

Análise ecotoxicológica de efluente de lavanderia hospitalar utilizando como organismos-teste *Daphnia magna* Straus (Crustacea, Cladocera)

Ecotoxicological analysis of hospital laundry effluent using Daphnia magna Straus (Crustacea, Cladocera) as a test organism

Ana Cláudia **MOZZO**^{1, 3} & Maira Aparecida **DALAVEQUIA**²

RESUMO

Efluentes de lavanderias hospitalares apresentam elevado potencial de contaminação ambiental em virtude do uso intensivo de produtos químicos em processos rigorosos de higienização. Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial ecotoxicológico do efluente de uma lavanderia hospitalar localizada na região meio-oeste de Santa Catarina, utilizando o microcrustáceo *Daphnia magna* como organismo-teste em ensaios de toxicidade aguda. Foram coletadas sete amostras de efluente bruto provenientes de lavagem pesada, analisadas conforme a NBR 12713. Adicionalmente, uma amostra foi submetida a análise físico-química, incluindo parâmetros como pH, cor aparente e verdadeira, turbidez, cloretos, DBO, DQO, fósforo total, nitrogênio total e sulfatos, de acordo com o Standard Methods de 2012. Os resultados ecotoxicológicos indicaram que o efluente apresentou toxicidade 256 vezes superior ao limite estabelecido pela Portaria Fatma n.º 017/2002, sendo considerado potencialmente tóxico ao corpo hídrico receptor. Nas análises físico-químicas, parâmetros como cloretos, fósforo total, nitrogênio total e sulfatos excederam os limites legais previstos pela legislação vigente. Diante disso, recomendam-se a implementação de sistemas de tratamento de baixo custo e o controle na dosagem de produtos utilizados, a fim de reduzir os impactos ambientais associados ao descarte desse efluente.

Palavras-chave: bioensaios, contaminantes, efluentes hospitalares, monitoramento.

ABSTRACT

Hospital laundry effluents present a high potential for environmental contamination due to the intensive use of chemical products in rigorous sanitation processes. This study aimed to evaluate the ecotoxicological potential of effluent from a hospital laundry located in the midwestern region of Santa Catarina, using the microcrustacean *Daphnia magna* as a test organism in acute toxicity assays. Seven samples of raw effluent from heavy washing processes were collected and analyzed according to the NBR 12713 standard. Additionally, one sample was subjected to physicochemical analysis, including parameters such as pH, apparent and true color, turbidity, chlorides, BOD, COD, total phosphorus, total nitrogen, and sulfates, following the Standard Methods (2012). Ecotoxicological results indicated that the effluent was 256 times more toxic than the limit established by Fatma Ordinance n. 017/2002, being considered potentially toxic to the receiving water body. Physicochemical analyses showed that parameters such as chlorides, total phosphorus, total nitrogen, and sulfates exceeded the legal limits established by current regulations. Therefore, the implementation of low-cost treatment systems and improved control of chemical dosing are recommended to reduce the environmental impacts associated with the discharge of this effluent.

Keywords: bioassays, contaminants, hospital effluents, monitoring.

Recebido em: 22 mar. 2026

Aceito em: 14 ago. 2026

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Pós-graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Rodovia Ulysses Gaboardi, n. 2860, Campus Universitário – CEP 89520-000, Curitiba, SC, Brasil.

² UFSC, Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, SC, Brasil.

³ Autor para correspondência: anaclaudiamiozzo@gmail.com.

INTRODUÇÃO

As ações desmedidas ocasionadas por atividades antrópicas estão afetando, cada vez mais, os recursos limitados e essenciais para a sobrevivência dos seres vivos. As alterações na qualidade e na disponibilidade de água são observadas frequentemente, uma vez que os corpos hídricos estão sendo expostos a agentes químicos oriundos de efluentes industriais e urbanos (RUBINGER, 2009).

