

IV-058 - POLUIÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS POR EFLUENTE DE ATERRO SANITÁRIO: ANÁLISE DE CONTAMINAÇÃO EM PEIXES

João Gomes⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Analista da SANEPAR-PR.

Endereço⁽¹⁾: Av. Marechal Deodoro, 3081 - Curitiba- PR - CEP: 80045-375 - Brasil - Tel: (41) 3330-3071 - e-mail: jgomes@sanepar.com.br

RESUMO

A poluição de águas superficiais geradas por efluentes provenientes da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos é um dos principais desafios ambientais a serem resolvidos em nossos tempos. Alguns produtos que são inseridos ou se formam na interação de resíduos em aterros e lixões com a água são difíceis de remover em estações de tratamento de água e podem se acumular ao longo da cadeia alimentar. Para o estudo de possíveis danos de poluentes em humanos, os testes geralmente são feitos em menor escala, utilizando organismos para testar os efeitos dos poluentes. Os peixes são considerados modelos sensíveis em estudos de toxicidade aquática, por estarem em contato direto com o poluente e fazerem parte da dieta de muitas pessoas. No estudo foram utilizados quatro grupos de quinze indivíduos, da espécie modelo *Rhamdia quelen*, dispostos em quatro tanques de 100 litros. Cada grupo foi submetido a um bioensaio agudo de 96 horas em diferentes diluições de efluente bruto e tratado de aterro sanitário. Os elementos químicos presentes no efluente do aterro causam danos ao sistema circulatório, causando danos como hemorragias e necroses no fígado e no rim. O impacto do efluente de aterro na fauna aquática deve ser estudado de forma mais ampla em outras espécies e estudos das consequências da contaminação desse tipo de efluente no nível celular, seria útil para definir estratégias que previnam este tipo de contaminação.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição hídrica, contaminantes ambientais, biomarcadores, contaminação em peixes.

INTRODUÇÃO

A poluição de águas superficiais geradas por efluentes provenientes da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos é um dos principais desafios ambientais a serem resolvidos em nossos tempos (UNEP, 2016). A contaminação da água causa danos a fauna aquática e a saúde das populações que precisam destas fontes para beber ou em busca de alimentos, como os peixes.

Alguns produtos que são inseridos ou se formam na interação de resíduos em aterros e lixões com a água, tais como metais, xenobióticos, agroquímicos, compostos voláteis, organoclorados, contaminantes emergentes e outros compostos, são difíceis de remover em estações de tratamento de água e podem se acumular ao longo da cadeia alimentar (Silva *et al.*, 2011).

Na fauna aquática, a poluição por efluentes de aterros e lixões causa uma grande mortandade de peixes, seja pelo esgotamento do oxigênio dissolvido, seja pelos danos de órgãos vitais, como fígado, rim e brânquias. Na saúde humana, os principais efeitos da contaminação por água poluída por efluentes de aterros sanitários são hepatite, cólera, doenças parasitárias, diarreia e doenças cutâneas (Saha, 2016).

Para o estudo de possíveis danos de poluentes em humanos, os testes geralmente são feitos em menor escala, utilizando organismos para testar os efeitos dos poluentes. Modelos biológicos ou organismos modelo são utilizados para analisar o comportamento de uma determinada substância em um organismo vivo, tornando-se importantes ferramentas de estudo para pesquisas em diversas áreas (Silva *et al.*, 2014).

Os peixes são considerados modelos sensíveis em estudos de toxicidade aquática e podem desempenhar um papel significativo na avaliação dos riscos potenciais associados à contaminação no ambiente aquático por contaminantes ambientais. Os peixes podem responder a agentes mutagênicos em baixas concentrações de substâncias tóxicas de maneira semelhante aos vertebrados superiores (Pandey *et al.*, 2014).

Para este trabalho, foi utilizado como modelo biológico o peixe *Rhamdia quelen* (jundiá). Por ser uma espécie nativa comum no Brasil, freqüentemente parte da dieta das populações ribeirinhas e respondendo bem às variações ambientais e à qualidade da água, torna-se um bom bioindicador para este estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

No estudo foram utilizados quatro grupos de quinze indivíduos, da espécie modelo *Rhamdia quelen*, dispostos em quatro tanques de 100 litros. Cada grupo foi submetido a um bioensaio agudo de 96 horas em diferentes diluições de efluente bruto e tratado de aterro sanitário. O primeiro grupo recebeu 5% do efluente bruto - EB, o segundo grupo recebeu 2,5% do efluente bruto e o terceiro grupo recebeu 10% do efluente tratado - ET. O grupo controle, sem efluente, foi analisado nas mesmas condições experimentais. Depois de anestesiados e abatidos, o fígado e o rim de cada indivíduo foram retirados para análises histopatológicas, verificando o nível de lesões em cada órgão, seguindo a metodologia estabelecida por Bernet (1999).

