

Avaliação toxicológica de efluente de lavanderia hospitalar: toxicidade aguda e crônica com *Daphnia magna*

Andrezza Morgana Zortéaⁱ

Vanessa Luisa Freiburgerⁱⁱ

Cristiane Funghetto Fuzinatoⁱⁱⁱ

Registro DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol11ed2.345>

Resumo

A poluição dos recursos hídricos está associada, sobretudo, por lançamentos diretos ou indiretos de despejos industriais e/ ou domésticos que não tem tratamento, ou o tem de forma insuficiente. Com isso, o corpo hídrico sofre alterações biológicas, químicas e físicas devido à elevada concentração de substâncias proveniente do despejo inadequado, contribuindo para agressão aos ecossistemas e a saúde humana. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivos avaliar a toxicidade de amostras de efluente hospitalar através de testes de toxicidade aguda e crônica com o microcrustáceo de água doce *Daphnia magna* e teste de germinação com a semente de alface *Lactuca sativa*. Além da análise de toxicidade buscou-se a caracterização físico-química e biológica das amostras do efluente hospitalar avaliado. Constatou-se que o efluente hospitalar está sendo liberado para a rede pública com a temperatura, sólidos totais e o pH acima dos valores estabelecidos pela Resolução Conama 430/2011. As amostras analisadas do efluente hospitalar demonstraram que não houve contaminação biológica relevante. O teste agudo com a *D. magna* indicou potencial tóxico para as amostras. Para a *D. magna*, a CE_{50,48h} encontrada ficou na faixa de 4,41% a 33,85% para as amostras testadas. O teste crônico com a *D. magna* apresentou diferenças significativas no parâmetro de longevidade dos organismos. Para o teste de toxicidade com a semente de alface *L. sativa*, verificou-se para todas as amostras que quanto maior a diluição da amostra do efluente, maior foi o crescimento da plântula. Atualmente o efluente hospitalar não passa por nenhum tratamento antes do despejo final, assim são necessárias adequações conforme os limites estabelecidos pelas legislações Conama 430/2011 e Consema-RS 128/2006 para os parâmetros temperatura, pH e sólidos totais. Os testes de toxicidade realizados com a *D. magna* e a semente de alface *L. sativa* apresentaram toxicidade também estando em desacordo com o que estabelece a legislação Consema-RS 128/2006.

Palavras-chave: Testes de toxicidade. Efluente hospitalar. *D. magna*. *L. sativa*.

Toxicological evaluation of hospital laundry effluent: acute and chronic toxicity with *Daphnia magna*

Abstract

Pollution of water resources is mainly associated with direct or indirect releases of industrial and/or domestic waste that has no or insufficient treatment. As a result, the water body undergoes biological, chemical and physical changes due to the high concentration of

substances from the inadequate disposal, contributing to aggression to ecosystems and human health. Thus, the present study had as objectives to evaluate the toxicity of hospital effluent samples through acute and chronic toxicity tests with the freshwater microcrustacean *Daphnia magna* and germination tests with the lettuce seed *Lactuca sativa*. In addition to the toxicity assays, the physical and chemical characterization of all the collected hospital effluent samples was made. It was verified that the hospital effluent is being released to the public network with the temperature, total solids and the pH above the values established by Conama 430/2011. The analyzed samples of the hospital effluent showed that there was no relevant biological contamination. The acute test with *D. magna* indicated toxic potential for the samples. For *D. magna*, the $EC_{50,48h}$ found was in the range of 4.41% to 33.85% for the samples tested. The chronic test with *D. magna* presented significant differences in the parameter of longevity of the organisms. For the toxicity test with the lettuce seed *L. sativa*, it was verified for all the samples that the greater the dilution of the effluent sample, the better the seedling growth. Currently, the hospital effluent does not undergo any treatment before the final disposal, so adjustments are required according to the limits established by Conama 430/2011 and Consema-RS 128/2006 for parameters temperature, pH and total solids. The toxicity tests performed with *D. magna* and *L. sativa* showed toxicity also being in disagreement with what is established in Consema-RS 128/2006.

Keywords: Toxicity tests. Hospital effluent. *Daphnia magna*. *Lactuca sativa*.