Com o crescimento populacional, o aumento da produção industrial e agropecuária e o surgimento de novas moléculas e produtos químicos, cresce também a demanda por tratamentos de efluentes capazes de atender aos padrões de lançamentos exigidos pela legislação ambiental. Nesse contexto, os diferentes setores da sociedade, incluindo a cadeia de extração de matéria-prima, fabricantes, prestadores de serviços e a população em geral, buscam formas mais sustentáveis no uso dos recursos naturais, considerando todas as etapas do ciclo de vida dos materiais, desde a extração e transformação até o transporte, comercialização, uso e descarte de resíduos sólidos, líquidos e gasosos (ALBORNOZ & BERNARDES, 2016).

Dentre os resíduos descartados após o uso, estão os efluentes líquidos emitidos por unidades hospitalares, oriundos de diversos setores e que possuem potencialidades diferentes de poluição. Cita-se como exemplo o setor de lavanderia hospitalar, que é um dos principais serviços de apoio em unidades de saúde, pois é responsável pelo processamento têxtil e sua distribuição em perfeitas condições de higiene e conservação, em quantidade adequada a todas as unidades hospitalares (BOILLOT *et al.*, 2008). A lavagem consiste em uma sequência de operações ordenadas que leva em consideração o tipo e a dosagem dos produtos químicos, a ação mecânica produzida pelo batimento e a esfregação das roupas nas lavadoras, a temperatura e o tempo de contato entre essas variáveis. O perfeito balanceamento de tais fatores é o que define o resultado do processo de lavagem. Os efluentes de lavanderias hospitalares são uma mistura complexa de matéria orgânica, produtos químicos, medicamentos e seus metabólitos e microrganismos patogênicos (SOUZA *et al.*, 2019).

Por causa da nocividade ambiental, efluentes de lavanderias hospitalares são caracterizados como de alto impacto ambiental dentre os setores de uma unidade hospitalar, necessitando, assim, de sistemas eficientes de tratamento (OLIVEIRA, 2020). O potencial de contaminação ocorre em várias atividades e levou a legislação ambiental brasileira a definir nas Resoluções Conama n.º 357 (BRASIL, 2005) e n.º 430 (BRASIL, 2011) os padrões para lançamentos de efluentes conforme classificação do corpo hídrico receptor e os limites de toxicidade, em que o efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor. Os critérios de toxicidade previstos devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e ser realizados no efluente.

Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não na Resolução n.º 357, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida. Além disso, a qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas (BRASIL, 2005).

Desse modo, para estimar o grau de impacto que um determinado efluente pode causar no corpo receptor, realizam-se ensaios de toxicidade cujo objetivo é simular, em laboratório, os efeitos que poderiam ser observados no corpo receptor após o lançamento do efluente (FIERGS, 2011). Testes de toxicidade aguda e/ou crônica normalmente recorrem ao invertebrado aquático *Daphnia magna* Straus, 1820 (Crustacea, Cladocera), conhecido como pulga d'água, na avaliação de amostras aquosas. Trata-se de um organismo sensível e de fácil cultivo laboratorial, características que o tornam adequado para o uso em estudos de monitoramento de efluentes (ZENKNER *et al.*, 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

O efluente analisado foi coletado em um hospital localizado na região meio-oeste do estado de Santa Catarina. O hospital possui 1.700 m² de área construída e 30 leitos, com uma ocupação registrada entre os meses de agosto e dezembro/2021 de 61 internações e 3.875 atendimentos. Os

efluentes dos esgotos sanitários do hospital são conduzidos ao sistema público de coleta de esgoto municipal, porém o esgoto da lavanderia não possui coleta ou tratamento, sendo lançado em área verde anexa ao hospital.

Os protocolos de lavagem de roupas seguidos pelo hospital são definidos de acordo com a quantidade e a condição de sujidade que o material apresenta quando chega à lavanderia, podendo ser selecionado para lavagem leve ou pesada. A cada modo de lavagem, são regulados o tempo e a temperatura de exposição do material a alvejantes, processos de lavagem e enxágue.