RESULTADOS

Todos os grupos tiveram 15 indivíduos submetidos às mesmas condições de aclimação e receberam efluentes pelo mesmo período de tempo - 96h. Entretanto, o grupo que recebeu 5% de efluente bruto apresentou alta taxa de mortalidade nesse período e 80% da amostra foi perdida devido à letalidade do efluente. Dos demais grupos, o grupo controle apresentou taxa de mortalidade de 0%, o grupo que recebeu 2,5% de resíduo bruto apresentou 20% de mortalidade (3 indivíduos) e o grupo que recebeu 10% de resíduo tratado apresentou índice de mortalidade de 23,3% (4 indivíduos).

Na análise histopatológica do fígado, os animais do grupo controle apresentaram poucas alterações, sendo as principais alterações hemorragias e necrose de algumas células. O grupo submetido a 5% de efluente bruto apresentou um índice de lesão relativamente baixo, pois no grupo o número de indivíduos foi o menor ($n = 3$), no entanto, as lesões apresentadas foram mais severas que no grupo controle. O grupo submetido a 2,5% de efluente bruto foi o que apresentou maior índice de lesões, sendo identificadas hemorragias e necroses em todos os indivíduos. O grupo submetido a 10% do efluente tratado também apresentou alto índice de lesão, porém menor que o grupo que recebeu o efluente bruto. As principais lesões identificadas nesse grupo também foram hemorragias e necrose (Fig. 1).

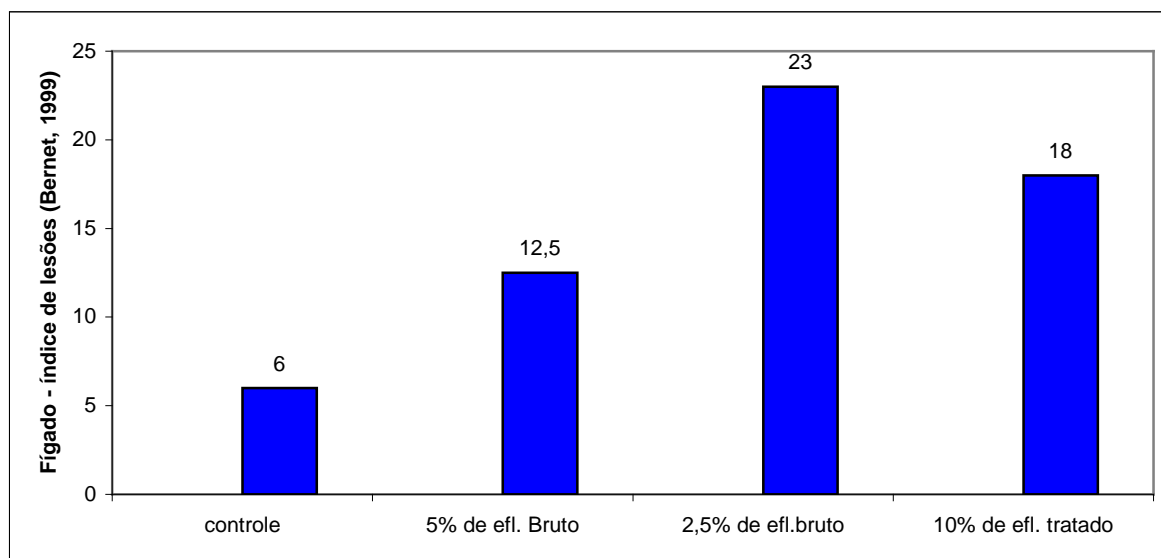


Figura 1: índice de lesões no fígado na espécie-modelo estudada, segundo índice de Bernet (1999).

