

ESCOLHA DAS ESPÉCIES BIOMONITORAS DE EFLUENTE TÊXTIL

DOI: 10.19177/rgsa.v8e32019312-324

Rivaldo Antonio Jeronimo¹
Sara Gomes Pinheiro²
Anthony Epifanio Alves³
Alcione Moraes Melo⁴
Soraya Giovanetti El-Deir⁵

RESUMO

O presente artigo analisa três organismos para verificar qual deve ser empregado como biomonitor (método *bottom-up*). A partir da análise das seguintes espécies: *Aliivibrio fischeri*, *Daphnia magna* e *Scenedesmus subspicatus*, foram verificadas as características: taxonomia bem definida, tamanho da espécie, identificação por não especialistas, distribuição geográfica, ser abundante, baixa variabilidade ecológica/gênica, possibilidade de uso em laboratório, baixa mobilidade, longo ciclo de vida e característica ecológica bem conhecida. A partir desta, a *Daphnia magna* foi a que apresentou melhor pontuação nos atributos analisados. Este organismo já é um biomonitor amplamente utilizado para o monitoramento de efluentes têxteis, visto que as análises dos demais organismos podem sofrer interferência da coloração do efluente.

Palavras-chave: *Daphnia magna*. *Scenedesmus subspicatus*. *Aliivibrio fischeri*.

¹ Analista Ambiental da Agência Estadual de Meio Ambiente do estado de Pernambuco. Ms. em Engenharia Ambiental. Universidade Federal Rural de Pernambuco. <http://orcid.org/0000-0003-4440-7905> E-mail: rivaldo.jeronimo@gmail.com

² Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Graduada em Ecologia pela Universidade Federal da Paraíba (2014). Pesquisadora do Grupo de Gestão Ambiental de Pernambuco (Gampe). E-mail: sara_gpineiro@hotmail.com

³ Bacharel em Ciências Biológicas e Mestrando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: anthonyepifanio@gmail.com

⁴ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Especializando em Engenharia de Segurança do Trabalho na POLI/UPE, Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental pela UFRPE, técnico em Segurança do Trabalho pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE (2008). E-mail: alcione_mm@hotmail.com

⁵ Professora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da UFRPE e Colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil da UFPE, Pesquisadora Líder do Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental em Pernambuco (Gampe). <http://orcid.org/0000-0002-7187-7438> E-mail: sorayageldeir@gmail.com

CHOICE OF TEXTILE WASTE BIOMONITARY SPECIES

ABSTRACT

This paper analyzes three organisms to verify which should be used as a biomonitor (bottom-up method). From the analysis of the following species: *Aliivibrio fischeri*, *Daphnia magna* and *Scenedesmus subspicatus*, the following characteristics were verified: well-defined taxonomy, species size, non-expert identification, geographic distribution, abundance, low ecological/genetic variability, possibility of use in laboratory, low mobility, long life cycle and well known ecological feature. From this, *Daphnia magna* was the one that presented the best score in the analyzed attributes. This organism is already a widely used biomonitor for the monitoring of textile effluents, since the analysis of other organisms may suffer interference from the effluent coloration.

Keywords: *Daphnia magna*. *Scenedesmus subspicatus*. *Aliivibrio fischeri*.

1 INTRODUÇÃO



O monitoramento da qualidade dos efluentes para a mitigação dos impactos ambientais permite que o controle dos rejeitos de produção não interfira na capacidade de suporte dos corpos hídricos (ZHOU et al., 2019; FARHADIAN et al., 2019). O equilíbrio destes lançamentos permite a manutenção da vida nos ecossistemas aquáticos. Logo, para o monitoramento destes rejeitos, é de fundamental importância a utilização de organismos vivos para monitoramento (PARK et al., 2018; McCALLUM et al., 2019). O biomonitoramento pode utilizar organismos testes padronizados em laboratórios e colocá-los em contato com estressores, como as substâncias químicas e efluentes industriais, conhecidos como método “*bottom-up*” (DALLAS; JHA, 2015; OLIVA et al., 2019), que são testes ecotoxicológicos (RUAN et al., 2018; BANDAY; SWALEH; USMANI, 2019). O outro método, que usa organismos, denominado de “*top down*” (AGATHOKLEOUS, 2018), consiste na análise do ecossistema como o todo, a partir do estudo da diversidade de espécies, dos efeitos sinérgicos antropogênicos ocorridos na bacia e da integridade ecológica dos ecossistemas. Esta metodologia é bastante promissora

para se obter a realidade do corpo hídrico como um todo, sendo bastante útil com fontes poluidoras difusas (McGILLICUDDY et al., 2017; GHISI et al., 2017).