Para o presente estudo, foram coletados e avaliados os efluentes oriundos apenas da lavagem pesada, uma vez que nesta ocorre maior adição de substâncias químicas, o que poderia ter maior efeito tóxico esperado. Durante a lavagem pesada, adicionam-se produtos químicos com os seguintes princípios ativos: nonilfenol etoxilado, dodecilbenzeno sulfonato de sódio, tensoativo não iônico, peróxido de hidrogênio, metabissulfito de sódio e cloreto de diestearil dimetil amônio (DETYLINE, 2021).

A lavagem pesada é subdividida em cinco etapas: alvejar, pré-lavagem, lavagem, enxágue e amaciar. A primeira etapa utiliza os compostos ProMaster 170® na dosagem de 1 ml/kg. Na segunda etapa emprega-se o mesmo composto na dosagem de 12 ml/kg. A terceira etapa usa duas doses de LiMax 130®, sendo a primeira adição de 9 ml/kg e a segunda de 14 ml/kg. No enxágue são adicionados três compostos distintos: LiMax 130® – 9 ml/kg, LiMax 230® – 14 ml/kg e LiMax 430® – 10 ml/kg. Na etapa de amaciar utiliza-se LiMax 530®, numa relação de 6 ml/kg.

A coleta do efluente ocorreu de acordo com as normas NBR 15469 (ABNT, 2015) e NBR 9898 (ABNT, 1987). Obteve-se uma amostra do efluente diretamente do cano de esgotamento que sai da lavanderia e sem nenhuma forma de tratamento, despejado diretamente no solo em área verde anexa ao hospital. Assim, após a finalização de cada lavagem de carga pesada, foram coletados 1.000 ml do efluente, acondicionados em frascos de vidro, mantidos em caixas térmicas a aproximadamente 4°C e encaminhados para o laboratório de Ecotoxicologia da Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), campus Joaçaba – Santa Catarina. Durante os meses de agosto a dezembro de 2021, realizaram-se sete ensaios ecotoxicológicos de toxicidade aguda, utilizando como bioindicador o organismo *D. magna*.

As culturas de *D. magna* foram mantidas em água de cultivo, conforme recomendado pela norma NBR 12713 (ABNT, 2016), e permaneceram em câmara de cultivo sob temperatura de 22°C e fotoperíodo de 16 horas. A alimentação das culturas ocorria a cada três dias por meio de uma suspensão de algas unicelulares *Scenedesmus subspicatus* e *Chlorella vulgaris*, cultivadas em meio Chu, de acordo com Knie & Lopes (2004).

Os ensaios ecotoxicológicos visando avaliar a toxicidade aguda dos efluentes produzidos pela lavanderia hospitalar foram conduzidos em condições semelhantes às do cultivo dos indivíduos de *D. magna* (meio de cultivo, temperatura e fotoperíodo), em que cinco indivíduos neonatos, com idade entre 2h e 26h, obtidos de fêmeas com idade de 10 dias a 60 dias, foram submetidos a uma série de dez diluições, em duplicata, a que eram expostos durante um período de 48h, seguindo a norma NBR 12713 (ABNT, 2016), conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Diluições e concentrações da amostra e da solução-teste (água de cultivo) para ensaios com efluentes, de acordo com a ABNT/2016.

Solução-teste	Fator de diluição (FD)	Volume efluente (ml)	Volume da água de diluição (ml)	Volume final (ml)
CONTROLE	0	–	100	100
100	1	100	–	100
50	2	50	50	100
25	4	25	75	100
12,5	8	12,5	87,5	100
6,2	16	6,2	93,8	100

continua...

Continuação da tabela 1

Solução-teste	Fator de diluição (FD)	Volume efluente (ml)	Volume da água de diluição (ml)	Volume final (ml)
3,1	32	3,1	96,9	100
1,56	64	1,56	98,4	100
0,78	128	0,78	99,2	100
0,39	256	0,39	99,6	100

TESTE DE SENSIBILIDADE

A calibração do ensaio de ecotoxicidade ocorreu por meio da aplicação do teste de sensibilidade, que foi feito no dia 18 de maio de 2021, precedendo as análises ecotoxicológicas, quando o lote de organismos *Daphnia magna*, antes de ser usado nos ensaios de ecotoxicidade, foi submetido a uma substância de referência, dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), seguindo a NBR 12713 (ABNT, 2016), o qual avaliou a sensibilidade do organismo-teste mediante diluições propostas por Knie & Lopes (2004).

