

Avaliação da Toxicidade de Lixiviado do Aterro Sanitário CTR-Candeias Antes e Após Tratamento com Extratos de *Moringa oleífera* Lam em Bioensaio com Alface - *Lactuca sativa* L.

Zorayde Lourenço de Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, Brasil, zoraydelourenco@hotmail.com

Marilia Regina Costa Castro Lyra

Instituto Federal de Pernambuco, Recife - PE, Brasil, marilialyra@recife.ifpe.edu.br

Anna Claudia Freitas Arruda

CTR. Candeias, Jaboatão dos Guararapes - PE, Brasil, annaclaudia@ctrcandeias.com.br

Cristianne Araújo Gomes Barros

CTR. Candeias, Jaboatão dos Guararapes – PE, cristiannegomes@ctrcandeias.com.br

José Fernando Nascimento

Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, Brasil, jose.fnascimentojr@yahoo.com.br

Silvio Romero de Melo Ferreira

Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brasil sr.mf@hotmail.com

RESUMO: A degradação física, química e biológica da matéria orgânica presente dos resíduos sólidos urbanos gera um subproduto altamente poluidor, denominado lixiviado, líquido escuro que contem traços de metais pesados e microrganismos. O objetivo desse trabalho é avaliar a toxidade do lixiviado de um aterro sanitário particular CTR-Candeias localizado em Jaboatão dos Guararapes - PE na região Metropolitana de Recife na germinação e crescimento radicular de alface *Lactuca sativa* L. e a avaliar a eficiência do extrato de *Moringa* por meio da contagem do número de colônias de coliformes fecais presentes. Bioensaios foram realizados com a exposição de sementes de *Lactuca sativa* L, a amostra de lixiviado bruto, tratado por extrato de semente de *Moringa oleífera* Lam como coagulante e controle negativo. Os resultados indicam fitotoxicidade do lixiviado bruto em – *Lactuca*, por não ter ocorrido germinação quando comparado ao controle negativo, foram observadas diferenças entre o lixiviado bruto e o lixiviado com os tratamentos para o parâmetro germinação de sementes de alface. O Lixiviado tratado com os extratos da semente de *Moringa* apresentou germinação de sementes de *Lactuca* tanto na fração extrato de *Moringa* puro (EXTMO), quanto no lixiviado com adição dos extratos de *Moringa* com e sem casca, o que indica que a toxicidade é reduzida após o processo de coagulação/floculação. Quanto aos coliformes totais e fecais, à mortalidade foram superiores ao lixiviado bruto sem o coagulante, o tratamento com o extrato de *Moringa* apresenta resultados significativos para coliformes fecais e totais com morte de 98%, e 99% demonstrando a eficiência do extrato de *Moringa oleífera* Lam.

PALAVRAS-CHAVE: Bioensaios, Alface, *Moringa*, Tratamento, Toxidade, Coliformes.