Na análise histopatológica dos rins, os animais do grupo controle apresentaram poucas alterações, sendo as principais alterações hemorragias de algumas células. O grupo submetido a 5% de efluente bruto apresentou índice moderado de lesão. O grupo submetido a 2,5% de efluente bruto apresentou o maior índice de lesões,

com taxas moderadas de hemorragia e necrose identificadas em todos os indivíduos. O grupo submetido a 10% do efluente tratado também apresentou alto índice de lesão, porém menor que o grupo que recebeu o efluente bruto. As principais lesões identificadas nesse grupo foram hemorragias e necroses (Fig. 2).

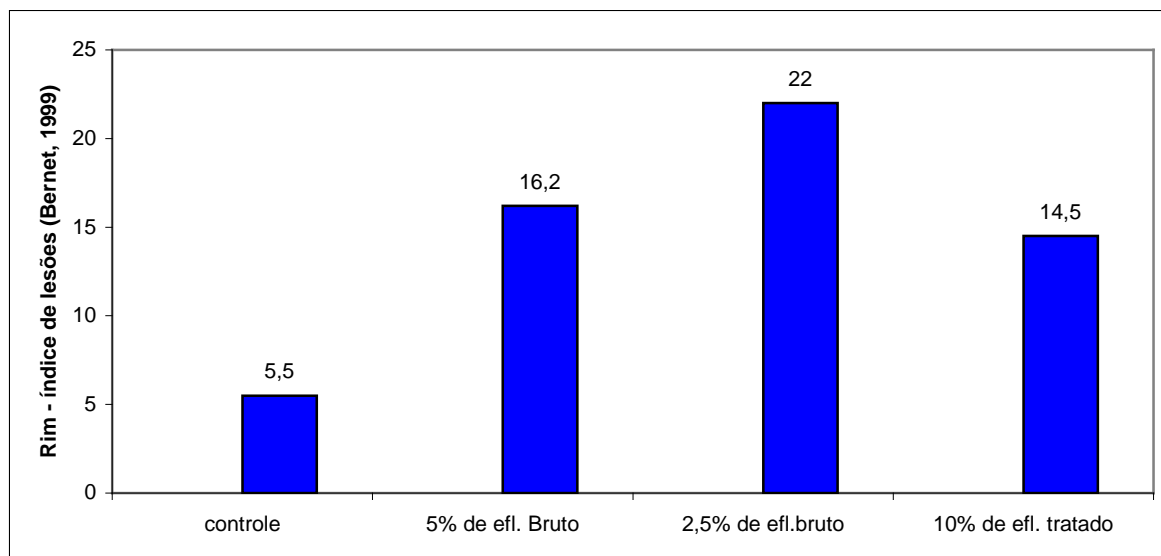


Figura 2: índice de lesões no rim da espécie-modelo estudada, segundo índice de Bernet (1999).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O efluente bruto de aterro sanitário apresenta grande potencial para causar danos à biota aquática. A presença de metais pesados, como chumbo, arsênio e mercúrio, em quantidades superiores às da legislação ambiental, indica a necessidade de tratamento avançado para esse tipo de efluente. Estudos realizados em Belfort (França) determinaram que o lixiviado do aterro causa depleção do oxigênio dissolvido, devido à alta carga de DBO que apresenta, que é a causa da grande mortalidade de peixes próximos a grandes centros urbanos e industriais (Hicham e Lofti, 2007). Traços de poluentes emergentes também foram encontrados em efluente de aterro, como descrito por Ben Salem *et al* (2014), cujos danos à biota aquática e à cadeia alimentar ainda não são totalmente compreendidos. Esses elementos são originados em materiais eletrônicos que são descartados em aterros sanitários (Naveen *et al*, 2017). A caracterização do efluente também tem relação com a capacidade de poluição ambiental. Porém, os afluentes dos aterros não sofrem mudanças significativas em sua composição físico-química em curtos períodos e tempo, uma vez que os compostos presentes nos resíduos reagem com a água da chuva ou da matéria orgânica, gerando um efluente heterogêneo, mas com composições similares (Moody *et al*, 2017).