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

A análise físico-química ocorreu no dia 28 de outubro de 2022, com o efluente bruto, proveniente de lavagem pesada, sendo analisados os seguintes parâmetros: pH, cor aparente, cor verdadeira, turbidez, cloreto total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total, nitrogênio total e sulfato. O procedimento foi executado pelo Laboratório de Estrutura, Saneamento e Meio Ambiente da Unoesc, *campus* de Joaçaba (SC), segundo a metodologia descrita pela American Public Health Association (APHA, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TESTE DE SENSIBILIDADE

Os resultados da exposição de indivíduos de *D. magna* a diferentes concentrações de dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), após um período de 24h, estão apresentados na tabela 2. A sensibilidade dos organismos testados foi comprovada de acordo com a NBR 12713 (ABNT, 2016). Após a exposição de 24h, verificou-se que o valor médio de CL₁₀₀ (concentração letal) foi de 0,55 mg/L. Tal resultado está conforme o relatado por Knie & Lopes (2004), que citam testes de sensibilidade CL₁₀₀ para *D. magna*, utilizando dicromato de potássio, com valores próximos a 0,6 mg/L e a 1,7 mg/L de CE (concentração efetiva) em 24h.

Tabela 2 – Resultado do teste de sensibilidade de *D. magna* com exposição ao dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇).

Concentração de dicromato de potássio (K ₂ Cr ₂ O ₇)	Número de organismos mortos (24h)	Porcentagem de indivíduos de <i>Daphnia</i> mortos (%)
CONTROLE (água de diluição)	0	0%
0,4 mg/L	3	60%
0,55 mg/L	5	100%
0,7 mg/L	5	100%
0,85 mg/L	5	100%
1 mg/L	5	100%
1,5 mg/L	5	100%
1,3 mg/L	5	100%
1,45 mg/L	5	100%

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

Os parâmetros físico-químicos avaliados constam da tabela 3, em que são comparados com os limites estipulados pelos textos normativos: Lei Estadual de Santa Catarina n.º 14.675, de abril de 2009, e Resoluções Conama n.º 357/2005 ou n.º 430/2011 para rios de classe I ou II, já que o córrego onde é lançado o efluente hospitalar não possui seu enquadramento determinado, porém, como está em área verde e urbana, considerou-se que esteja enquadrado na classe I ou II.

Tabela 3 – Análises físico-químicas do efluente bruto de lavagem pesada proveniente da lavanderia hospitalar.

Parâmetro	Resultado	Conama 357/2005 ou 430/2011 – rios classe I ou II
Cor verdadeira (uH)	95	75
pH	6,3	$\geq 5,0 \leq 9,0$
Turbidez (UNT)	77,3	100
Cloreto total (mgCl.L-1)	180	250
DBO (mgO ₂ .L-1)	70	Até 5 ou remoção 60%
DQO (mgO ₂ .L-1)	521	–
Fósforo total (mgPO ₄ -P.L-1)	11	0,1
Nitrogênio total (mgN.L-1)	2,8	2,18
Sulfato (mgSO ₄ .L-1)	695	240

Alguns dos parâmetros analisados estavam fora dos padrões legais para lançamento de efluentes: cloreto total (> 180 mgCl.L-1), fósforo total ($> 0,1$ mgPO₄-P.L-1), nitrogênio total ($> 1,18$ mgN.L-1) e sulfetos totais (> 240 mgSO₄.L-1). Quanto à DQO, apesar de não haver limites definidos na legislação, é possível utilizar esse parâmetro em comparação com os valores de DBO, para verificar se o efluente possui potencialidades para tratamento biológico ou físico-químico. A relação DQO/DBO encontrada no efluente estudado foi de 7,44, ou seja, o tratamento mais recomendado é o físico-químico.