Recebido em 22/09/2017 Aceito em 03/05/2018

INTRODUÇÃO

A quantia de água disponível para a humanidade é constante enquanto a população se multiplica de forma desordenada. Com o aumento populacional criam-se centros urbanos com graves problemas de poluição entre eles o despejo de águas residuais em locais próximos da fonte de abastecimento hídrico (RIBEIRO, 2005).

A Lei Federal 6.938/81 define poluição como “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos prejudicando a saúde, bem-estar, segurança e condições sanitárias do meio ambiente” (BRASIL,1981). Considera-se poluição hídrica a incorporação de qualquer matéria com potencial de alteração das propriedades do corpo receptor que ocasionem malefícios a saúde das espécies que tenham contato com esta água (RIBEIRO, 2005). A água

após ter sido utilizada e eliminada transforma-se em esgoto. Este tem origem doméstica, pluvial ou industrial e exige tratamento para que seus resíduos não causem poluição em rios ou outras fontes, afetando a vida vegetal, animal e a saúde pública.

O efluente hospitalar é composto, em geral, de carga orgânica grande parte patogênica, fármacos, químicos, secreções e excreções que é lançado na rede pluvial municipal sem ter tratamento adequado comprometendo assim a qualidade hídrica do corpo receptor (RIBEIRO, 2005).

A Companhia Rio-grandense de Saneamento (CORSAN), responsável pela prestação de serviço ao município de Erechim-RS, expõe em sua Resolução 103/2014, que os despejos hospitalares que, por sua natureza, não puderem ser coletados diretamente pela rede, deverão ser tratados previamente pelo usuário atendendo com isso também as exigências da resolução CONAMA 450/2011 (CORSAN,2014). O município de Erechim/RS está desenvolvendo o projeto de Sistema de Esgotamento (Plano Municipal de Saneamento Básico, 2015).

Tendo em vista o não tratamento do esgoto sanitário do município faz-se necessário o estudo sobre o grau de toxicidade do efluente, originado em um hospital da cidade. Para tal utilizou-se o organismo-teste *Daphnia magna* e a *Lactuca sativa* para atestar a possível toxicidade do efluente coletado.

METODOLOGIA

O efluente em estudo é proveniente de um hospital localizado no município de Erechim/RS. O hospital possui clínica médica, cirúrgica, pediatria, ginecologia/obstetrícia, oncologia, medicina diagnóstica, lanchonete/refeitório, farmácia interna e lavanderia funciona vinte e quatro horas por dia com capacidade para 122 internações e conta com aproximadamente 456 colaboradores.

A classificação para a lavagem do material que chega até a lavanderia é leve ou pesada. Toda a roupa que não possui resquícios de sangue ou fezes é encaminhada para lavagem leve caso contrário é encaminhada para a lavagem pesada. A lavagem é realizada em máquinas em três etapas. A primeira etapa consiste em misturar a roupa com água após essa água é liberada então inicia a segunda etapa com a adição de produtos químicos. Na pré-lavagem utiliza-se detergente alcalino baixa espuma Starline LV1[®] após é usado o detergente para umectação Starline TS1[®], o branqueador Starline OXY2[®] e o neutralizador de resíduos de cloro e

alcalinidade Starline RD1[®] após a liberação desta água é adicionado o amaciante Colsoft[®] e então a água é liberada e o material enviado para as secadora. Cada uma das etapas de lavagem possui tempo e temperatura controlada pelas próprias máquinas. A temperatura de lavagem atinge o máximo de 70°C durante o processo de lavagem na liberação as temperaturas são de 21°C para a primeira e segunda etapa e 49°C para a terceira etapa. O tempo de lavagem é maior para a terceira etapa sendo de aproximadamente 20 minutos.

A coleta do efluente foi realizada de acordo com as normas da NBR 15.469 (ABNT, 2015) e NBR 9.898 (ABNT, 1987). As amostras coletadas foram da lavagem pesada, divididas em três coletas sendo elas amostra 1 o primeiro enxágue, amostra 2 o segundo enxágue e amostra 3 o terceiro enxágue. Após a coleta as amostras foram destinadas ao laboratório de Ecologia e Conservação da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim/RS. Em laboratório foram realizadas as análises físico-químicas do efluente assim como a realização dos testes de toxicidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Testes Físico – Químicos