A análise histopatológica do fígado mostrou que existe uma relação positiva entre o percentual de efluente liberado no corpo d'água e os danos causados nas espécies-modelo. O grupo controle, que não teve contato com o efluente, apresentou poucas lesões, sendo as mais recorrentes as hemorragias. Hemorragias em grupos controle são consideradas normais em condições experimentais agudas, principalmente devido ao estresse (Claus *et al*, 2008). O índice de lesões apresentado no grupo que foi submetido a 2,5% do efluente bruto indicou maior quantidade de necrose, além de hemorragias. Isso demonstra que o efluente do aterro afeta o fígado da espécie modelo devido à contaminação de poluentes químicos, como chumbo, mercúrio, cádmio ou arsênio na corrente sanguínea. Estes elementos, quando presentes mesmo em pequenas quantidades, afetam o sistema nervoso e circulatório da fauna aquática (Saha *et al*, 2016). O grupo submetido a 10% do efluente tratado também apresentou um índice de lesões significativas, como hemorragias e necroses. Mesmo o efluente tratado tendo uma menor quantidade de poluentes, como metais pesados e hidrocarbonetos, sua presença causou danos às espécies-modelo. O menor índice de lesões no fígado da espécie modelo está diretamente relacionado à menor quantidade de poluentes dissolvidos e à resiliência desses poluentes apresentados pelas espécies-modelo (Naghibi *et al*, 2012). O grupo que foi submetido a 5% de efluente bruto apresentou um índice de lesão significativo, mas devido à alta taxa de mortalidade (80%), não foi possível comparar estatisticamente

com os demais grupos. No entanto, o índice de mortalidade desse grupo alerta para o alto grau de contaminação e poluição que pode causar o efluente do aterro.

A análise histopatológica do rim também mostrou uma relação positiva entre a quantidade de poluente em contato com a água e o organismo modelo. Estudos com poluentes emergentes indicam que os rins são os órgãos mais afetados pela poluição da água (Yerramilli *et al*, 2016). O grupo controle apresentou poucas lesões, sendo as mais frequentes hemorragias e necrose. O grupo submetido a 2,5% do efluente bruto apresentou lesões como necroses e hemorragias. Isso ocorre porque a função renal está diretamente conectada à corrente sanguínea e os poluentes encontrados no efluente bruto afetam diretamente a circulação. No entanto, outras lesões mais graves, como lesão do núcleo celular, metástase e perda de limite celular, não foram observadas, porque o ensaio foi agudo - 96h. Danos mais severos são observados quando os organismos modelo passam por testes de contato crônicos (Trinchet *et al*, 2011).

Possíveis danos à cadeia alimentar ou a outros organismos modelo podem ser inferidos durante o teste com outros organismos. Os danos à saúde humana podem ser inferidos pelo fato de o organismo modelo, uma espécie de peixe muito difundido no sul do Brasil, fazer parte da dieta ribeirinha. O consumo de peixes contaminados pode causar danos a longo prazo para a população que os consome (Turyk *et al*, 2015).

O tratamento do efluente do aterro deve ser eficiente para cumprir a legislação ambiental e sanitária, e garantir que não haja poluição da água ou danos à fauna aquática ou à população local, no caso de sua introdução em um corpo de água. Os efluentes de aterros sanitários, mesmo tratados, devem ser evitados em corpos de água que servem como fonte de abastecimento, devido às dificuldades na remoção de poluentes persistentes desse tipo de efluente (Cassano *et al*, 2011).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O ensaio agudo de 96h com o organismo modelo *Rhamdia quelen*, mostrou-se adequado para analisar lesões histológicas no fígado e nos rins da fauna aquática. Os elementos químicos presentes no efluente do aterro causam danos ao sistema circulatório, causando danos como hemorragias e necroses no fígado e no rim. Existe potencial para danos no efluente do aterro, bruto ou tratado, nos corpos d'água, e quanto maior a concentração do poluente, maior o dano. O fígado e os rins são órgãos afetados pelo efluente e podem, a curto ou médio prazo, levar à morte do indivíduo devido aos danos causados pelos poluentes a esses órgãos. A necessidade de tratamento adequado do efluente do aterro evita possíveis danos às populações que necessitam do corpo d'água para abastecimento de água ou pesca, pois também podem causar danos ao fígado e rins.

A morte de peixes pela liberação de efluentes industriais e de aterros, relatada na mídia e em estudos recentes, chama a atenção para os danos que esses resíduos podem causar aos ecossistemas e aos seres humanos. Os danos causados aos peixes também podem representar danos potenciais aos seres humanos, mas outros estudos podem ser desenvolvidos para verificar os danos a outros órgãos vitais, como cérebro e músculos (Varma *et al*, 2011).