1 INTRODUÇÃO

No aterro sanitário, a biodegradação dos resíduos sólidos ocorre através de processos físicos, químicos e biológicos, produzindo subprodutos como os gases e o lixiviado (chorume) líquido de coloração escura e odor desagradável. O lixiviado apresenta composição variável e complexa com alto poder de toxicidade, podendo variar de acordo com as condições climáticas, idade do aterro, precipitação, entre outros. Em sua composição podem ser encontradas altas concentrações de matéria orgânica biodegradável e refratária, compostos nitrogenados e traços de metais pesados (WISZNIEWSKI et al 2006), além de diferentes microrganismos. O tratamento biológico é considerado um dos métodos mais utilizados no tratamento de lixiviado devido ao baixo custo e facilidade operacional. Porém deve ser aplicado em conjunto com outras técnicas de tratamento, pois além de matéria orgânica, os lixiviados são ricos em material recalcitrante (MASSAI, 2007) cujo tratamento exige processos físicoquímicos. A *Moringa oleífera* Lam é uma árvore tropical cujas sementes contêm uma substância solúvel (polissacarídeos complexos) com propriedades coagulantes (MUYIBI; EVISON, 1995; RAMOS, 2005). No Brasil, é uma espécie já cultivada em várias regiões, sendo bastante popular no nordeste devido à sua utilização como uma solução alternativa para clarificação de água para abastecimento em zonas rurais (BORBA, 2001). Além disto, possui os constituintes químicos pterigospermina e ramnosil-oxibenzil-isotiocianato que têm ação antimicrobiana sobre *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium phlei*, *Serratia marcescens*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella* e *Streptococcus* (BEZERRA et al 2004). Reduzindo as populações de protozoários e bactérias (NISHI et al 2011; PATERNIANI et al 2009). O extrato da semente de *Moringa oleífera* tem sido estudado como um eficiente coagulante natural (OKUDA et al 2000; GHEBREMICHAEL et al 2005; PRITCHARD et al 2010; OLIVEIRA, 2015). Em comparação aos coagulantes químicos, o uso do extrato da semente de *Moringa oleífera* Lam, não

necessita de ajuste do pH e alcalinidade da mesma e, também, não causa problemas de corrosividade, não apresenta riscos à saúde ou ao meio ambiente (NDABIGENGESERE; NARASIAH, 1998). Devido à presença de substâncias potencialmente tóxicas no extrato das sementes de *Moringa oleífera*, os estudos de toxicidade justificam-se por permitirem uma melhor compreensão do risco de utilização deste coagulante. Estudos toxicológicos geralmente envolvem várias classes de organismos, de diferentes níveis tróficos, para que seja possível ter uma visão sistêmica dos danos que a substância em questão poderia causar ao meio ambiente (ZAGATTO; BERTOLETTI, 2008). A *Lactuca sativa* L. (alface) está entre os organismos-teste mais utilizados para avaliar a fitotoxicidade de efluentes domésticos e industriais (ŽALTAUSKAITĖ & ČYPAITĖ, 2008; ANDRADE et al, 2010). A *Lactuca sativa* L. variedade Buttercrunch é a espécie padrão recomendada para bioensaios pela U.S. Environmental Protection Agency, EPA, a Food and Drug Administration, FDA e pela Organization for Economic Cooperation and Development. Paiva et al (2011) avaliaram os efeitos de diferentes lectinas, entre elas a das sementes de *Moringa oleífera* Lam, sobre cupins. Os autores encontraram que concentrações entre 1000 e 1500 mg.L⁻¹ do extrato das sementes de *Moringa oleífera* são ativas contra estes insetos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Serão apresentados a coleta, o preparo e análise da amostra do lixiviado; da semente da *Moringa oleífera* Lam e os biosensaios realizados.

2.1 Coleta, preparo e análise das amostras do lixiviado.

O lixiviado utilizado nos experimentos foi proveniente do Aterro Sanitário da Muribeca CTR- Candeias o qual se situa no município de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco próximo ao eixo da integração Prazeres – Jaboatão,

distando 16 km do centro de Recife, situado nas coordenadas Latitude – 8.164258; Longitude:- 34.985286, O aterro CTR- Candeias e Industrial de Classe IIA e IIB (resíduos não perigosos) começou a receber resíduos em 2007 e deverá receber resíduos por mais 15 anos. As amostras do lixiviado bruto foram coletadas da caixa de vazão onde tem a chegada do lixiviado localizada próximo da estação de tratamento do Aterro CTR Candeias na Muribeca e estocadas em bobonas de polietileno para a realização dos ensaios. As amostras foram acondicionadas a 4°C, de acordo com a metodologia de conservação do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Durante a pesquisa foi realizada apenas uma coleta de lixiviado no mês de Agosto de 2015. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Departamento de Química da Universidade Federal de Pernambuco (LEAQ), e as análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia Industrial, no Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco. Os parâmetros de controle ambiental analisados na caracterização do lixiviado bruto do aterro sanitário e nos ensaios de tratabilidade foram pH (Potenciométrico) turbidez (Turbidímetro) coliformes totais e fecais (Tubos múltiplos) em triplicatas, determinados segundo o STANDARD METHODS, 2005, exceto para coliformes para os quais se utilizou a técnica descrita por Colilert® (reagentes Idexx, EUA).