As amostras identificadas como 1, 2 e 3 representam o ciclo completo da lavagem pesada realizada na lavanderia do hospital. O efluente hospitalar não possui uma normatização específica de padrão de lançamento de efluente assim utilizou-se limites estabelecidos pelo CONAMA 430/2011 (Brasil, 2011), CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), e CONSEMA/RS 128/2006 (Rio Grande do Sul, 2006). O artigo 36 do CONAMA 357/2005 estabelece que os efluentes originados dos serviços de saúde e locais com despejos de microrganismos patogênicos só poderão ser lançados após tratamento especial. O tratamento especial é realizado mediante a caracterização do efluente para definir o tipo de tratamento mais adequado. Os resultados obtidos nos testes físico-químicos e valores comparativos com alguns padrões físico-químicos entre a legislação estadual e federal.

	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Conama 430/2011	Consema 128/2006
Ph	5,94	10,31	10,28	Entre 5 e 9	Entre 6 e 9
OD (mg/L)	13,20	12,20	35,50		
Temperatura (°C)	21,00	21,00	49,00	>40	>40
Condutividade (µS/cm)	121,13	306,90	448,50		
Turbidez (UNT)	8,50	19,00	29,00		
Cor (Uc)	134,80	236,40	295,70		
Cloretos (mg/L)	6,50	43,99	107,97		
Sólidos (mg/L)		0,10	0,06	Ausente	Ausente
DQO (mgO ² /L)	13,10	37,01	8,97		
DBO _{5,20} (mg/L)	76,00	31,00	33,00	120	150

Tabela 1: Caracterização físico-química do efluente hospitalar.

Os valores obtido de pH para as amostras 1, 2 e 3 foram respectivamente 5,94 10,31 e 10,28. Segundo a CONAMA 430/2011 e a CONSEMA/RS 128/2006 os valores de pH para lançamento do efluente devem ser entre 5 a 9, assim as amostras 2 e 3 estão em desconformidade com o estipulado por ambas as legislações.

A amostra 3 comparada às outras duas amostras apresenta o valor mais elevado para o parâmetro oxigênio dissolvido (35,50 mg/L). Os valores elevados para o parâmetro oxigênio dissolvido encontrados nesta pesquisa podem ser justificados pela agitação mecânica a qual o efluente passou no processo de lavagem.

O efluente da primeira e da segunda lavagem é eliminado a 21°C já o da terceira lavagem é descartado a 49°C. O valor de temperatura da amostra 3, respectivo ao efluente da terceira lavagem está em desacordo com a legislação CONAMA 430/2011 e CONSEMA/RS 128/2006 que estabelecem o máximo de 40°C para descarte do efluente. A etapa inicial de lavagem consiste em remover sangue, albuminas entre outros das roupas, portanto nessa etapa a temperatura elevada favoreceria a fixação da matéria orgânica ao tecido o que se pretende evitar. Na sequência são adicionados produtos químicos para que junto da ação mecânica ocorra a suspensão das partículas de sujeiras. Nesta etapa a temperatura mais elevada aumenta a ação dos produtos químicos, pois diminui a tensão superficial da água facilitando a sua penetração no tecido enfraquecendo as forças de adesão que unem à sujeira a fibra do tecido, diminuindo também a viscosidade de graxas e óleos contribuindo para a sua remoção (ANVISA,2009).

O valor de condutividade para a amostra 3 foi o mais elevado pode-se justificar esse aumento pela presença de amaciante na terceira etapa da lavagem. O uso do amaciante tem como objetivos desembaraçar, amaciar e lubrificar as fibras dos tecidos isso se deve aos quaternários de amônio que compõem o produto, estes neutralizam a carga eletrostática das fibras (ANVISA, 2009).

Os valores para a turbidez assim como de cor aumentaram respectivamente conforme as etapas de lavagem foram realizadas. Esse fato se justifica pela geração de resíduos causado pela adição de produtos químicos que foram sendo acrescentados ao longo do processo de lavagem.

As amostras do efluente analisado possuem valor médio de 52,82mg/L para cloretos e demonstram uma crescente, no processo de lavagem é utilizado branqueador a base de cloro o que contribui para o acréscimo deste no efluente final. Os cloretos são provenientes da dissolução de sais. Em termos de tratamento e abastecimento público o padrão é de 250mg/L (SPERLING, 2005).