Finalmente, o impacto do efluente de aterro na fauna aquática deve ser estudado de forma mais ampla em outras espécies e estudos das consequências da contaminação desse tipo de efluente no nível celular, seria útil para definir estratégias que previnam este tipo de contaminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BENSALÉM; X. LAFFRAY; A. ASHOOR; H. AYADIB; L. ALEYA Metal accumulation and distribution in the organs of Reeds and Cattails in a constructed treatment wetland (Etueffont, France). Ecological Engineering Volume 64, March 2014, Pages 1-17.
2. BERNET, D., SCHMIDT, H., MEIER, W., BURKHARDT-HOLM, P., WAHLI, T. Histopathology in fish: proposal for a protocol to assess aquatic pollution. Journal of fish diseases 1999, 22, 25-34.
3. CASSANO, A. ZAPATA, G. BRUNETTI, G. DEL MORO, G. MASCOLO. Comparison of several combined/integrated biological-AOPs setups for the treatment of municipal landfill leachate: Minimization

- of operating costs and effluent toxicity. Chemical Engineering Journal, Volume 172, Issue 1, 1 August 2011, Pages 250-257.
4. CLAUSS, A. D.M. DOVE, J. E. ARNOLD, T.M. HEMATOLOGIC Disorders of Fish. Differentiation, Volume 100, March–April 2018, Pages 1-11.
 5. HICHAM, K. LOFTI, A. The dynamics of macroinvertebrate assemblages in response to environmental change in four basins of the Etueffont landfill leachate (Belfort, France). . Water Air Soil Pollut (2007).
 6. MOODY, C. M., TOWNSEND, T. G. A comparison of landfill leachates based on waste composition. Waste Management Volume 63, May 2017, Pages 267-274.
 7. NAVEEN, B. P.; SITHARAM, T. G; SIVAPULLAIAH, P. V.; RAMACHANDRA, T. V. Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate. Environmental Pollution Volume 220, Part A, January 2017, Pages 1-12.
 8. NAGHIBI, A., LENCE, B. Assessing impacts of high flow events on fish population: Evaluation of risk-based performance measures. Ecological Modelling, Volume 240, 10 August 2012, Pages 16-28.
 9. SILVA, C.A., OBA, E.T., RAMSDORF, W.A., MAGALHÃES, V.F., CESTARI, M.M., OLIVEIRA RIBEIRO, C.A., SILVA DE ASSIS. H.C. First report about saxitoxins in freshwater fish *Hoplias malabaricus* through trophic exposure. Toxicon. 57, 141–147, 2011.
 10. SILVA, C. A., MORAES, E. P ., COSTA, M. D., RIABS, J. L., GUILOSKI, I. C., Saxitoxins induce cytotoxicity, genotoxicity and oxidative stress in teleost neurons *in vitro*. Toxicon. Volume 86, August 2014, Pages 8-15.
 11. SAHA, N., MOLLAH, M.F. ALAM, M.S. RAHMAN, M.Z.L. Seasonal investigation of heavy metals in marine fishes captured from the Bay of Bengal and the implications for human health risk assessment. Food Control, Volume 70, December 2016, Pages 110-118
 12. TRINCHET L., DJEDIAT, C., HUET, H., DAO, S. P., EDERY, M.. Pathological modifications following sub-chronic exposure of medaka fish (*Oryzias latipes*) to microcystin-LR. Reproductive Toxicology, Volume 32, Issue 3, November 2011, Pages 329-340.
 13. TURYK, M., FANTUZZI, G., PERSKY, V., FREELS, S. ANDERSON, A. Persistent organic pollutants and biomarkers of diabetes risk in a cohort of Great Lakes sport caught fish consumers. Environmental Research, Volume 140, July 2015, Pages 335-344.
 14. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. Environment Annual Report 2016. Nairobi – Kenya, 2016.
 15. VARMA, R., TURNER, A., BROWN, M. T. Bioaccumulation of metals by *Fucus ceranoides* in estuaries of South West England. Marine Pollution Bulletin, Volume 62, Issue 11, November 2011, Pages 2557-2562
 16. YERRAMILI, G. FARACE, J. QUINN, M. YERRAMILI, M. Kidney Disease and the Nexus of Chronic Kidney Disease and Acute Kidney Injury: The Role of Novel Biomarkers as Early and Accurate Diagnostics. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Volume 46, Issue 6, November 2016, Pages 961-993