Segundo Jardim & Canela (2004), a DBO indica a carga orgânica de um efluente ou corpo hídrico, como também avalia a tratabilidade biológica de um efluente; assim, quanto maior o valor da DBO, maior a labilidade biológica dos compostos orgânicos presentes num dado efluente. Por outro lado, a recalcitrância dessa mesma carga orgânica pode ser avaliada pela DQO. Portanto, para um mesmo efluente, a relação DQO/DBO expressa muito sobre qual tipo de oxidação será efetiva na degradação da carga orgânica presente. Para um dado efluente, se a relação DQO/DBO for $< 2,5$, é facilmente biodegradável. Se a relação for $5,0 < \text{DQO/DBO} \leq 2,5$, o efluente vai exigir cuidados na escolha do processo biológico para haver uma remoção desejável de carga orgânica. Caso DQO/DBO seja > 5 , então o processo biológico tem pouca chance de sucesso e a oxidação química aparece como um processo alternativo (JARDIM & CANELA, 2004).

No que se refere aos parâmetros, cloreto, sulfeto, fósforo e nitrogênio, estão relacionados ao uso das substâncias químicas nos processos de alvejamento, pré-lavagem, lavagem, enxague e amaciamento, já que não há sistema de tratamento desses efluentes no hospital em questão. Segundo Lutterbeck et al. (2020), as principais fontes dos efluentes hospitalares com potencial de gerar produtos e subprodutos tóxicos e persistentes são: salas de internação, laboratórios de análises clínicas e pesquisas médicas, divisões de radioterapia e quimioterapia, Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), lavanderias e cozinhas. De todas essas fontes, os efluentes provenientes de lavanderia, do ponto de vista ambiental, são os mais nocivos. Efluentes de lavanderias alocadas dentro de hospitais agregam parte dos produtos químicos que são utilizados nas atividades dos diversos setores da unidade de saúde, dado que as diversas substâncias serão liberadas dos tecidos para o efluente no processo de lavagem.

ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS

Os resultados observados após sete ensaios ecotoxicológicos agudos utilizando *D. magna* (figura 1) demonstraram que o efluente emitido pela lavanderia em estudo é 256 vezes mais tóxico que o máximo permitido e previsto pela Portaria Fatma n.º 017, de 18 de abril de 2002, na qual efluentes domésticos e hospitalares não devem ultrapassar o fator de toxicidade (FD) igual a 01.

