

Eixo Temático ET-07-011 - Tratamento de Efluentes Sanitários e Industriais

## **AVALIAÇÃO DE REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE NO TRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO**

Elaine Gurjão de Oliveira<sup>1</sup>; Valderi Duarte Leite<sup>2</sup>; Alinne Gurjão de Oliveira<sup>3</sup>; Maria Virgínia da Conceição Albuquerque<sup>4</sup>; Raquel Lima Fernandes<sup>5</sup>.

Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Ciências e Tecnologia. Av. Juvêncio Arruda, S/N. Bairro Universitário, Campina Grande-PB (CEP 58109-790). <sup>1</sup>Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, Doutoranda em Engenharia Ambiental - Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: elaine\_gurjao@hotmail.com; <sup>2</sup>Engenheiro Químico, Mestre em Engenharia Civil, Doutor em Hidráulica e Saneamento, Professor Associado A, DESA/CCT/UEPB; <sup>3</sup>Bióloga, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba; <sup>4</sup>Bióloga, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental - Universidade Estadual da Paraíba; <sup>5</sup>Engenheira Sanitarista e Ambiental, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba.

### **RESUMO**

Lixiviado de aterro sanitário é um líquido altamente poluidor, devido à elevada concentração de nitrogênio amoniacal, de matéria orgânica e de compostos orgânicos de difícil biodegradação. Tais características inviabilizam seu lançamento “in natura” em corpos hídricos. O tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário mais esgoto doméstico apresenta-se como alternativa ao tratamento de lixiviado de aterro sanitário, visando a diluição deste em esgoto doméstico, reduzindo sua elevada carga poluidora. O presente trabalho objetivou avaliar o processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário mais esgoto doméstico em reator UASB, aplicando-se carga orgânica volumétrica de 2,0 kgDQO/m<sup>3</sup>.dia e TDH de 18 horas. O sistema experimental foi instalado e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Brasil. O substrato utilizado para alimentação do reator era preparado diariamente e consistia da mistura de esgoto doméstico mais de lixiviado de aterro sanitário em proporções que propiciassem a formação de substrato com concentração média de DQO total de 1500 mg.L<sup>-1</sup>. O reator UASB apresentou remoções de DQO Total de 39%, DQO Filtrada de 24 %, mostrando-se pouco eficiente. Desse modo, é necessário um sistema de pós-tratamento, a fim de possibilitar a produção de efluente que atenda as normas vigentes quanto ao lançamento de efluente em corpos aquáticos, de acordo com o CONAMA 430/2011.

**Palavras-chave:** Águas residuárias; Tratamento conjugado; Reator UASB.

### **INTRODUÇÃO**

Lixiviado de aterro sanitário é o líquido proveniente da umidade natural dos resíduos aterrados, das águas infiltradas no aterro, e dos produtos da degradação

biológica dos resíduos (MORAVIA et al., 2011). Em geral, apresenta elevada carga orgânica, alta concentração de amônia e pode conter metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos, que propiciam certo grau de toxicidade (BRITO et al., 2012). Tais características inviabilizam seu lançamento “in natura” em corpos hídricos, devido ao possível impacto negativo que pode ocasionar tanto para o ecossistema local, quanto para a saúde pública (PEDROSO et al., 2012).

Para satisfazer as condições de lançamento do lixiviado nos corpos receptores, de acordo com Renou et al., (2008), se faz necessário tratamento adequado do mesmo, que pode ser físico, químico e biológico. Os processos de tratamentos biológicos têm sido estudados e aplicados na remoção da matéria orgânica, nitrogênio e metais pesados de lixiviados (MASSAROTTO, 2010). A biodegradação é realizada por microrganismos que podem degradar os compostos orgânicos formando dióxido de carbono e lodo, sob condições aeróbias, ou biogás sob condições anaeróbias (RENOU et al., 2008).

Ainda que os processos biológicos sejam amplamente empregados para o tratamento de lixiviado, segundo Lange et al. (2006) algumas dificuldades são observadas, principalmente, na possível inibição do crescimento microbiano em função dos metais pesados e elevadas concentrações de amônia nesses efluentes.

Visando a diminuir as dificuldades derivadas das variações de concentração e constituição dos lixiviados de aterro sanitário, e a dificuldade em se atingir parâmetros de lançamentos nos corpos hídricos (MANNARINO et al., 2011), o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário em estações de tratamento de esgoto doméstico (ETE) tem sido utilizado em vários países (MANNARINO et al. 2013).

O processo de tratamento conjugado objetiva a diluição do lixiviado em esgoto doméstico para minimizar o potencial poluidor do lixiviado de aterro sanitário. De acordo com Mahmoud *et al.* (2009), este é o método mais utilizado para redução da concentração dos poluentes de lixiviado de aterro sanitário, sendo muitas vezes preferido em função de sua fácil manutenção e dos baixos custos operacionais (RENOU *et al.*, 2008). Porém, deve-se estabelecer a proporção de lixiviado de aterro sanitário a ser adicionado, devido à presença de metais pesados e compostos orgânicos inibitórios, de baixa biodegradabilidade, que podem reduzir a eficiências de tratamento e aumentar as concentrações desses componentes nos efluentes das estações de tratamento (RENOU et al., 2008).

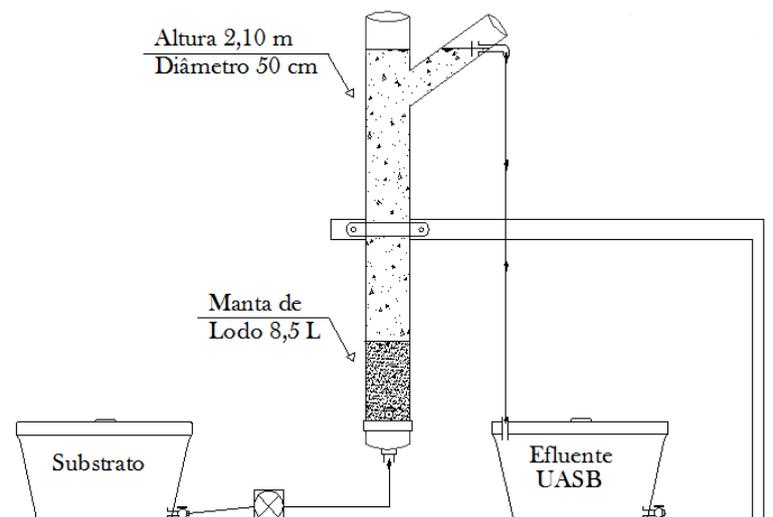
Desse modo, a realização desse trabalho objetivou avaliar o desempenho de reator UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo) para o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário, de forma a atender os padrões de descarte de efluentes em corpos aquáticos, estabelecido pela Resolução nº 430/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (Brasil, 2011).

## **OBJETIVO**

Avaliar o desempenho de reator UASB no processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), localizada no Bairro do Tambor na cidade de Campina Grande, PB. O sistema experimental é constituído de um reator UASB (reator anaeróbio de fluxo ascendente) construído com tubo de PVC, cujo volume corresponde a 42 L. A carga orgânica volumétrica (COV), aplicada ao reator UASB foi de 2 kg DQO/m<sup>3</sup>.dia, com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 18 horas. O substrato utilizado na alimentação da unidade de tratamento consiste na mistura de esgoto doméstico mais lixiviado de aterro sanitário pós-dessorção de nitrogênio amoniacal, sendo preparado diariamente o volume de substrato necessário para a alimentação contínua dos reatores. A mistura líquida das águas residuárias/lixiviado era feita para que se obtenha uma concentração média de DQO de 1.500 mg.L<sup>-1</sup>. Os parâmetros rotineiramente monitorados foram: pH, alcalinidade total, ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal, DQO total e filtrada; utilizando-se para tal os métodos analíticos preconizado por APHA (2012). A Figura 1 apresenta a planta baixa do sistema de tratamento experimental.



**Figura 1.** Planta baixa do sistema experimental.

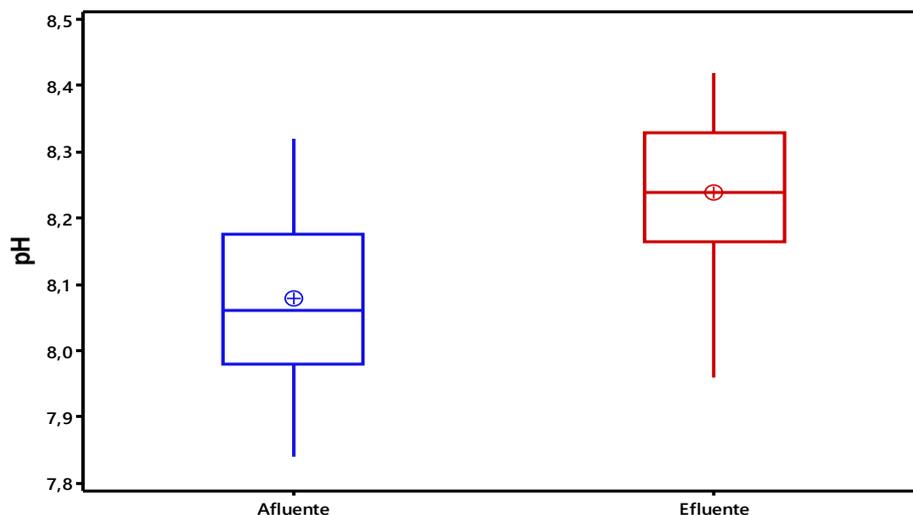
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os dados de caracterização do lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico utilizados na preparação do substrato.

**Tabela 1.** Caracterização física e química do lixiviado *in natura* do aterro sanitário e do esgoto doméstico utilizados na preparação do substrato.

Parâmetro	Lixiviado <i>in natura</i>	esgoto doméstico
pH	7,9	7,2
AT (g CaCO <sub>3</sub> /L)	9054	340
AGV (g H-Ac./L)	3318	109
Sólidos Totais (mg/L)	21794	968
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	6261	443
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	952	175
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	469	161
DQO total (mgO <sub>2</sub> /L)	19672	540
DQO solúvel (mgO <sub>2</sub> /L)	11448	165
DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)	7021	190
Nitrogênio Total de Kjeldhal	2383	76
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	2177	49
Fósforo (mg/L)	11,2	6,6
Ortofosfato (mg/L)	6,6	4,0

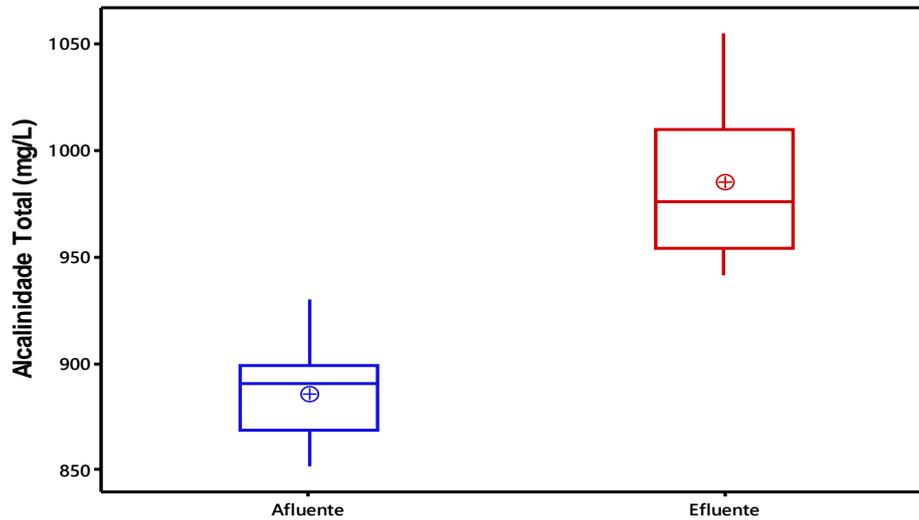
Na Figura 2, apresenta-se o comportamento do pH do substrato e do efluente do reator UASB.

**Figura 2.** Comportamento da variação do pH no sistema de tratamento.

Analisando o comportamento do potencial hidrogeniônico do substrato que é o afluente do reator UASB, pode-se constatar que o pH variou de um mínimo 7,83 a 8,33, apresentando valor médio correspondente a 8,05. Essa variação no pH do substrato e o alto valor encontrado, está relacionado ao processo de dessorção de nitrogênio amoniacal ao qual o lixiviado é submetido. No reator UASB, pode-se observar aumento de pH, atingindo valor médio correspondente a 8,24. Este aumento de pH é justificado

pela atividade das metanogênicas, que produzem alcalinidade na forma de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), amônia e bicarbonato.

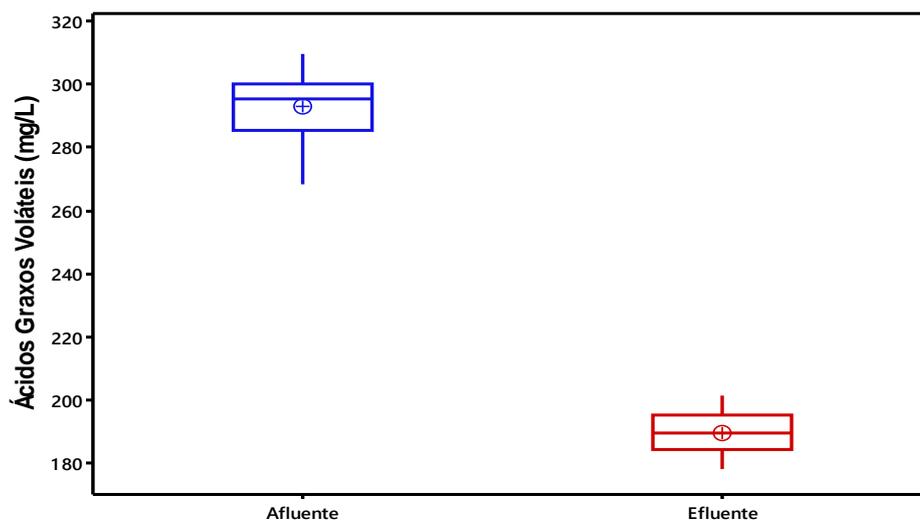
Na Figura 3 apresenta-se o comportamento do perfil da concentração de alcalinidade total.



**Figura 3.** Perfil da concentração de alcalinidade total no sistema de tratamento.

A alcalinidade total está relacionada com a capacidade de tamponamento do meio, evitando variações bruscas do pH. A alcalinidade total presente em águas residuárias está relacionada a presença de íons carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e hidroxila ( $\text{OH}^-$ ). A concentração média da alcalinidade total no substrato foi de  $886 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$  havendo aumento para  $985 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Esse aumento de alcalinidade no reator anaeróbico deve-se ao processo de amonificação.

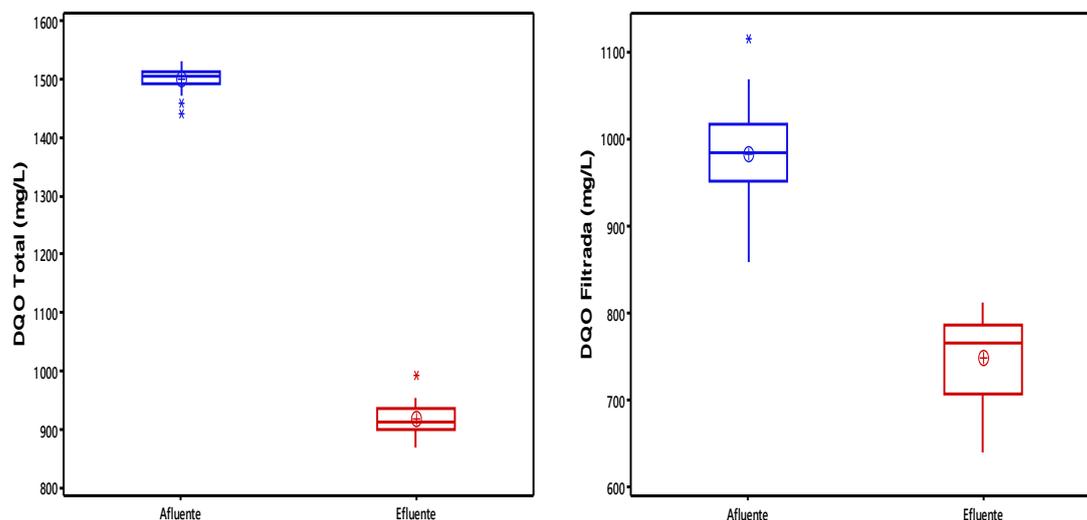
O comportamento do perfil da concentração de ácidos graxos voláteis é apresentado na Figura 4.



**Figura 4.** Perfil da concentração de ácidos graxos voláteis no sistema de tratamento.

Analisando o comportamento do gráfico na Figura 4 pode-se constatar que a concentração média de ácidos graxos voláteis no afluente era de  $293 \text{ mgHAc.L}^{-1}$  sendo reduzida para  $190 \text{ mgHAc.L}^{-1}$ , com eficiência de remoção de 35%. Esta diminuição da concentração deve-se a assimilação dos ácidos graxos pela biomassa metanogênica, e, conseqüentemente, conversão a metano, e reflete uma condição de estabilidade do reator.

Os dados da concentração da DQO total e filtrada são apresentados na Figura 5.

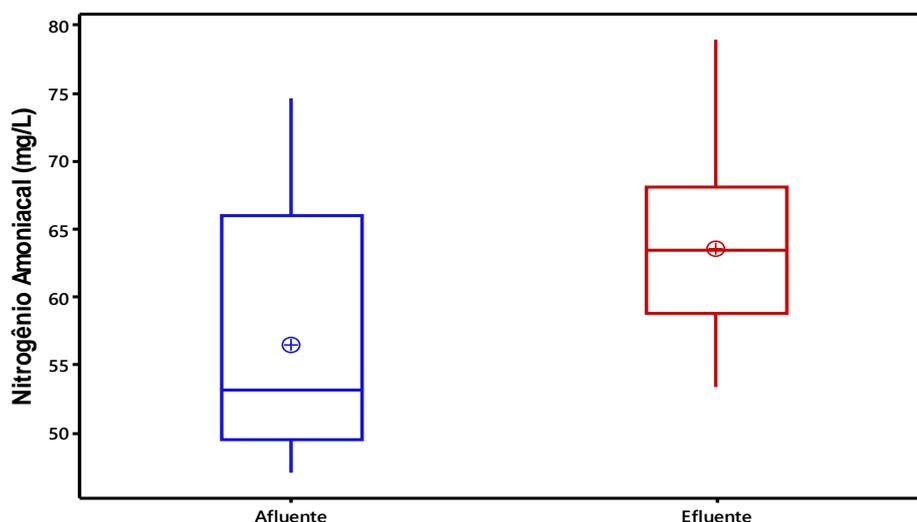


**Figura 5.** Perfil da concentração de DQO total e filtrada no sistema de tratamento

Analisando os dados obtidos ao longo do monitoramento do sistema experimental, apresentados na figura 5 verificou-se que a eficiência de remoção da DQO total foi de 39%. Desse modo, o efluente ainda apresenta concentrações de DQO total alta, correspondendo a  $918 \text{ mg.L}^{-1}$ . Com relação a DQO filtrada, observa-se que a

eficiência de remoção do sistema foi de apenas 24%. O valor médio do afluente foi de  $982 \text{ mg.L}^{-1}$  passando a obter efluente com concentração média de  $\text{mg.L}^{-1}$ . A eficiência média de remoção de DQO filtrada foi inferior à remoção de DQO total, indicando possivelmente que a maior parte de matéria orgânica removida do sistema estivesse em suspensão ou fosse sedimentável.

O perfil da concentração de nitrogênio amoniacal é apresentado na Figura 6.



**Figura 6.** Perfil da concentração de nitrogênio amoniacal no sistema de tratamento.

A concentração do  $\text{N-NH}_4^+$  apresentou pequeno aumento, tendo valor médio afluente de  $56,47 \text{ mgN.L}^{-1}$  passando a produzir efluente final com concentração de  $63,57 \text{ mgN.L}^{-1}$ . Tal comportamento está relacionado ao processo de amonificação ocorrido no reator UASB, havendo a decomposição de compostos orgânicos nitrogenados presentes no lixiviado.

## CONCLUSÕES

O processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico em reator UASB obteve remoções de AGV de 35%, DQO Total de 39%, DQO Filtrada de 24 %, mostrando-se pouco eficiente. Desse modo, é necessário um sistema de pós-tratamento, a fim de possibilitar a produção de efluente que atenda as normas vigentes quanto ao lançamento de efluente em corpos aquáticos, de acordo com o CONAMA nº 430/2011.

## REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**, 19. Washington: APHA, AWWA, WPCF, 2012.

BRASIL. Leis, decretos etc. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Ministério do Meio Ambiente. 2011.

BRITO, G. C. B.; AMARAL, M. C. S.; LANGE, L. C.; PEREIRA, R. C. A.; SANTOS, V. L.; MACHADO, M. Treatment of landfill leachate in membranes biorreactor with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). **Procedia Engineering**, v. 44, p. 934-938, 2012.

LANGE, L. C., ALVES, J. F., AMARAL M. C. S.; MELO, W. R. Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por processo oxidativo avançado empregando reagente de fenton. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 2, p. 175-183, 2006.

MAHMOUD, N.; AL-JAMAL, W. Community onsite treatment of cold strongsewage in a UASB-septic tank. Institute of Environmental and Water Studies (IEWS), Birzeit University, P.O. Box 14, Birzeit, The West Bank, Palestine. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 1061-1068, 2009.

MANNARINO, C. F.; MOREIRA, J. C.; FERREIRA, J. A.; ARIAS, A. R. L. Avaliação de impactos do efluente do tratamento combinado de lixiviado de aterro de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico sobre a biota aquática. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 11, p. 3235-3243, 2013.

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; MOREIRA, J. C. Tratamento combinado de lixiviado de aterros de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico como alternativa para a solução de um grave problema ambiental e de saúde pública: revisão bibliográfica. **Cad. Saúde Colet.**, v. 19, n. 1, p. 11 - 19, 2011.

MASSAROTTO, W. L. **Avaliação de tecnologias para tratamento de lixiviados de aterros sanitários**. Ribeirão Preto: Universidade de Ribeirão Preto, 2010. (Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental).

MORAVIA, W. G.; LANGE, L. C.; AMARAL, M. C. S. Avaliação de processo oxidativo avançado pelo reagente de fenton em condições otimizadas no tratamento de lixiviado de aterro sanitário com ênfase em parâmetros coletivos e caracterização do lodo gerado. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1370-1377, 2011.

PEDROSO, K.; TAVARES, C. R. G.; JANEIRO, V.; SILVA, T. L.; DIAS, P. Z. Avaliação do tratamento do lixiviado do aterro sanitário de Maringá, Paraná, por processo de coagulação/floculação com Tanfloc SG. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 87, 2012.

RENOU, S.; GIVAUDAN, J. G.; POULAIN, S.; DIRASSOUYAN, F.; MOULIN, P. Landfill leachate treatment: review and opportunity. **Journal of Hazardous Materials**, n. 150, p. 468–493, 2008.