De acordo com as legislações CONAMA 430/2011 e CONSEMA 128/2006 o efluente deve ser lançado com total ausência do parâmetro sólidos totais. As amostras analisadas apresentaram uma pequena quantidade para sólidos totais sendo que os valores aumentaram ao longo do processo de lavagem. Esse resultado pode estar associado ao fato que a amostra 1 corresponde a primeira etapa do procedimento de lavagem não possuiu nenhum tipo de produto acrescentado apenas água e a roupa. A amostra 2 possui a maior quantidade de produtos químicos inseridos na lavagem sendo esses detergentes, branqueador e neutralizador. A amostra 3 apresenta a adição de amaciante.

O parâmetro DBO₅ tem limite definido de 120mg/L pela CONAMA 430/2011 e de 150mg/L pela CONSEMA/RS 128/2006 assim todas as amostras avaliadas estão de acordo com as legislações. Quanto a DBO_{5,20}, Von Sperling (2009) aponta a poluição orgânica, que acaba sendo degradada por microrganismos, e diminui o oxigênio. Paz et al (2004) em sua caracterização físico-química de esgotos hospitalares citam que a DBO_{5,20} não deve ultrapassar os 200mg/L (PAZ et al 2004 apud SILVA et al 2011).

O valor para DQO pode variar de 170 a 500 mg/L considerado um efluente doméstico. Para valores superiores a 700mg/L recomenda-se o tratamento do efluente antes do envio para rede fluvial. Para Metcalf e Eddy (2003) a média para DQO de efluentes não tratados é de 500mg/L. Todas as amostras do efluente analisado estão dentro dos limites estabelecidos pelos autores citados. Nota-se um aumento considerável para o parâmetro DQO na amostra 2. Este aumento pode ser justificado por se tratar da etapa onde mais produtos químicos são adicionados necessitando assim mais oxigênio para realizar a degradação.

Teste Microbiológico

A amostra 1 apresenta o maior valor para *Coliformes Totais* (290 NMP/mL), e a amostra 3 (150 NMP/mL) nota-se que ao longo do processo de lavagem com o aumento na diluição das etapas do ciclo da lavagem pesada a detecção de coliformes totais foi diminuindo. A amostra 1 é a que representa a primeira etapa do ciclo de lavagem pesada, ou seja, a roupa que contém sangue e fezes. A contaminação por coliformes totais se dá também através de bactérias presentes nas fezes humanas o que justificaria o valor mais elevado na amostra 1. A bactéria *Escherichia coli* não foi constatada em nenhuma amostra pode ser justificado pela elevada temperatura a qual a roupa é submetida ao longo do ciclo de lavagem, pois a temperatura ótima de crescimento para a *Escherichia coli* é de 35°C a 40°C e no processo de lavagem esta temperatura é ultrapassada.

Teste Toxicidade Aguda com *Daphnia magna*

A amostra de efluente hospitalar foi submetida à análise de toxicidade aguda com o bioindicador *D. magna*. Os fatores de diluição utilizados foram 1, 2, 4, 6, 8 realizados em duplicata. De acordo com a Resolução CONSEMA/RS 128/2006 o efluente deve ser lançado sem nenhuma toxicidade aguda.

O teste realizado na presente pesquisa determinou o valor de CE50 concentração efetiva média em 48 horas que causa efeito agudo a 50% dos organismos no tempo de exposição causando imobilidade. A tabela (2) apresenta o resultado do teste agudo realizado para o efluente hospitalar.

	pH	CE _{50,48h} (%)
Amostra 1	5,94	4,41
Amostra 2	10,31	8,83
Amostra 3	10,28	33,85

Tabela 02: Resultado do teste agudo CE50,48h

Costa et. al (2008) em sua pesquisa apontou valores de toxicidade aguda com *Daphnia magna* para diferentes tipos de efluentes. Para o efluente hospitalar determinou a toxicidade aguda de duas amostras encontrando valor de CE50,48h 0,4% para a primeira amostra e CE50,48h 33,2% para a segunda amostra.

A partir destes resultados nota-se que os valores encontrados no presente estudo apesar de apresentar toxicidade aguda estando em desacordo com a resolução CONSEMA/RS 128/2009 ainda assim é menos tóxico quando comparado aos resultados do autor Costa et. al (2008).