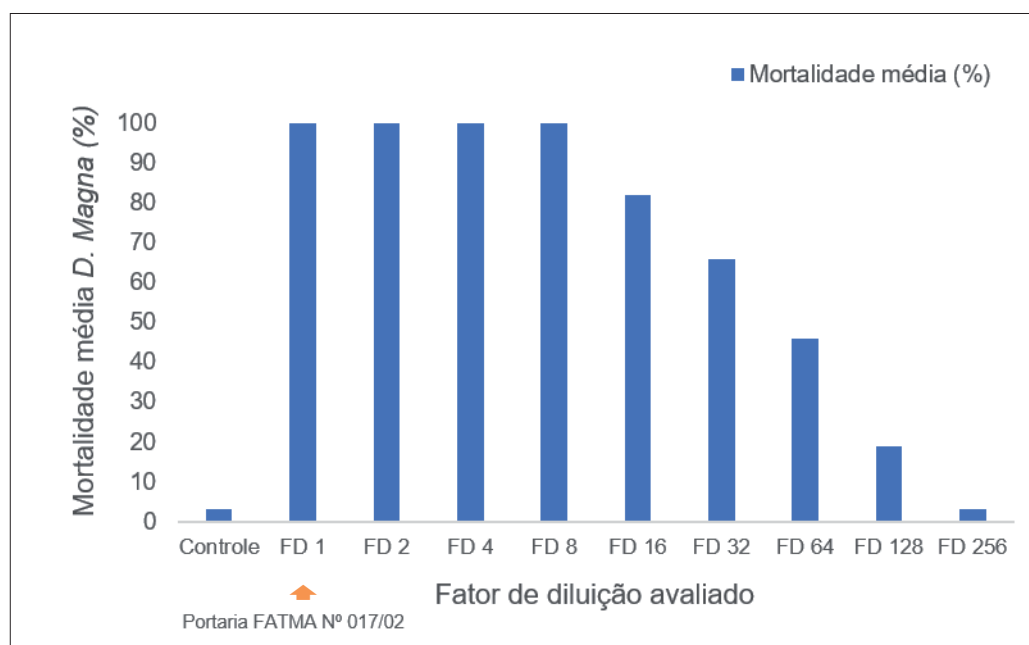


Figura 1 – Análises ecotoxicológicas do efluente hospitalar utilizando como organismo indicador *D. magna*.

Considerando o conjunto, os resultados físico-químicos e ecotoxicológicos, entende-se que se faz necessária e urgente a implantação de um sistema de tratamento para o efluente aqui estudado, pois os resultados ecotoxicológicos confirmaram a sua alta toxicidade, estando em desacordo com a legislação prevista na Portaria Fatma n.º 017 e na Resolução Conama n.º 430, visto que nenhum efluente deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos em corpo receptor.

Essa grande toxicidade está relacionada à composição e à dosagem dos produtos adicionados no processo de lavagem, já que produtos como o ProMaster 170 – detergente (pH entre 1 e 2), o LiMax 430 – alvejante sem cloro (pH entre 4 e 4,5) e o LiMax 600 – amaciante de fibras têxteis (pH entre 5,5 e 6,5) são considerados pelo próprio fabricante como tóxicos e é recomendado que os materiais resultantes das operações sejam submetidos a tratamento conforme as regulamentações vigentes (DETYLINE, 2021).

Assim, aqui foi levado em conta que o potencial contaminante do efluente investigado está condicionado à dosagem dos produtos utilizados durante a lavagem. Após uma avaliação da receita programada na lavadora do hospital, fornecida pelo próprio representante dos produtos químicos, observou-se que os funcionários da lavanderia estavam usando doses elevadas em detrimento das recomendações técnicas do fabricante, como, por exemplo, do produto LiMax 430 (alvejante líquido não clorado), para o qual, em sua ficha técnica, é recomendada a dosagem de 1 a 3 ml/kg de roupa seca; na programação da máquina, estava determinada a dosagem de 10 ml/kg, portanto, aproximadamente, uma dose três vezes maior do que a indicada (DETYLINE, 2021b).

Segundo o Ministério da Saúde (1986), o fornecedor deve oferecer, junto com o produto, a orientação para o seu melhor uso. Entretanto é importante que o chefe da lavanderia e, se possível, os operadores tenham algum conhecimento de química e de suas principais reações para fazer a aplicação correta das substâncias químicas.

O desenvolvimento das análises ecotoxicológicas revelou a importância da implantação de sistemas de tratamento que condizem com a necessidade do tratamento de efluentes hospitalares, tendo em vista o risco ambiental para os corpos hídricos receptores dos efluentes dessa natureza. Nesse contexto, é recomendável avaliar sistemas de tratamento de baixo custo para a implantação no local de estudo, além de orientações para os operadores da lavanderia sobre o controle da dosagem dos produtos empregados. Ainda, sugere-se acompanhar a eficiência do sistema de tratamento, utilizando organismos bioindicadores, tais como *Daphnia magna*, cujos protocolos são aceitos e usados como referência nacional e internacional.