2.2 Coleta e preparo da semente de *Moringa oleífera* Lam

As sementes da *Moringa oleífera* Lam foram adquiridas em São Bento do Una/PE, em Maio de 2015, totalizando 2 kg de material vegetal. As sementes foram secas ao ar para produção de extrato a ser utilizado nos ensaios de tratabilidade do lixiviado do aterro. Foram preparados dois tipos de extrato um com o pó da semente de moringa sem casca e outro com casca. Para a obtenção do coagulante natural extraído das sementes de *Moringa oleífera* Lam as sementes foram secadas, pesadas, retiradas à casca das sementes e triturar no liquidificador

até se obter um pó que foi misturado em água destilada utilizando uma porcentagem de 5% do peso de pó sobre o volume de água, agitando-se por 5 minutos no agitador manual, após a agitação foi adicionado ao lixiviado como solução coagulante. O mesmo procedimento foi feito para o extrato da moringa com casca porem as sementes não foi descascada. (OLIVEIRA, 2010).

2.3 Bioensaios

Foram realizados bioensaios para avaliar a fitotoxicidade com alface - *Lactuca sativa* L, do lixiviado bruto antes e após tratamentos com os extratos de *Moringa oleífera* Lam. Para a realização dos testes de toxicidade foram utilizados lixiviado bruto antes e após tratamento com extrato de *Moringa oleífera* Lam. Para cada solução submetida ao teste de toxicidade um disco de papel de filtro qualitativo foi colocado em uma placa de Petri com 9 cm de diâmetro (Figura 1A), o qual foi embebido com 4 mL do lixiviado bruto e dos lixiviados com extrato de *Moringa oleífera* Lam (Figuras 1B e C) . Com o auxílio de uma pinça, dez sementes foram acomodadas sobre o papel de filtro, com espaço o crescimento das radículas e das raízes (GARCIA, 2006; GARCIA et al 2009). As placas foram tampadas, (Figura 1D) vedadas com filme de PVC para evitar a perda de umidade e incubadas durante 5 dias (120 h) dentro de uma caixa de isopor a 22 °C, sem luz (YERUSHALMI et al 2003). Ao final do período de exposição, quantificou-se o efeito na germinação e no crescimento das raízes. O comprimento da raiz foi medido com o auxílio de papel milimetrado. Para o teste-controle sementes de alface foram umedecidas apenas com água destilada. O ensaio foi realizado em triplicata.

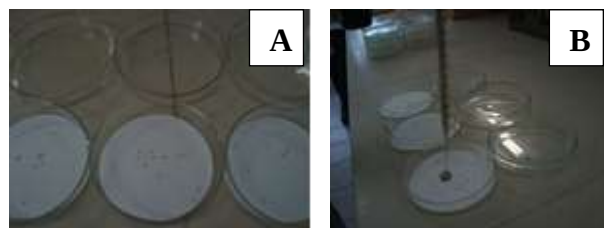




Figura 1: Mostra visualmente as etapas de desenvolvimento do bioensaio de toxicidade do lixiviado bruto antes e após tratamento com extratos de *Moringa oleífera* Lam com e sem casca. Placa de Petri com sementes (A), adição dos lixiviados com e sem tratamento nas placas de Petri (B E C), As placas foram tampadas vedadas com filme de PVC (D).

