

II-140 – TRATAMENTO CONJUGADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO RASAS

Elaine Gurjão de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestranda em Ciências e Tecnologia Ambiental na Universidade Estadual da Paraíba.

Valderi Duarte Leite

Engenheiro Químico. Mestre em Engenharia Civil e Doutor em Engenharia Civil. Prof. do DESA/CCT/UEPB

Raquel Lima Fernandes

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Bolsista de IC/CNPq/UEPB

Mariah de Sordi

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Bolsista de IC/CNPq/UEPB

Alinne Gurjão de Oliveira

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Ciências e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba.

Endereço⁽¹⁾: Rua Maria Gomes de Sousa, 142 – Dinamérica – Campina Grande - PB - CEP: 58432-448 - Brasil -- e-mail: elaine_gurjao@hotmail.com

RESUMO

O tratamento conjugado entre lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário surge como alternativa para o tratamento de lixiviados de aterro sanitário. Consiste em diluir o lixiviado no esgoto, reduzindo as elevadas concentrações de matéria orgânica e nitrogênio amoniacal. O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de lagoas de estabilização rasas no processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. O sistema experimental foi projetado, construído e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba, na cidade de Campina Grande (PB), Brasil, constituindo-se de quatro lagoas de estabilização rasas em série, sendo uma lagoa facultativa, seguida de três lagoas de maturação. Foi preparado diariamente, o volume necessário de substrato, a partir da mistura de 1% de lixiviado de aterro sanitário, *in natura*, mais 99% de esgoto sanitário, utilizado para a alimentação da série de lagoas de estabilização. A eficiência média de remoção de DQO_{Total} , $DQO_{Filtrada}$, DBO_5 e $N-NH_4^+$ foram de 49%, 62%, 71% e 80% respectivamente. Constatou-se ainda que os parâmetros pH, DBO_5 e $N-NH_4^+$, se enquadram aos padrões estabelecidos pelo CONAMA 430/2011, para descarte de efluentes de sistema de tratamento de esgoto sanitário em corpos aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento conjugado, lixiviado, aterro sanitário, esgoto sanitário, lagoas de estabilização.

INTRODUÇÃO

O lixiviado de aterro sanitário é o líquido proveniente da umidade natural e água de constituição presentes na matéria orgânica dos resíduos, dos produtos da degradação biológica dos materiais orgânicos presentes e da água de infiltração na camada de cobertura e interior das células de aterramento, somado a materiais dissolvidos ou suspensos extraídos da massa de resíduos (MORAVIA, 2011).

O tratamento do lixiviado de aterro sanitário é tido ainda como um grande desafio. A busca por alternativas de tratamento proporcionou o desenvolvimento do tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário com esgoto sanitário. Consiste na diluição do lixiviado em esgoto sanitário, objetivando a adequação das características do lixiviado à passividade de tratamento biológico.

Segundo Keffala et al.(2012) as lagoas de estabilização são consideradas a primeira escolha para o tratamento de águas residuárias em muitas partes do mundo. São os processos mais simples, de baixo custo e manutenção, utilizadas para o tratamento de águas residuárias (MOZAHEB et al., 2010).

Martins et al.(2010) afirmam que para o tratamento de lixiviados de aterros sanitários utiliza-se com frequência sistemas de lagoas em série (anaeróbia, facultativa, maturação).

Diante do exposto, o presente trabalho de pesquisa objetiva avaliar o desempenho de lagoas de estabilização rasas no processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico na região nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na cidade de Campina Grande - PB, nas instalações da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgoto Sanitário – EXTRABES, pertencente à Universidade Estadual da Paraíba. O sistema experimental é constituído por quatro lagoas de estabilização rasas, construídas em alvenaria com interconexões de tubos de PVC, que permitem a passagem do efluente de uma lagoa para outra, sendo uma lagoa facultativa (LF), seguida de três lagoas de maturação (LM1, LM2 e LM3).