Teste Toxicidade Crônica *Daphnia magna*

Para a realização do teste crônico foi selecionada a amostra 1, devido a maior toxicidade considerando o resultado da CE50,48h obtido no teste agudo. De acordo com os resultados do teste agudo a partir da concentração 3,12% (FD 32) não houveram mais mortes dos organismos expostos. Portanto para o teste crônico utilizou-se diluições maiores (FD 48, 64 e 96). A figura (1) apresenta o resultado do Teste Crônico.

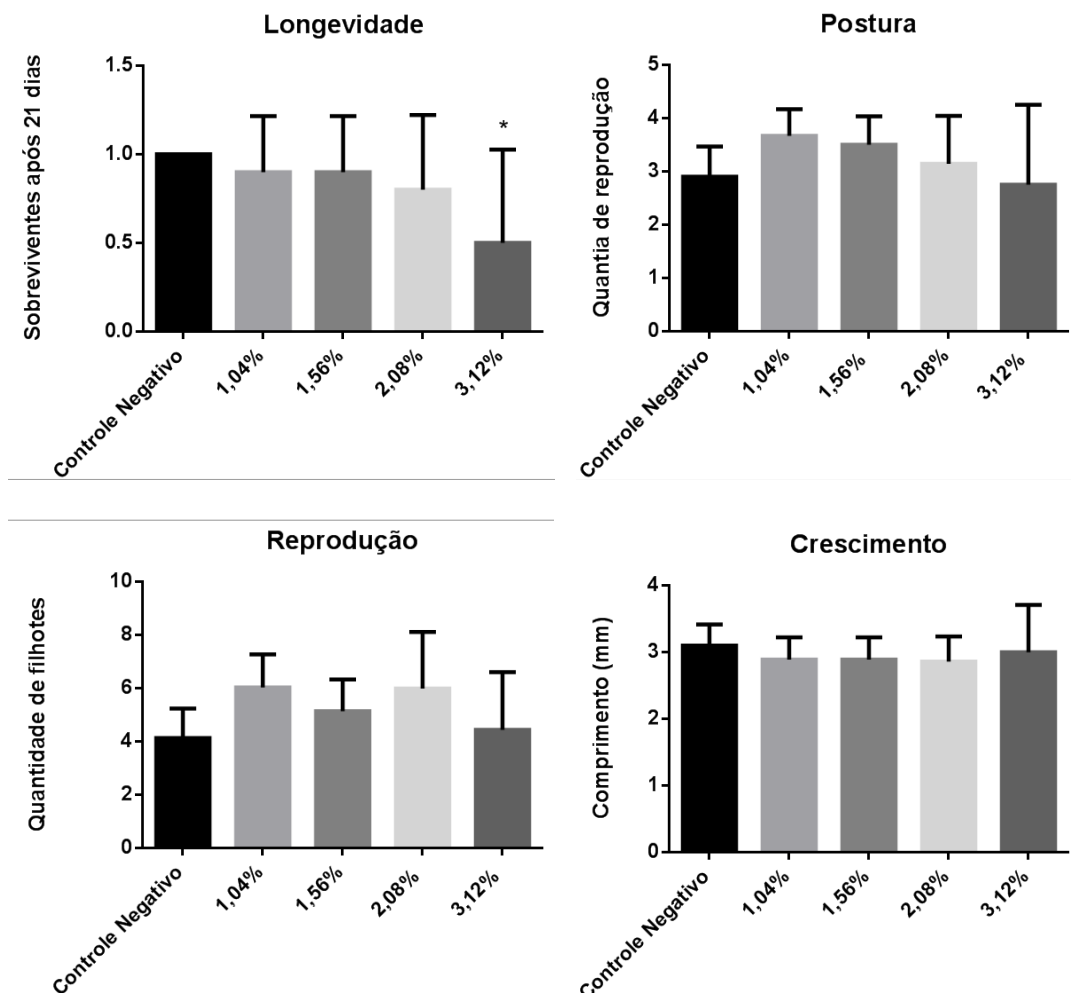


Figura 1: Gráficos das análises com efluente hospitalar realizadas no Teste Crônico.

* a média para esta concentração é significativamente menor que a média do controle considerando um $p < 0.05$ em um teste de Dunnett.