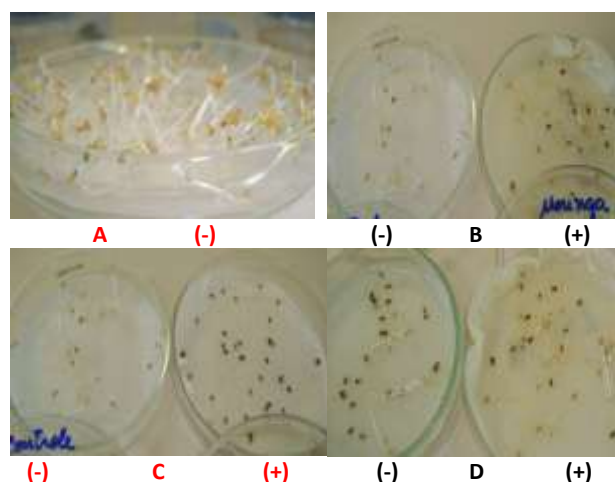
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão apresentados e discutidos os resultados dos efeitos da toxicidade do lixiviado bruto antes e após tratamento com extrato da *Moringa oleífera* Lam na germinação de sementes de *Lactuca sativa* L e na análise bacteriológica de coliformes totais e fecais.

3.1 Germinação de sementes de *Lactuca sativa* L.

A Figura 2 mostra a germinação da semente de alface - *Lactuca sativa* L. e o efeito da toxicidade do lixiviado bruto antes e após tratamentos com os extratos de *Moringa oleífera* Lam. O lixiviado bruto é o mais tóxico, pois visualmente teve inibição de germinação. Diferentemente ocorreu aos extratos de *Moringa oleífera* Lam com e sem casca e do lixiviado bruto após tratamento, o comprimento relativo da radícula e da raiz para as sementes germinadas no lixiviado bruto com extrato de *Moringa oleífera* Lam foram menores do que para as sementes germinadas na solução controle.

Figura 2 – Placas de Petri com os controles negativo (A) e controle negativo (Alface) e positivo (EXTMO) (B), mostra visualmente a germinação do controle negativo a inibição da germinação das sementes de Alface com lixiviado bruto 4 (C), placas de Petri com a germinação da Alface em LBEMC, LBEMS (D).



Na Tabela 1 são apresentados os resultados que expressam a porcentagem de inibição e germinação das sementes de Alface - *Lactuca sativa* L. com lixiviado bruto antes e após tratamento com extratos de *Moringa* com e sem casca.

Tabela 1 – Germinação das Sementes de Alface *Lactuca sativa* L. com lixiviado bruto antes e após tratamento com extratos de *Moringa* com e sem casca.

Inibição		da Germinação		
Controle	LB4	ExtMo-	LBEMC-	LBEMS-
Negativo		37,5g	37,5g	37,5g
97%	0,0%	8%	9%	10%

LB4=Lixiviado bruto; **EXTMO**= Extrato de *Moringa* ;**LBEMC** = Lixiviado bruto com *Moringa* com casca; **LBEMS**=Lixiviado bruto com *Moringa* sem casca;

Resultados do controle negativo composto por água destilada apresentou 97% de germinação com crescimento de 3,8 cm da raiz confirmando a autenticidade do método (CRUZ et al 2013). O lixiviado bruto apresentou toxicidade (0,0 %), o controle positivo com extrato de *Moringa* apresentou 8% de germinação, já o lixiviado bruto após tratamento com extrato de *Moringa* apresentaram germinação da Alface demonstrando que os extratos de *Moringa* com e sem casca reduzem a toxicidade do lixiviado bruto, mesmo apresentado um percentual (9% e 10%) inferior ao das sementes Alface germinadas em água destilada (controle – 97%), se for comparado com os resultados obtidos com lixiviado bruto antes da tratabilidade (0,0 %) representados na Tabela 1.

3.2 Análise bacteriológica de Coliformes Totais e Fecais.

A Tabela 2 é apresentada os resultados das análises microbiológicas do lixiviado bruto antes e após tratamento com extratos de *Moringa oleífera* com e sem casca. Grande parte dos micro-organismos presentes no lixiviado está ligada às partículas em suspensão. No grupo de coliformes totais podem estar presentes agentes patogênicos, como bactérias do gênero *Klebsiella*, *Escherichia* e *Enterobactérias* (BAUMGARTEN e POZZA, 2001).

Tabela 2 Resultados das análises microbiológicas do lixiviado bruto antes e após tratamento com extratos de *Moringa oleífera* Lam com e sem casca.

Dosagem do extrato	CT (NMP/100ml)	Morte %	CF (NMP/100ml)	Morte %
LB4	$3,1 \times 10^6$		$7,8 \times 10^5$	
LBEMC 37,5g/L	$1,6 \times 10^4$	99,48	$1,6 \times 10^4$	97,94
LBEMS 37,5g/L	$9,2 \times 10^3$	99,70	$9,2 \times 10^3$	98,82

LB4 = Lixiviado bruto; **LBEMC** = Lixiviado bruto com *Moringa* com casca; **LBEMS** = Lixiviado bruto com *Moringa* sem casca; **CT** – Coliformes Totais; **CF** – Coliformes Fecais.

Para os parâmetros coliformes totais e fecais, o extrato da semente da *Moringa oleífera* foi eficaz na morte (eliminação) de coliformes fecais e totais no lixiviado bruto e tratado, houve morte de 98 e 99%, conforme Tabela 2. Coliformes fecais são decorrentes de poluição por efluentes domésticos, Os indicadores microbianos servem para avaliar as condições sanitárias e também são indicadores de que pode haver outros tipos agentes patogênicos no lixiviado. Verifica-se que houve significativa eficiência de eliminação dos teores de coliformes fecais e totais do lixiviado de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos. A eficiência foi maximizada utilizando-se concentração 37,5g/L no tempo de 120 min de contato.

CONCLUSÕES

Os testes de toxicidade utilizando sementes de *Lactuca sativa* L demonstraram ser uma ótima metodologia para verificação da presença de substâncias tóxicas, sendo de baixo custo, rápida execução e alta sensibilidade. O lixiviado

bruto é o mais tóxico em relação aos extratos de *Moringa oleífera* Lam com e sem casca para tratabilidade do lixiviado bruto. Os resultados indicam que o lixiviado bruto apresenta toxicidade e após o tratamento biológico com extrato de *Moringa oleífera* Lam pelo processo de coagulação / floculação / sedimentação essa toxicidade é reduzida. Há uma eficiência média de 99% de remoção de Coliformes Totais, Coliformes Fecais quando se utiliza com a concentração da semente de *Moringa oleífera* Lam com 37,5g/L.

AGRADECIMENTOS

A Deus autor da vida.

A todos da Administração do aterro CTR candeias.

Ao CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF - WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. **Washington:** APHA/AWWA/WEF, 2005. 1268 p.
- BAUMGARTEN, M. G.; POZZA, S. A. (2001) Qualidade de águas. Descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Ed. FURG, 166p.
- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. Horticultura Brasileira, v. 22, p.295-299. 2004.
- BORBA, L. Viabilidade do Uso da *Moringa Oleífera* Lam no Tratamento Simplificado de Água para Pequenas Comunidades. Dissertação (Mestrado). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2001.
- CRUZ, JAQUELINE MATOS. Avaliação ecotoxicológica da biodegradação utilizando inóculo enriquecido com *Bacillus subtilis* em solo contaminado com petróleo, diesel e biodiesel -

- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro Rio Claro, 2013 68 f.
- GARCIA, J. C. Degradação fotocatalítica artificial e solar de efluentes têxteis por processos oxidativos avançados TiO₂. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Paraná. 2006.
- GARCIA, J. C.; SIMIONATO, J. I.; ALMEIDA, V. C.; PALÁCIO, S. M.; ROSSI, F. L.; SCHNEIDER, M. V.; DE SOUZA, N. E.. Evolutive follow-up of the photocatalytic degradation of real textile effluents in TiO₂ and TiO₂/H₂O₂ systems and their toxic effects on *Lactuca sativa* seedlings. Journal of the Brazilian Chemical Society, 20: 1589-1597. 2009
- GHEBREMICHAEL, K. A. et al. A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringa oleifera* seed. Water Research, v. 39, n.1, p. 2338-2344, 2005.
- MASSAI, L. R.; RIBEIRO, C. A.; MASSAI, L. R. D. Tratamento do chorume de aterros sanitários, por precipitação química, com hidróxido de sódio e álcool etílico. 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica. Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUC. Cusco. 2007.
- MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with *Moringa oleifera* seeds. Water Research. v.29, n.12, p. 2689- 2695, 1995.
- NDABIGENGESERE, A.; SUBBA NARASIAH, K. Quality of water treated by coagulation using moringa oleifera seeds. Water Research, v.32, p.781-791, 1998.
- NISHI, L.; MADRONA, G. S.; GUILHERME, A. L. F. VIEIRA, A. M. S.; ARAÚJO, A. A.; UGRI, M. C. B. A.; BERGAMASCO, R. Cyanobacteria removal by coagulation/flocculation with seeds of the natural coagulant *Moringa oleifera* Lam. Chemical Engineering Transactions. v. 24, 2011.
- OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution. Water Research. v.35, n.2, p. 405-410, 2000.
- OLIVEIRA, C. F. R.; LUZ, L. A.; PAIVA, P. M. G.; COELHO, L. C. B. B.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. Evaluation of seed coagulant *Moringa oleifera* lectin (cMoL) as a bioinsecticidal tool with potential for the control of insects. Process Biochemistry . v. 46, p. 498-504, 2011.
- PAIVA, P. M. G.; SANTANA, G. M. S.; SOUZA, I. F. A. C.; ALBUQUERQUE, L. P.; AGRA-NETO, A. C.; ALBUQUERQUE, A. C.; LUZ, L. A.; NAPOLEÃO, T. H.; COELHO, L. C. B. B. Effect of lectins from *Opuntia ficus indica* cladodes and *Moringa oleifera* seeds on survival of *Nasutitermes corniger*. International Biodeterioration & Biodegradation. v. 65, p. 982-989, 2011.
- PATERNIANI, J.E.S.; MANTOVANI, M.C.; SANT'ANNA, M.R. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.13, n.6, p.765-771, 2009
- PRITCHARD, M.; CRAVEN, T.; MKANDAWIRE, T.; EDMONDSON, A.S.; O'NEILL, J.G. A study of the parameters affecting the effectiveness of *Moringa oleifera* in drinking water purification. Physics and Chemistry of the Earth, v.35, p.791-797, 2010.
- RAMOS, R. O. Clarificação de água com turbidez baixa e cor moderada utilizando sementes de *Moringa oleifera*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 248 f. 2005.
- U.S. Environmental Protection Agency, EPA, a Food and Drug Administration, FDA e pela Organization for Economic Cooperation and Development. Web site: <http://www.epa.gov/pesticides/tolerance/reassessment.htm>. Acessado em agosto de 2014.
- WILKE, B. M.; RIEPERT, F.; KOCH, C.; KÜHNE, T. Ecotoxicological characterization of hazardous wastes. Ecotoxicology and Environmental Safety, v.70, p.283-293, 2008
- WISZNIOWSKI, J., ROBERT, D., SURMACZ-GORSKA, J., MIKSCH, K., WEBER, J. V. Landfill leachate treatment methods: A review. Environmental Chemistry Letters, v. 4, p.51-61, 2006.
- YERUSHALMI, L. ROCHELEAU, S. CIMPOIA, R. SARRAZIN, M. SUNAHARA, G. PEISAJOVICH, A. LECLAIR, G. GUIOT, S.R. Enhanced biodegradation of petroleum hydrocarbons in contaminated soil. Bioremediation Journal, vol 7: 37-51, 2003.
- ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. 2008. Ecotoxicologia aquática: Princípios e aplicações. São Carlos: RiMa, 2008.