Os parâmetros rotineiramente monitorados foram: pH, DBO₅, DQO total e filtrada; alcalinidade total, ácidos graxos voláteis, fósforo total e ortofosfato, utilizando-se para tal os métodos analíticos preconizado por APHA (2005). A carga superficial aplicada (*15*) foi de 400 kgDBO₅/ha.dia com substrato constituído por 99% de esgoto sanitário mais 1% de lixiviado de aterro sanitário (percentagem em volume).

O esgoto doméstico utilizado para preparação do substrato foi coletado no emissário leste do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande (PB), que atravessa no sentido longitudinal o Laboratório de Saneamento Ambiental da EXTRABES. O lixiviado foi proveniente do aterro sanitário metropolitano da cidade de João Pessoa - PB, localizado no Engenho de Mussurê no Distrito Industrial.

Na Figura 1 apresenta-se a planta baixa do sistema experimental e na Tabela 1 são apresentados os parâmetros físicos das lagoas de estabilização.

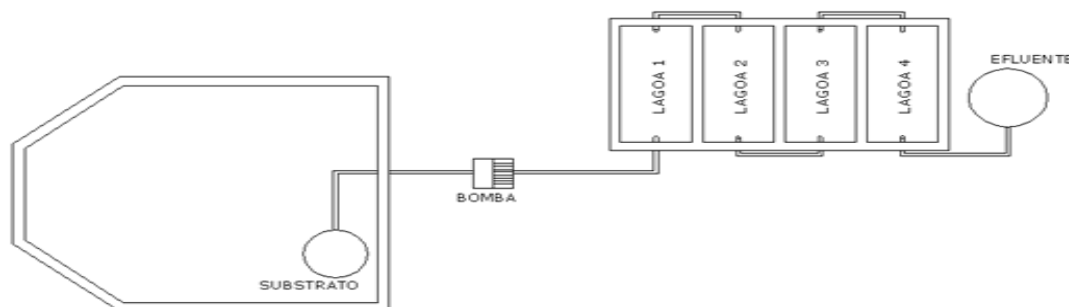


Figura 1: Planta baixa do sistema experimental.

Tabela 1: Dados dos parâmetros físicos das quatro lagoas de estabilização rasas.

Lagoas	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
LF	2,05	1,00	0,56	2,05	1,148
LM1	2,05	1,00	0,55	2,05	1,127
LM2	2,05	1,00	0,54	2,05	1,107
LM3	2,05	1,00	0,53	2,05	1,086

RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentados os dados das magnitudes advindos da caracterização química do substrato utilizado para alimentar os reatores durante todo o período de monitoramento.

Tabela 2: Magnitude dos dados da caracterização química do substrato utilizado na alimentação da série de lagoas de estabilização rasas.

Parâmetros	Unidades	Valores médios
pH	-	7,3
Alcalinidade Total	mgCaCO ₃ .L ⁻¹	435
Ácidos Graxos Voláteis	mgH-Ac.L ⁻¹	134
DQO _{Total}	mgO ₂ .L ⁻¹	618
DQO _{Filtrada}	mgO ₂ .L ⁻¹	185
DBO ₅	mgO ₂ .L ⁻¹	230
Nitrogênio Amoniacal	mgN.L ⁻¹	76
Fósforo Total	mgP.L ⁻¹	5,3
Ortofosfato	mgP.L ⁻¹	3,6

Na Figura 2, apresenta-se o comportamento da evolução temporal do pH do substrato e dos efluentes da série de lagoas de estabilização.