Nota-se a partir dos dados analisados pelo Método de Dunnett representados na figura 1 que a concentração de 3,12% de efluente foi a que apresentou efeitos significativos para o teste de longevidade ao final dos 21 dias. Nesta diluição 50% dos indivíduos expostos morreram antes dos 21 dias de testes. As concentrações seguintes não apresentam significância pelo Método de Análise utilizado, porém todas elas registraram mortes antes do final do teste. Na concentração 2,08% de efluente 8 indivíduos sobreviveram e nas concentrações 1,56% e 1,04% sobreviveram 9 indivíduos respectivamente.

Para a análise de reprodução verificou-se que para as concentrações testadas para o efluente hospitalar durante os 21 dias de execução do teste não foi registrado diferença significativa entre o controle negativo e as concentrações testadas. Apesar desta ausência de efeitos estatísticos significativos ainda foi registrado, para as concentrações de 3,12% e a 2,08% respectivamente, a ocorrência de um indivíduo que não se reproduziu durante todo o teste.

Avaliando o número de posturas por indivíduo é importante destacar que embora a concentração de 3,12% de efluente tenha sido a com maior número de mortes, as sobreviventes possuem número de posturas bem próximas das outras concentrações com mais organismos. Isso pode ser justificado como mecanismo de defesa da espécie.

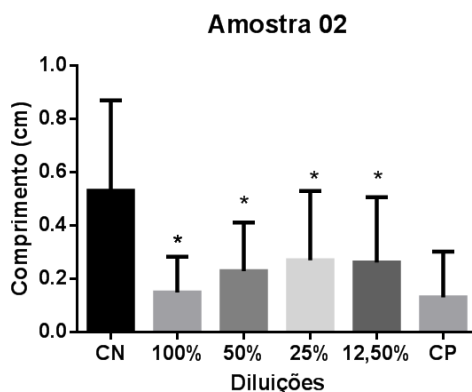
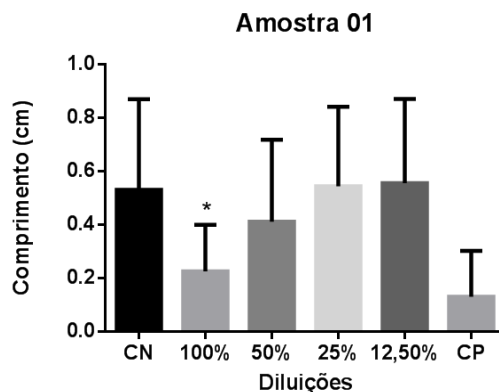
O parâmetro crescimento não apresentou alterações significativas para nenhuma diluição. Segundo Costa et al (2008) os testes crônicos possibilitam a avaliação dos efeitos tóxicos da substância de interesse sob condições de exposição do indivíduo a concentrações sub letais que permitam a sobrevivência mas que afetem suas funções biológicas, crescimento, maturação entre outros.

Ao final do teste crônico realizou-se a observação de cada indivíduo em lupa de 40x de aumento onde procurou-se detectar a ocorrência de possíveis alterações morfológicas. As alterações encontradas foram de encurtamento da cauda, desenvolvimento de efípio e o encurtamento das antenas. O gênero *Daphnia magna* se reproduz por partenogênese, ou seja, os filhotes são geneticamente iguais à mãe, porém por motivos de condições inadequadas podem ser gerados machos por partenogênese e/ ou ovos haplóides que necessitam de reprodução sexuada. Durante a formação deste ovo parte da carapaça da fêmea é modificada em uma estrutura chamada efípio contendo um ou dois embriões dormentes (BRANDAO, 2009).

Teste de Germinação *Lactuca Sativa*

Os resultados dos testes de germinação são apresentados na figura 2 demonstrando a comparação no crescimento entre as amostras 1, 2 e 3. Nota-se que a amostra 2 foi a que apresentou menor crescimento seguido da amostra 3 e depois a amostra 1 esse resultado possivelmente seja pela concentração de produtos químicos utilizados em cada lavagem sendo a maior delas na amostra 2, seguida da amostra 3 e nula na amostra 1.

É possível observar que quanto maior a diluição da amostra, maior o crescimento da plântula em todas as amostras a concentração bruta do efluente foi a que registrou os menores crescimentos. Todas as amostras com o efluente bruto (100% de efluente) apresentam alterações significativas. Embora as amostras do efluente não sejam tratadas verificou-se que as sementes conseguiram germinar em todas as diluições.