O segmento têxtil está entre as atividades industriais que denotam a atenção da área ambiental, devido ao potencial poluidor, sendo destacado como passível de estudo de impacto ambiental pela Resolução Conama 237/97 (1997) e complexidade química dos efluentes gerados (BERTOLETTI, 2013; BRASIL et al., 2016). Segundo Amaral e Silva et al. (2011), a indústria têxtil, mais especificamente as lavanderias, possui potencial de degradação ambiental pois emite poluentes gasosos, altera os cursos de água e modifica ecossistemas de pequenas áreas. Este potencial impactante pode ser minimizado com o reuso de efluentes (SANDIN; PETERS, 2018; BUSCIO et al., 2019)

Apesar do potencial poluidor, o setor têxtil apresenta grande relevância empregando cerca de 1,7 milhões de pessoas de forma direta e 4 milhões de forma indireta, possuindo a quarta maior folha de pagamento das indústrias de transformação. No Brasil, a indústria têxtil movimentou em 2011 cerca de 67 bilhões de dólares, ficando na quarta colocação de produtores de vestuário e quinta colocação em produtor de fibra. A China ficou na primeira colocação nas duas categorias, face à grande representatividade econômica (ABIT, 2013).

O acompanhamento da qualidade da água dos corpos de água é realizado por testes físico-químicos e por organismos em testes ecotoxicológicos. O uso de organismos para verificar a toxicidade remete ao século XIX, porém, apenas no século XX, estes foram utilizados com mais rigor e frequência. No estado de Pernambuco, são utilizados para verificar a qualidade dos efluentes industriais, das águas de rios e de reservatórios desde o final da década de 1990 (BUSS, 2003; BERTOLETTI; ZAGATTO, 2008; CPRH, 2014).

O monitoramento de contaminantes em efluentes industriais pode ser realizado com a utilização de organismos que possuem inúmeras vantagens em relação ao monitoramento químico, conseguindo maior eficiência devido a elevada sensibilidade na identificação de componentes possivelmente tóxicos (WALSER; BOURQUI; STUDER, 2017). A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos destaca que os testes de toxicidade, quando utilizados, são mais protetivos ao meio ambiente e possuem maior amplitude quanto à interação do contaminante com os corpos hídricos, pois este sofre transformações como hidrólises e reações com outras substâncias químicas que se encontram na água (ZAGATTO; BERTOLETTI,

2008). Já Serra et al. (2019) afirmam que os métodos biológicos de monitoramento são uma abordagem promissora para o tratamento de águas residuais, a fim de produzir água com uma qualidade adequada para fins de água sub-potável, reduzindo assim a pressão sobre fontes de água potável.

A indústria têxtil produz variados tipos de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) provenientes da estação de tratamento de efluentes, da queima de biomassa, da produção de restos de tecidos, oriundos da lavagem das peças (COLIN et al., 2016). O efluente líquido apresenta tensoativos (substâncias com estrutura mista apolar e polar), matéria orgânica e sais dissolvidos. Estes resíduos são provenientes de aditivos e insumos utilizados no beneficiamento têxtil das peças nas lavanderias (MENEZES, 2005). O presente trabalho busca analisar qual o melhor organismo para monitorar a qualidade ambiental da atividade têxtil, mostrando as características e potenciais aplicações.

2 METODOLOGIA

2.1 As espécies analisadas

As espécies *Desmodesmus subspicatus*, *Aliivibrio fischeri* e *Daphnia magna* são organismos utilizados para testes ecotoxicológicos, para verificar a toxicidade de amostras industriais ou águas de rios e reservatórios.

Desmodesmus subspicatus é uma alga verde planctônica, representante dos produtores primários nos ecossistemas de água doce. Como produtores, as algas são componente primordial da cadeia alimentar na água, sendo responsáveis por todo o ciclo de vida (KNIE, 2004). O uso desta alga como indicador de toxicidade é bastante difundido (OMIDI; ESTERHUIZEN-LONDT; PFLUGMACHER, 2019), com diversas normas orientadoras. Porém, o uso com amostras coloridas deve ser utilizado com cautela, pois a alga necessita de luminosidade para o crescimento, visto que substâncias coloridas tendem a captar a luz ou não permitir que o organismo a capte, gerando um erro de interpretação que não permite afirmar se as amostras são realmente tóxicas ou se a substância foi absorvida pelo composto que denota a coloração ao efluente, fornecendo um falso positivo (REGINATTO, 1998).

Aliivibrio fischeri é uma bactéria marinha luminescente, gram negativa, anaeróbia facultativa, que em condições favoráveis produz luminescência

naturalmente, necessitando de concentração de oxigênio maior que 0,5 mg/L (YAO et al., 2019; MULLER et al., 2019). A emissão de luminosidade desta espécie é resultante do fenômeno de comunicação celular onde é liberado no meio onde está inserida a bactéria moléculas que provocam a autoindução, onde permite a emissão de luminosidade, salientando que é dependente da densidade populacional no meio onde estão inseridos os organismos (ANTUNES, 2003).

A *Daphnia magna* é um organismo planctônico, filtrador, possui dois pares de antenas, das quais o primeiro par é chamado de antênulas, caracterizado por ser pequeno e possuir função de orientação (SERRA et al., 2019); o segundo, possui a função de locomoção, devido aos pequenos saltos que estes organismos realizam para se locomover. Devido a esta característica, são conhecidas como pulgas de água (COELHO, 2006). A reprodução em condições favoráveis é por partenogênese, permitindo que a prole seja geneticamente uniforme, tendo o mesmo sexo da mãe. Porém, em condições adversas, pode ter reprodução sexuada, dando origem a *ephipios*, que são ovos de resistência (MULLER et al., 2019). É um consumidor primário, pode se alimentar dos produtores, sendo a dieta constituída basicamente de algas unicelulares (OLIVI; ESPINDOLA, 2008). Este organismo é de água doce, porém suporta até 4% de salinidade, podendo acarretar danos ao processo de reprodução e de desenvolvimento deste. Esta característica é interessante para locais onde a água é salobra naturalmente, permitindo o uso como bioindicador, sem obter um falso positivo (JERÓNIMO; JERÓNIMO, 2006).

2.2 Os passos metodológicos

A pesquisa documental buscou subsídios para escolha da melhor espécie para uso como biomonitora de efluente têxtil a partir da análise de dez características. Os organismos propostos foram observados no uso em laboratório, sendo atribuída pontuação para as características de acordo em 1 - baixo, 2 – intermediário e 3 – alto (Quadro 1). Esta pontuação foi ponderada através da multiplicação pelo peso, de acordo com a relevância da característica em 1 – pouco, 2 – médio e 3 extremamente relevante, depois foi verificado o emprego da espécie como biomonitora em laboratório (método *bottom-up*) e como bioindicadora em campo (método *top down*), como ressalta Johnson et al. (1993 apud NEUMAN-LEITÃO; EL-DEIR, 2009).

A análise dos organismos foi realizada durante a realização de testes ecotoxicológicas utilizando *Daphnia magna* e *Aliivibrio fischeri*, sendo a *Desmodesmus subspicatus* utilizada como alimentação para a *Daphnia magna*, porém pode ser utilizado para testes. Os referidos testes são utilizados para monitorar efluentes, reservatórios, rios e água salina, sendo estes normatizados. Os caracteres para indicação de bioindicadores para bioensaio (Quadro 1) foram verificados através da revisão de literatura e observação durante as análises de toxicidade realizadas, pesquisa facilitada devido estes organismos serem normatizados e a ecologia ser bastante conhecida.

Quadro 1: Caracteres e pesos conforme sua relevância para aplicação em laboratório (Método *bottom-up*) e campo (Método *top down*).

Caracteres	Peso	
	Laboratório	Campo
1 - Taxonomia bem definida	3	3
2 - Facilmente reconhecido por não especialista	1	3
3 - Distribuição geográfica	1	2
4 - Ser abundante	1	1
5 - Ter baixa variabilidade ecológica/gênica	2	2
6 - Ter preferencialmente tamanho grande	1	2
7 - Apresenta baixa mobilidade	2	3
8 - Longo ciclo de vida	2	2
9 - Ecologia bem conhecida	3	3
10 - Ter possibilidade de uso em bioensaio laboratorial	3	1

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente têxtil possui coloração característica que interfere no crescimento da *Desmodesmus subspicatus*, que possui metabolismo dependente da luminosidade para realizar fotossíntese, fisiologia que poderá ser alterada visto a modificação da penetração do espectro solar. Cleuvers e Ratte (2002), trabalhando com efluente têxtil, observou a influência no crescimento da alga, podendo ter inibição de crescimento devido a quantidade de luminosidade efetiva para os organismos. Tukaj e Tukaj (2010) observaram que o tratamento por choque térmico (por 1h a 40°C) induziu tolerância ao cádmio nas células das algas (medidas pelas

mudanças na taxa de crescimento), demonstrando o uso deste em bioensaio. Em ensaios realizados por Rosa et al. (2006), em estudos para a avaliação do potencial ecotoxicológico da (Z)-11-hexadecenil trifluorometil cetona (Z11-16: TFMK), um novo agente bioracional com características de alta perspectiva para controlar os campos de milho infestados de broca, com testes de toxicidade aguda e subletal para *D. subspicatus*, ocorreu inibição da taxa de crescimento.

A *Aliivibrio fischeri* possui naturalmente emissão de luminosidade e o ensaio baseia-se nesta emissão, inferindo um erro na leitura da luminescência final, quando utilizado em efluentes coloridos podendo ter um falso positivo. Tigini et al. (2011) verificou a interferência de águas residuais coloridas nos testes que utilizam espectrometria, como o caso da utilização de bactérias luminescentes. Em experimento de Yao et al. (2019) propôs o mecanismo hormético baseado no QS bacteriano, o que fornece uma nova visão sobre a essência da teoria da bioluminescência desta espécie. Hormesis é um modelo bifásico de resposta à dose com estimulação de dose baixa e inibição de dose alta. Já Muller et al. (2019), em estudo sobre os impactos ambientais causados pela fração solúvel em água (FSM) do biodiesel através de testes de ecotoxicidade aguda com a *A. fischeri*, causando efeitos crônicos na reprodução, longevidade e crescimento desta.

A *Daphnia magna* possui uma vantagem em relação as demais espécies ter uma sensibilidade superior em relação a surfactantes presente no efluente têxtil, sendo mais protetiva em relação a outras espécies para o meio ambiente (SANDBACKA, et al., 2000). A capacidade no uso em bioensaio é registrada em diversos estudos, como os desenvolvidos por Serra et al. (2019), que demonstram que *D. magna* é sensível a produtos químicos comuns e pode ser vulnerável à qualidade da água usada. Observações de Colomer et al. (2019) sobre a influência da presença de microplásticos, foi observado que independentemente das razões entre a concentração este microplástico e a concentração de alimentos (microplástico: alimentos), a capacidade de filtração da *D. magna* foi aumentada nos experimentos com cisalhamento dos ventos do que em ambiente sem cisalhamento. Entretanto a capacidade de filtração diminuiu quando os níveis de microplástico são mais elevados do que a de alimentos. A mortalidade foi principalmente aumentada nas condições sem cisalhamento, com concentrações mais altas de microplástico e tempos de exposição ao microplástico. Estado de morbidade foi encontrada nas condições de cisalhamento para os tempos de exposição estudados. Portanto, em

sistemas aquáticos que sofrem constantes condições de baixo cisalhamento, o *D. magna* pode sobreviver mais tempo quando exposto à microplástico do que em condições calmas, desde que as concentrações de alimentos não limitem sua capacidade de filtrar.

Já estudos de Bownik et al. (2019) relativos a bioensaio com a prolina L (L-PROL - aminoácido essencial), que pode ser acumulada em plantas superiores e em algumas microalgas de água doce em resposta a vários estressores ambientais, em diferentes concentrações, demonstrou que em *D. magna* tem efeito positivo na atividade motora, em temperaturas de 22°C, 35°C e 38°C. Os resultados sugerem que o L-PROL estimula o desempenho da natação e alivia alterações dos parâmetros da natação induzidos pelo estresse térmico em *D. magna*. Além disso, esses achados podem apoiar a hipótese de que, em condições naturais, o L-PROL pode proteger os crustáceos contra o estresse térmico. Nkoom et al. (2019), com experimentos com carbamazepina, uma droga antiepiléptica que é regularmente detectada no ambiente aquático, foram observados os efeitos bioconcentração, fisiológicos e bioquímicos da carbamazepina em *D. magna*.

Na análise das espécies para biomonitoramento do efluente têxtil, uma espécie se destacou, a *Daphnia magna*, obtendo maior pontuação do que as demais espécies (Tabela 1). O melhor desempenho deve-se principalmente ao reconhecimento por não especialista e o tamanho relativamente maior em relação às duas outras espécies analisadas.

Tabela 1 - Análise das espécies biomonitoras para utilização com efluente têxtil, a partir dos caracteres das espécies.

Caracteres	<i>Desmodesmus subspicatus</i>		<i>Aliivibrio fischeri</i>		<i>Daphnia magna</i>	
	Pontuação	Pontuação ponderada	Pontuação	Pontuação ponderada	Pontuação	Pontuação ponderada
1	3	9	3	9	3	9
2	1	1	1	1	3	3
3	2	2	2	2	2	2
4	3	3	3	3	2	2
5	3	6	3	6	2	4
6	1	1	1	1	3	3
7	2	4	2	4	1	2
8	1	2	1	2	3	6
9	3	9	3	9	3	9
10	3	9	3	9	3	9
Total		46		46		49

4 CONCLUSÕES

A utilização de organismos biomonitores, para realizar o monitoramento ambiental, permite inúmeras vantagens em relação aos testes químicos, como verificar a toxicidade dos subprodutos formados durante o processamento industrial, estes devido a inúmeras reações que ocorrem após o efluente entrar em contato com os corpos de água, com ação da incidência da luz solar, reações com outras substâncias presentes na água e pela própria hidrólise.

O biomonitoramento do efluente têxtil permite a preservação da biodiversidade nos corpos de água, adequando a qualidade dos efluentes gerados em relação a possíveis substâncias químicas tóxicas no efluente têxtil. É uma ferramenta de controle ambiental excelente, verificando os componentes intermediários que venham ser formados após a introdução dos resíduos no meio aquático.

Porém é importante verificar se o organismo utilizado é o recomendado para o efluente analisado, verificar os possíveis interferentes do efluente com as características do organismo teste, a existência de interferentes durante a realização da amostra, como a utilização de amostras coloridas com algas, pois levará a uma interferência na leitura da absorbância resultando em um falso positivo.

Em decorrência do presente trabalho é possível verificar o microcrustáceo *Daphnia magna* se destaca entre as espécies analisadas para uso como biomonitora, e seu emprego em efluente têxtil permite uma maior proteção ao meio ambiente, principalmente devido a inerente presença de coloração do efluente têxtil e presença de surfactantes.

REFERÊNCIAS

AGATHOKLEOUS, E. Biological phenomenon with implications in ecotoxicology and environmental safety. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 148, p. 1042-1053, 2018.

AMARAL E SILVA, M. V.; SILVA, A. L.; BRITO, D. J. M.; BRANCO, D. K. S.; FERREIRA, M. O. A Questão Ambiental no Polo de Confecções de Caruaru: Um

primeiro ensaio a luz dos instrumentos Econômicos de Proteção Ambiental. **Anais ... IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, Brasília: ECOECO, 2011.

ANTUNES, L. C. M. A Linguagem. **Rev. Ciência Hoje**, v. 33, n. 193, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA INDÚSTRIAS TÊXTIL E DE CONFECÇÕES – ABIT. **Setor Têxtil e Confeções no Brasil**. Brasília: ABIT, p.16-23, 2013.

BANDAY, U. Z.; SWALEH, S. B.; USMANI, N. Insights into the heavy metal-induced immunotoxic and genotoxic alterations as health indicators of *Clarias gariepinus* inhabiting a rivulet. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 183, article 109584, 2019.

BERTOLETTI, E. **Controle Ecotoxicológico de Efluentes Líquidos no estado de São Paulo**. São Paulo: Cetesb. 2013.

BERTOLETTI, E.; ZAGATTO, P. A. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações**. São Carlos: Rima. 2008.

BOWNIK, A. et al. Effects of L-proline on swimming parameters of *Daphnia magna* subjected to heat stress. **Journal of Thermal Biology**, v. 84, p. 154-163, 2019.

BRASIL, M. V. O. et al. Relationship between eco-innovations and the impact on business performance: an empirical survey research on the Brazilian textile industry. **Revista de Administração**, v. 51, p. 276-287, 2016.

BUSCIO, V. et al. Reducing the environmental impact of textile industry by reusing residual salts and water: Ecuval system. **Chemical Engineering Journal**, v. 373, p. 161-170, 2019.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água em rios. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, p. 465 – 473, 2003.

CLEUVERS, M.; RATTE, H. T., The importance of light intensity in algal tests with coloured substances. **Water Research**, v. 36, p. 2173 -2178, 2002.

COELHO, Ricardo dos Santos. **Avaliação da Toxicidade de Fluidos de Usinagem através da Ecotoxicologia Aquática**. São Carlos – SP, 2006. Tese Apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos.

COLIN, N. et al. Ecological impact and recovery of a Mediterranean river after receiving the effluent from a textile dyeing industry. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 132, p. 295-303, 2016.

COLOMER, J. et al. Mediated food and hydrodynamics on the ingestion of microplastics by *Daphnia magna*. **Environmental Pollution**, v. 251, p. 434-441, 2019.

CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente. Laboratório de Ecotoxicologia. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/home/42130%3B64153%3B10%3B0%3B0.asp>. Acesso em: 06 mai. 2015.

DALLAS, L. J.; JHA, A. N. Applications of biological tools or biomarkers in aquatic biota: A case study of the Tamar estuary, South West England. **Marine Pollution Bulletin**, v. 95, p. 618-633, 2015.

EL-DEIR, S.; NEUMANN-LEITÃO. **Bioindicadores da Qualidade Ambiental**. Recife: Ed. Instituto Brasileiro Pró-cidadania, 2009.

FARHADIAN, M. et al. Minimal adverse impact of discharging polluted effluents to rivers with selective locations. **Sustainable Cities and Society**, v. 46, article 101394, 2019.



GHISI, N. C. et al. Multivariate and integrative approach to analyze multiple biomarkers in ecotoxicology: A field study in Neotropical region. **Science of the Total Environment**, v. 609, p. 1208-1218, 2017.

KNIE, J.; LOPES, E. W. B.. **Testes Ecotoxicológicos: Métodos, Técnicas e Aplicações**. Florianópolis: GTZ, 2004.

MARTINEZ - JERÓNIMO, F.; MARTINEZ – JERÓNIMO, L. Chronic effect of NaCl salinity on a freshwater strain of *Daphnia magna* Straus (Crustacea: Cladocera): A demographic study. **Rev. Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 67, p. 411-416, 2006.

MCCALLUM, E. S., et al. Municipal wastewater effluent affects fish communities: A multi-year study involving two wastewater treatment plants. **Environmental Pollution**. V. 252, part B, p. 1730-1741, 2019.

MCGILLICUDDY, E. et al. Silver nanoparticles in the environment: Sources, detection and ecotoxicology. **Science of the Total Environment**, v. 575, p. 231-246, 2017.

MENEZES, Jean Carlo Salomé dos Santos. **Tratamento e Reciclagem do Efluente de uma Lavanderia Industrial**, Porto Alegre, RS: 2005. Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MULLER, J. B. et al. Comparative assessment of acute and chronic ecotoxicity of water soluble fractions of diesel and biodiesel on *Daphnia magna* and *Aliivibrio fischeri*. **Chemosphere**, v. 221, p. 640-646, 2019.

NKOO, M. et al. Bioconcentration of the antiepileptic drug carbamazepine and its physiological and biochemical effects on *Daphnia magna*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 172, p. 11-18, 2019.

OLIVA, M. et al. Effects of copper on larvae of the marbled crab *Pachygrapsus marmoratus* (Decapoda, Grapsidae): Toxicity test and biochemical marker responses. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 223, p. 71-77, 2019.

OLIVI, C. R. C. P.; ESPINDOLA, C. M. R. B. E. A **Toxicidade em Ambientes Aquáticos: Discussão e Métodos de Avaliação**. Rev. Química Nova, v. 31, n. 7, p. 1820 – 1830, 2008.

OMIDI, A.; ESTERHUIZEN-LONDT, M.; PFLUGMACHER, S. Interspecies interactions between *Microcystis aeruginosa* PCC 7806 and *Desmodesmus subspicatus* SAG 86.81 in a co-cultivation system at various growth phases. **Environment International**, v. 131, article 105052, 2019.

PARK, T. et al. Development of water quality criteria of ammonia for protecting aquatic life in freshwater using species sensitivity distribution method. **Science of The Total Environment**. V. 634, p. 934-940, 2018.

REGINATTO, Valeria. **Avaliação do ensaio de toxicidade com a alga *Scenedesmus subspicatus* para o estudo de efluentes industriais**. Campinas, SP: 1998. Tese apresentada ao Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas.

ROSA, E. et al. Aquatic ecotoxicity of a pheromonal antagonist in *Daphnia magna* and *Desmodesmus subspicatus*. **Aquatic Toxicology**, v. 79, p. 296-303, 2006.

RUAN, Y. et al. Evaluation of phenol-induced ecotoxicity in two model ciliate species: Population growth dynamics and antioxidant enzyme activity. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 166, p. 176-185, 2018.

SAMPIERI, R. H.; CALLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed.- Porto Alegre: ed. Penso, 2013.

SANDBACKA, M.; CHRISTIANSON, I.; ISOMAA, B. The acute toxicity of surfactants on fish cells, daphnia magna and fish - A comparative study. **Toxicology in Vitro**. v. 14, p. 61 - 68, 2000.

SANDIN, G; PETERS, G. M. Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, p. 353-365, 2018.

SERRA, T. et al. Daphnia magna filtration, swimming and mortality under ammonium, nitrite, nitrate and phosphate. **Science of The Total Environment**, v. 656, p. 331-337, 2019.

TIGINI, V. et al. Evaluation of toxicity, genotoxicity and environmental risk of simulated textile and tannery wastewaters with a battery of biotests. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, p. 866 - 873, 2011.

TUKAJ, S.; TUKAJ, Z. Distinct chemical contaminants induce the synthesis of Hsp70 proteins in green microalgae *Desmodesmus subspicatus*: Heat pretreatment increases cadmium resistance. **Journal of Thermal Biology**, v. 35, p. 239-244, 2010.

WALSER, T.; BOURQUI, R. M.; STUDER, C. Combination of life cycle assessment, risk assessment and human biomonitoring to improve regulatory decisions and policy making for chemicals. **Environmental Impact Assessment Review**, V. 65, p. 156-163, 2017

YAO, Z. et al. Hormetic mechanism of sulfonamides on *Aliivibrio fischeri* luminescence based on a bacterial cell-cell communication. **Chemosphere**, v. 215, p. 793-799, 2019.

ZHOU, X. et al. Water resource environmental carrying capacity-based reward and penalty mechanism: A DEA benchmarking approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 229, p. 1294-1306, 2019.