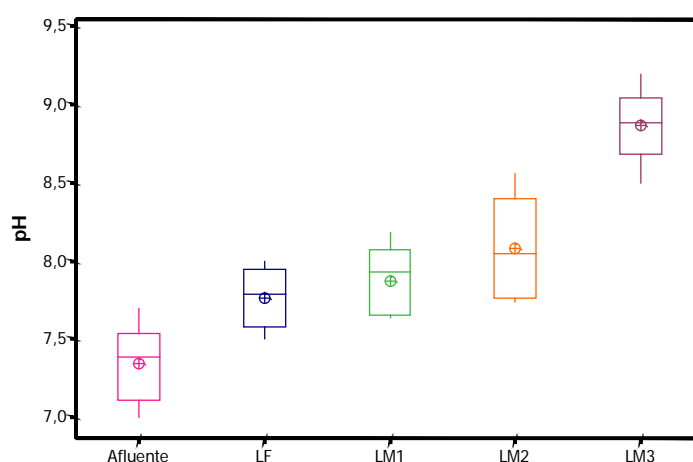


Figura 2: Comportamento da variação temporal do pH nos efluentes da série de lagoas de estabilização.

A elevação crescente do pH ao longo da série de lagoas de estabilização está associado à atividade das algas que, através do processo fotossintético consomem o CO_2 presente no meio líquido, propiciando a liberação de radicais OH^- e a consequente elevação do pH. O valor médio do pH do afluente obtido corresponde a 7,3 elevando-se para 8,9 no efluente do sistema.

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

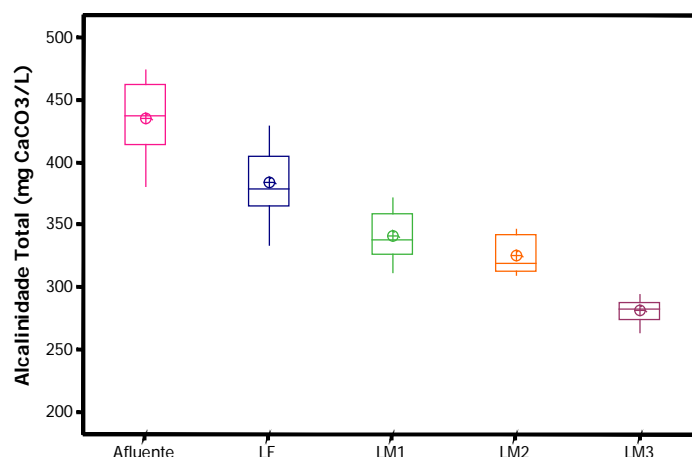


Figura 3: Perfil da concentração da alcalinidade total na série de lagoas de estabilização.

A alcalinidade total é constituída por espécies químicas que poderão contribuir para o tamponamento dos processos biológicos de tratamento de resíduos, evitando variações bruscas do pH. Geralmente as espécies químicas mais presente nas águas residuárias são os íons HCO_3^- , carbonatos (CO_3^{2-}) e OH^- . Neste trabalho a concentração média da alcalinidade total no substrato era de $435 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$ e foi reduzida para $281 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$, propiciando eficiência média de redução de 35,4%.

O comportamento do perfil da concentração de ácidos graxos voláteis na série de lagoas de estabilização monitorada é apresentada na Figura 4.

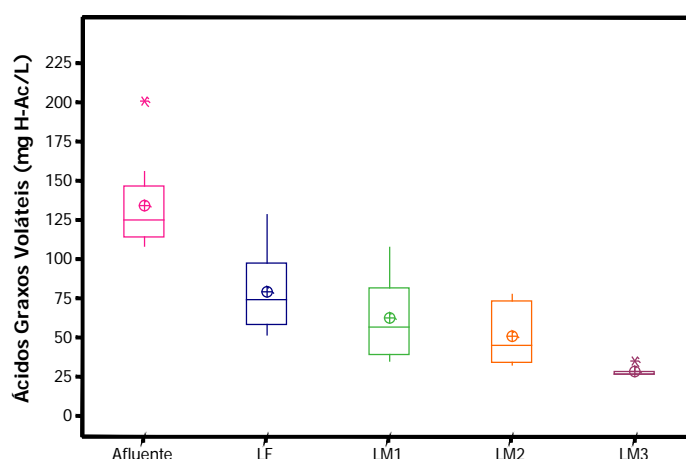


Figura 4: Perfil da concentração dos ácidos graxos voláteis na série de lagoas de estabilização.