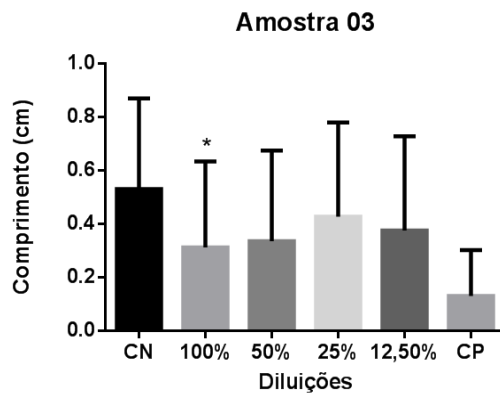


Figura 2: Teste de Germinação com *L. sativa* das amostras 1, 2 e 3.

Cunha (2011) desenvolveu o teste de toxicidade com *L.Sativa* para efluente hospitalar e nele encontrou valor médio de crescimento de 2,0 cm e este ensaio não indicou toxicidade. As médias de crescimento para as amostras 1, 2 e 3 analisadas foram respectivamente 0,48cm, 0,28 cm e 0,43cm, crescimento, portanto, bastante inferior ao registrado em literatura. A amostra 2 foi a que apresentou menor média de crescimento e mais alterações significativas para todas as diluições.

CONCLUSÕES

A partir dos testes realizados para a avaliação do efluente hospitalar pode-se concluir que a temperatura que o efluente é lançado na rede pública na terceira etapa da lavagem não está de acordo com a legislação CONAMA 430/2011 e CONSEMA/RS 128/2006 que estabelece que a temperatura deve ser inferior aos 40°C. O parâmetro pH e Sólidos Totais também apresentam valor superior ao indicado às legislações.

O teste agudo utilizando como bioindicador a *D. magna* apresentou toxicidade mais elevada para a amostra 1 do efluente hospitalar que representa o efluente liberado na primeira etapa do ciclo de lavagem pesada. Este resultado está em desacordo com a legislação CONSEMA/RS 128/2006.

O teste crônico apresentou efeito significativo na longevidade dos organismos *D. magna* expostos na concentração 3,12% de efluente hospitalar.

O teste de germinação apresentou alterações significativas no crescimento da plântula em todas as amostras com efluente bruto. É possível concluir que o efluente afetou no crescimento da plântula, pois quanto maior a diluição da amostra maior foi o crescimento.

O estudo verificou que para estas amostras de efluente hospitalar não houve contaminação biológica relevante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.469**: Ecotoxicologia Aquática – Preservação e Preparo de Amostras. São Paulo, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluente Líquidos e Corpos Receptores – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

BRANDAO, L. P. M.; **Efípios de *Daphnia laevis* Em Um Lago Permanente Tropical: Mecanismos de Resiliência a Alterações Ambientais?** 2009. 73 f. Dissertação para obtenção de título de Mestrado em Ecologia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. MG, 2009.

Brasil. **Processamento de roupas em serviço de saúde: prevenção e controle de riscos**. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2009).

BRASIL. Lei nº. 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2 de setembro de 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm . Acesso em: 13 de maio de 2016.

BRASIL. Resolução nº430 de 13 de Maio de 2011. **Condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**. Brasília, 2011.

CUNHA, B. M.; **Avaliação ecotoxicológica de distintos tipos de efluentes mediante ensaios de toxicidade aguda utilizando *Artemia salina* e *L. sativa***. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2011.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering treatment disposal reuse**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. AMPLA Consultoria e Planejamento. 2009. Disponível em: <http://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/763/plano-de-saneamento-basico-da-corsan>. Acesso em: 21 de março de 2016.

RIBEIRO, L. M. M.; **Avaliação quanto a carga poluidora dos efluentes líquido de quatro hospitais de diferentes especialidades no município de Porto Alegre.** 2005. 95 f. Tese (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia. Porto Alegre, RS. 2005.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 3ª Ed. P.452, 2005.

ⁱ Acadêmica do curso Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim/RS.

ⁱⁱ Acadêmica do curso Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim.

ⁱⁱⁱ Ocenógrafa pela Univali, mestre em Engenharia Ambiental pela UFSC, Doutora em Engenharia Ambiental pela UFSC, Pós-Doutorado em Engenharia Ambiental pela UFSC. Professora Adjunto A1 do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul.