwater benthic macroinvertebrates. *In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York. 488p., p. 344-398, 1993.

CAIRNS, J. J.; NIEDERLEHNER, B. R. Ecological Toxicity Testing. **Lewis Publishers**, Boca Raton. 228p. 1995.

CARNEY, H. J. Biodiversity, conservation and global change: an algal perspective. *In: IV CONGRESSO LATINO-AMERICANO, II REUNIÃO IBEROAMERICANA, VII REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA, 1. Anais [...]*, p. 31-42. 1998.

CHESSON, P. Mechanisms of maintenance of species diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, n. 31, p. 343-366, 2000.

CRUZ, N.; MIERZWA, J. C. Saúde pública e inovações tecnológicas para abastecimento público. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 29, n. 1, 2020.

DENCKER, A. F. M. **Pesquisa e interdisciplinaridade no Ensino Superior: uma experiência no curso de turismo**. São Paulo: Aleph, 2002.

DEREVENSKAYA, O. Y.; UMYAROVA, R. M. Zooplankton as an indicator of river ecological condition. **International Journal of Pharmacy and Technology**, v. 8, n. 2, p. 14567-14574, 2016.

FERREIRA, M. E. M. P. Ciência e interdisciplinaridade. *In*: FAZENDA, I. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 1999.

GALVÃO, C. M.; SAWADA, N. O.; TREVIZAN, M. A. Revisão sistemática. **Rev. Latino-am. Enfermagem**, v. 12, p. 549-560. 2004.

GERSICH, K. M.; BLANCHARD, E. A.; APPLGATH, S. L.; PARK, C. N. The Precision of Daphnid (*Daphnia magna* Straus, 1820) Static Acute Toxicity Tests. **Arch. Environ. Contain. Toxicol.** v. 15, p.741-749, 1986.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIACOMINI, H.C. Os mecanismos de coexistência como vistos pela teoria ecológica. **Oecologia Brasiliensis**, n. 11. p. 521-543, 2007.

GLASS, G. V. Primary, secondary, and meta-analysis of research. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, v. 5, p. 3-8, 1976.

GLENN, W. S.; CHARLES, T. C. Toxicity of the insecticide permethrin and some degradation products towards algae and cyanobacteria. **Environmental Pollution**, v. 29, p. 71-80, 1982.

HENSEN, V. **Ueber die Bestimmung des Plankton's oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren**. 1887.

HOLT, R.D.; GROVER, J. & TILMAN, D. Simple rules for interspecific dominance in systems with exploitative and apparent competition. **The American Naturalist**, v. 144, p.741-771, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **PNAD Contínua**. Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/fd031c76b642dc0012eaa56c8ead7841.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2020.

JAK, R. G. *et al.* Ecotoxicity of 3,4-dichloroaniline in enclosed freshwater plankton communities at different nutrient levels. **Ecotoxicology**, v. 7, n.1, p. 49-60, 1998.

JANG, S.; JI, K. Effect of chronic exposure to two components of Tritan copolyester on *Daphnia magna*, *Moina macrocopa*, and *Oryzias latipes*, and potential mechanisms of endocrine disruption using H295R cells. **Ecotoxicology**, v. 24, n. 9, p. 1906-1914, 2015.

LEVIN, S.A. Community equilibria and stability, and an extension of the competitive exclusion principle. **The American Naturalist**, v. 104, p. 413-423, 1970.

LEWIS, P. A.; WEBER, C. I. A Study of the Reliability of *Daphnia* Acute Toxicity Tests. *In*: R. D. Cardwell, R. Purdy, and R. C. Banner, **American Society for Testing and Materials**, Philadelphia, p. 73-86, 1985.

LOVERN, S. B.; KAPLER, R. *Daphnia magna* mortality when exposed to titanium dioxide and fullerene (C60) nanoparticles. **Environ. Toxicol. Chem.** v. 25, p. 1132-1137, 2006.

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

MARGALEF, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona. Omega, 1(010).

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008.

MEES, J. B. R. *et al.* Removal of organic matter and nutrients from slaughterhouse wastewater by using *Eichhornia crassipes* and evaluation of the generated biomass composting. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 466-73, 2009.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Saúde Pública**, v. 36, n. 6, p. 370-400, 2002.

NATIONAL SCIENCE BOARD – NSB. **Science and Engineering articles in all fields, by country or economy: 2006 and 2016**. National Science Foundation, 2018. Disponível em: <<https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/tables/tt05-22/>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

NATIONAL SCIENCE BOARD – NSB. **Science and Engineering Indicators**, 2018. Alexandria, VA: National Science Foundation. Disponível em: <<https://www.nsf.gov/statistics/indicators/>>. Acesso em: 21 jan. 2020.

NICOLE, E. A.; MECHTHILD, S. J.; ROLF, A. Flow cytometry as a tool to study phytotoxic modes of action. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 26, n. 2, p. 297–306, 2007.

KAUSHIK, N. K.; STEPHENSON, C. L.; SOLOMON, K. R.; DAY, K. E. Impact of Permethrin on Zooplankton Communities in Limnocorrals. **Fish. Aquat. Sci.** v. 42, p. 77-85, 1985.

PEREIRA, A. A. S. *et al.* Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João, em Campo Belo Minas Gerais, sob interferência do efluente tratado do abate de bovinos e suínos. **Natureza on-line**, Ribeirão São João, p. 101-105, 2015.

PEREIRA, L. D. A. **Saber Ecológico: O Fitoplâncton e nossas águas**. Dissertação (Mestrado). PUC Minas, Belo Horizonte. 2013.

PHILIPA, L.; WILLIAMB, H. Differences in acute toxicity test results of three reference toxicants on daphnia at two temperatures. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 10, p. 1351-1357, 1991.

PLAA, G. L. Present status: toxic substances in the environment. **Canadian Journal of physiology and Pharmacology**, v. 60, p. 1010-1016, 1982.

POLIT, D. F.; BECK, C. T. Using research in evidence-based nursing practice. *In*: POLIT, D. F.; BECK, C. T. **Essentials of nursing research. Methods, appraisal and utilization**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

POLIT, D. F.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem**. Porto Alegre, Artes Médicas, 3 ed. 391p., 1995.

RAMADE, F. **Écotoxicologie**. Masson, Paris, France. 205p., 1977.

REYNOLDS, C. S. **The Ecology of Phytoplankton**. New York, Cambridge University Press, 2006.

RIERA, S. F.; COHEN, R. A. Alkyl polyglucoside compound influences freshwater plankton community structure in floating field mesocosms. **Ecotoxicology**, v. 25, n. 8, p. 1458-1467, 2016.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 5-11, 2007.

REVISTA QUIMICA INDUSTRIAL - RQI. **Contaminantes Emergentes**. 2013. Disponível em: <<https://www.abq.org.br/rqi/2013/738/RQI-738-pagina4-Contaminantes-Emergentes.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

SANTOS, A. S. **Tipos de Poluição**. 2002. Disponível em: <<http://www.aultimaarcadenoe.com.br/>>. Acesso em: 20 set. 2019.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

STAMPFLI, N. C., *et al.* Two stressors and a community - Effects of hydrological disturbance and a toxicant on freshwater zooplankton. **Aquatic Toxicology**, v. 127, p. 9-20, 2013.

TAOUIL, A.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). **Rev. bras. Bot.**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 405-412, 2002.

TOMINAGA, M. Y.; MIDIO, A. F. Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada. **Rev. Saúde Pública**. v.33, n.4, p. 413-421, 1999.

TOKESHI, M. **Species coexistence: ecological and evolutionary perspectives**. New York: John Wiley & Sons, 1999.

TRUHAUT, R. Ecotoxicology: objectives, principles and perspectives. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 1, p. 151-173, 1977.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa/IIIE, 2003.

URRA MEDINA, E.; BARRÍA PAILAQUILÉN, R. Systematic Review and its Relationship with Evidence-Based Practice in Health. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 18, n. 4, p. 824-831, 2010.

WHITTEMORE, R. Combining evidence in nursing research: methods and implications. **Nursing Research**, Baltimore, v. 54, n. 1, p. 56-62, 2005.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **WHO report on surveillance of antibiotic consumption**: 2016-2018 early implementation. 2018.

YASUNO, M., *et al.* Effects of Permethrin on Phytoplankton and Zooplankton in an Enclosure Ecosystem in a Pond. **Hydrobiologia**, v.159, n. 3, p. 247-258, 1988.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia** aquática: Princípios e Aplicações. São Carlos: Editora Rima. 464 p. 2006.

APÊNDICE A - REFERÊNCIAS E INFORMAÇÕES UTILIZADAS NA OBTENÇÃO DOS DADOS.

Foram atribuídos ID's aos artigos e suas informações foram coletadas e organizadas nas respectivas colunas: Título; Autor; Ano de publicação; Periódico em que foi publicado; País do periódico em que foi publicado; País do autor; País onde foi realizado o experimento; Área do conhecimento onde insere-se o trabalho; Táxons utilizados como organismos-teste; Classificação/Grupo dos organismos-teste; Ecossistema onde o experimento foi realizado/avaliado; Contaminante utilizado/avaliado; Efeito encontrado nos organismos; Tipo de trabalho e o Número de vezes em que foram citados.

Tabela A-1: Relação das referências e estudos avaliados no presente trabalho.

ID	Periódico	País do periódico	País do autor	País do experimento	Área do conhecimento	Ano de publicação
1	Zooq International Journal Of Pharmacy & Technology	Índia	Rússia	Rússia	Ecologia	2016
2	Ecotoxicology	Inglaterra	Holanda	Holanda	Ecotoxicologia	1997
3	Ecotoxicology	Inglaterra	Coreia do Sul	Coreia do Sul	Bioquímica/Biologia Celular	2015
4	Ecotoxicology	Inglaterra	EUA	EUA	Ecotoxicologia	2016
5	Aquatic Toxicology	Holanda	Alemanha	Alemanha	Ecotoxicologia	2012
6	Hydrobiologia	Inglaterra	Japão	EUA	Ecotoxicologia	1998
7	Aquatic Toxicology and Hazard Assessment: Seventh Symposium	EUA	EUA	EUA	Toxicologia	1985
8	Environmental Toxicology and Chemistry	EUA	Alemanha	Alemanha	Biotecnologia/Metodologia	1985
9	Archives Environmental Contamination Toxicology	EUA	EUA	EUA	Metodologia/Toxicologia	2006
10	The Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences	Canadá	Canadá	Canadá	Ecotoxicologia	1986
11	Environmental Toxicology and Chemistry	EUA	EUA	EUA	Toxicologia	1985
12	Environmental Pollution	Inglaterra	Canadá	Canadá	Ecotoxicologia	1982
	Toxicity of the insecticide permethrin and some degradation products towards algae and cyanobacteria.		Glenn W. Stratton e Charles T. Corke			1982

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Tabela A-2: Relação dos táxons por classificação e ecossistema avaliados para os respectivos contaminantes.

Táxons utilizados	Classificação/Grupo	Ecossistema	Contaminante
Zooplâncton	Zooplâncton	Rio	Amônio (NH ₄), Petróleo
<i>Daphnia magna</i>	Zooplâncton	Mesocosmo	3,4-dichloroaniline (DCA)
<i>Daphnia magna</i> e <i>Moina macrocopa</i>	Zooplâncton	Cultura	Tritan™ copolyester
Zooplâncton e Fitoplâncton	Zooplâncton e Fitoplâncton	Lago	Alquil poliglicosídeos (APGs)
Zooplâncton, exceto Rotíferos	Zooplâncton	Lagoa	Esfenvalerato (inseticida)
Fitoplâncton e Zooplâncton	Fitoplâncton e Zooplâncton	Lagoa	Permetrina
<i>D. magna</i> e <i>D. pulex</i>	Zooplâncton	Cultura	Dodecilsulfato de sódio (SDS) e Pentaclorofenato de sódio (PCP)
<i>Scenedesmus vacuolatus</i>	Fitoplâncton	Cultura	N-Fenil-2-naftilamina (ANP), 1-propanol
<i>Daphnia magna</i>	Zooplâncton	Cultura	Clorobenzeno, Clorofórmio, p- diclorobenzeno, dietanolamina, epiclórídria, etileno glicol e fenol
Zooplâncton	Zooplâncton	Lago	Permetrina
<i>D. magna</i> e <i>D. pulex</i>	Zooplâncton	Cultura	Dodecilsulfato de sódio (SDS), pentaclorofenato de sódio (NaPCP)
<i>Anabaena inaequalis</i> , <i>Anabena cylindrica</i> , e <i>Anabaena variabilis/Chlorella pyrenoidosa</i> e <i>Scenedesmus quadricauda</i>	Alga Verde e Cianobactéria	Cultura (EUA/Canadá)	Permetrina

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela A-3: Relação dos efeitos causados nos organismos em função do tipo de estudo nos quais são apresentados.

Efeito nos organismos	Tipo de trabalho	Número de Citações
Redução da diversidade de espécies/Alteração na estrutura da comunidade	Observacional	1
Estresse Alimentar/Redução da População/Mortalidade de os ovos ou recém-nascido	Experimental	28
Diminuição significativa na reprodução/Alterações Hormonais	Experimental	6
Declínio geral na abundância de zooplâncton. Aumento da densidade de <i>Acanthodiptomus pacificus</i> e <i>Keratella valga</i> , diminuição da densidade de <i>Tropocyclops pracinus</i> , desaparecimento de <i>Daphnia Rosea</i> e <i>Chaoborus flavicans</i> .	Experimental	4
Alterações na estrutura da comunidade das espécies. <i>Daphnia</i> spp., <i>Scapholeberis</i> spp., <i>Pleuroxus</i> spp., <i>Simocephalus</i> spp., <i>Cloeon</i> spp., <i>Copepoda</i> , <i>Chydorus</i> spp., Ostracoda e Outros Cladocera.	Experimental	25
Grande Perturbação na comunidade Zooplantônica. Fitoplâncton não foi afetado significativamente com exceção da espécie <i>Ceratium hirundinella</i> , onde houve redução de densidade.	Experimental	65
Baixa sensibilidade dos organismos.	Experimental	70
Alterações metabólicas, indicação de comprometimento da atividade mitocondrial e alterações no potencial da membrana.	Experimental	50
Mortalidade dos indivíduos.	Experimental	49
Diversidade de zooplâncton significativamente reduzida em comunidades. <i>Daphnia galeata mendotae</i> , <i>Keratella quadrata</i> não apresentou alteração significativa. <i>Daphnia ambigua</i> , <i>Bosmina longirostris</i> , <i>Diaphanosoma brachyurum</i> , <i>Chydorus sphaericus</i> , <i>Ceriodaphnia lacustris</i> , <i>Diatomus oregonensis</i> , <i>Tropocyclops p. mexicanus</i> e <i>Mesocyclops edax</i> apresentaram redução	Experimental	124
<i>Daphnia pulex</i> - CL ₅₀ média de 48 h para SDS a 26 ° C foi 10,2 mg / L, a 20 ° C foi 12,6 mg / L. <i>Daphnia magna</i> CL ₅₀ média foi a 26 ° C 10,8 mg / L, e a 20 ° C 13,5 mg / L.	Experimental	64
A permetrina não apresentou toxicidade para a maioria dos organismos testados. Apenas o crescimento de <i>Anabaena inaequalis</i> foi inibido pela permetrina. Os produtos de degradação da permetrina foram significativamente mais inibitórios, como redução no crescimento e de fotossíntese. Em geral as algas verdes eucarióticas foram menos afetado por qualquer concentração tóxica do que cianobactérias.	Experimental	67

Fonte: Elaborado pelo autor