No substrato a concentração média de ácidos graxos voláteis era de $134 \text{ mgHAc} \cdot \text{L}^{-1}$ e foi reduzida no efluente da última lagoa para $28 \text{ mgHAc} \cdot \text{L}^{-1}$, com eficiência de redução de 79%.

Os dados da concentração da DQO total do substrato e dos efluentes de cada lagoa de estabilização da série monitorada são apresentados na Figura 5.

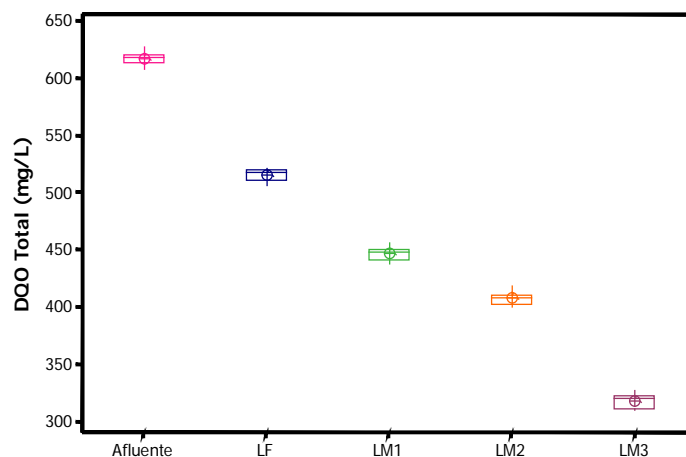


Figura 5: Perfil da concentração da DQO total na série de lagoas de estabilização.

A eficiência de remoção da DQO total foi de 49%, para a carga superficial aplicada de 400kgDBO₅/ha.dia. Isto significa que o efluente final ainda apresenta concentração de DQO total de 317mgO₂.L⁻¹ e que pode ser considerada relativamente alta.

Na Figura 6 apresenta-se o comportamento da concentração de DQO filtrada do substrato e dos efluentes da série de lagoas de estabilização.

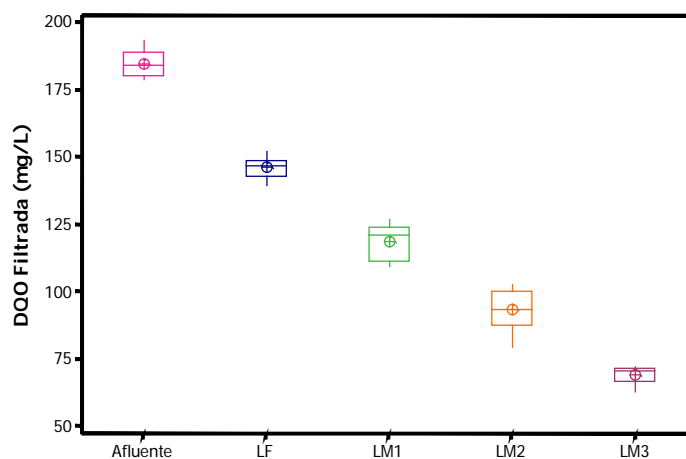


Figura 6: Perfil da concentração da DQO filtrada na série de lagoas de estabilização.

Analisando os dados de DQO filtrada, observou-se que o valor médio afluente foi de 185 mg.L⁻¹, reduzindo a 71 mg.L⁻¹ na LM3, apresentando eficiência de remoção de 62 %, durante o período de monitoramento.

Na Figura 7 apresenta-se o perfil da concentração da DBO₅ na série de lagoas de estabilização monitoradas.