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que o efluente analisado é potencialmente contaminante, apresentando-se 256 vezes mais tóxico do que o máximo permitido e previsto pela Portaria Fatma n.º 017, de 18 de abril de 2002. Dessa forma, destaca-se a importância da implantação de um sistema de tratamento de efluentes no local averiguado. Além disso, propõe-se a modificação da receita da lavadora durante o processo de lavagem pesada, que apresentou doses maiores dos produtos químicos em detrimento das indicações do fabricante.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – procedimento. Rio de Janeiro; 1987. 22 p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12713: ecotoxicologia aquática – toxicidade aguda – método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro; 2016. 27 p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15469: ecotoxicologia – coleta, preservação e preparo de amostras. Rio de Janeiro, 2015.
- Albornoz, L. L. & Bernardes, A. M. Monitoramento, caracterização e avaliação da eficiência de remoção de poluentes em uma estação compacta de tratamento de efluentes. In: 10.º Simpósio Internacional de Qualidade e Ambiente. Porto Alegre; 2016.
- APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC; 2012. 541 p.
- Boillot, C., Bazin, C., Tissot-Guerraz, F., Droguet, J., Perraud, M., Cetre, J. C., Trepo, D. & Perrodin, Y. Daily physicochemical, microbiological and ecotoxicological fluctuations of a hospital effluent according to technical and care activities. Science of the Total Environment. 2008; 403: 113-129.
- Brasil. Resolução Conama n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília; 2005.
- Brasil. Resolução Conama n.º 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Brasília, 2011.
- Detyline Produtos e Sistemas para Limpeza Ltda. Boletim técnico – FISPQ. LiMax 430, alvejante líquido não clorado. 2021a. Available at: http://dety.com.br/assets/boletins/boletim_vfwl_limax-430.pdf. Access on: 29 May 2022.
- Detyline Produtos e Sistemas para Limpeza Ltda. Ficha de informação de segurança de produto químico – FISPQ. LiMax 430, alvejante líquido não clorado. 2021b. Available at: http://dety.com.br/assets/fisqp/fisqp_ydkf_promaster-170.pdf. Access on: 7 Mar. 2022.

Detyline Produtos e Sistemas para Limpeza Ltda. Ficha de informação de segurança de produto químico – FISPQ. ProMaster 170, detergente para lavar roupas. 2021c. Available at: http://dety.com.br/assets/fisqp/fisqp_ydkf_promaster-170.pdf. Access on: 7 Mar. 2022.

Fatma – Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. Portaria n.º 017, de 18 de abril de 2002. Limites máximos de toxicidade aguda para efluentes de diferentes origens. Florianópolis; 2002.

FIERGS – Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul. Manual sobre toxicidade em efluentes industriais. Porto Alegre: CEP Senai; 2011. 40 p.

Jardim, W. F. & Canela, M. C. Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos. Campinas: Unicamp; 2004. 11 p.

Knier, J. L. W. & Lopes, E. W. B. Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações. 2. ed. Florianópolis: Fatma/GTZ; 2004. 289 p.

Lutterbeck, C. A., Machado, E. L., Sanchez-Barrios, A., Layton, D., Rieger, A. & Lobo, E. A. Toxicity evaluation of hospital laundry wastewaters treated by microbial fuel cells and constructed wetlands. Science of the Total Environment. 2020; 729: 138816.

Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde. Manual de lavanderia hospitalar. Brasília: Centro de Documentação do Ministério da Saúde; 1986. 19 p.

Oliveira, S., Ribeiro, V. R., Dupont, A., Lutterbeck, C. A., Machado, E. L. & Lobo, E. A. Avaliação da eficiência de um sistema de tratamento multifuncional de baixo custo para tratamento de águas residuais hospitalares, através de ensaios ecotoxicológicos, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. Revista Jovens Pesquisadores. 2020; 10(2): 1-12.

Rubinger, C. F. Seleção de métodos biológicos para a avaliação toxicológica de efluentes industriais [Dissertação de Mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2009.

Souza, R. C., Santos, A. Z. dos, Silva, T. L. da & Tavares, C. R. G. Tratamento de efluentes de lavanderia hospitalar por processo oxidativo avançado: UV/H₂O₂. Engenharia Sanitária Ambiental. 2019; 24(3): 601-611.

Sperling, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. 5 p.

Zenkner, F., Athanásio, C. G., Ellwanger, J. H., Prá, D., Rieger, A. & Alcayaga, E. A. L. Análise genotóxica de efluente de lavanderia hospitalar: ensaio cometa com *Daphnia magna* Straus, 1820. Revista Jovens Pesquisadores. 2011; 1: 29-36.