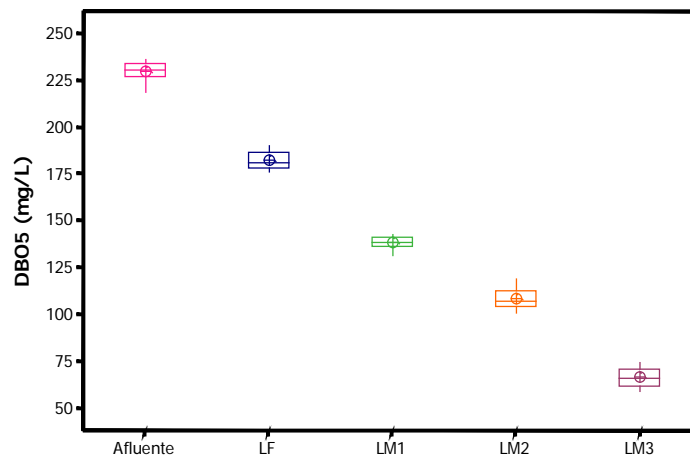


Figura 7: Perfil da concentração da DBO₅ na série de lagoas de estabilização.

A concentração média de DBO₅ do substrato era de 230mgO₂.L⁻¹ e no efluente da última lagoa de estabilização da série, a concentração de média foi de 66 mgO₂.L⁻¹, com percentual de remoção de 71%.

O perfil da concentração de nitrogênio amoniacal na série de lagoas de estabilização é apresentado na Figura 8.

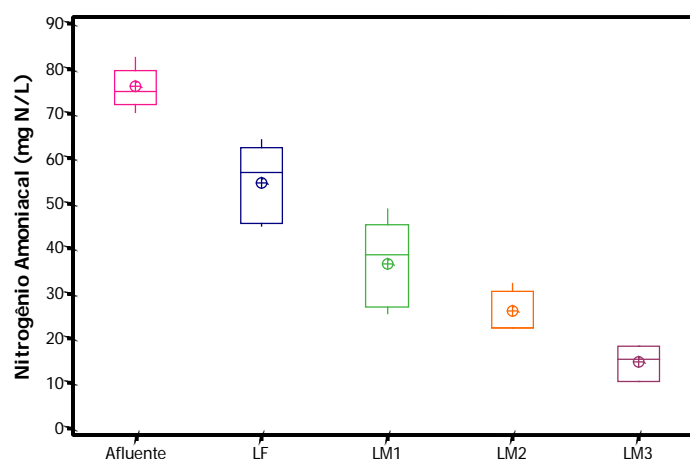


Figura 8: Perfil da concentração de nitrogênio amoniacal na série de lagoas de estabilização.

A concentração do N-NH₄⁺ apresentou tendência de decaimento, tendo valor médio afluente de 76mgN.L⁻¹ passando a produzir efluente final com concentração de 15 mgN.L⁻¹, com eficiência de remoção de 80%. Esta eficiência está associada ao processo de dessorção, haja vista a elevação do pH e a profundidade das lagoas.

O perfil da concentração de fósforo total na série de lagoas de estabilização é apresentado na Figura 9.

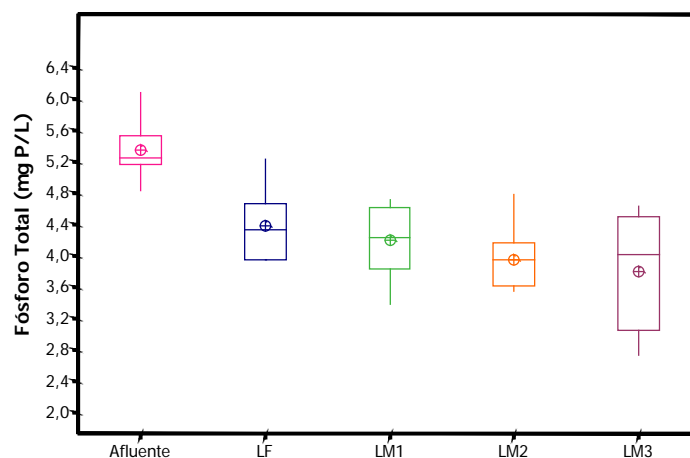


Figura 9: Perfil da concentração de fósforo total na série de lagoas de estabilização.

O comportamento da concentração de fósforo total na série de lagoas não apresenta comportamento uniforme, conforme mostra a Figura 9. Observou-se o decaimento das concentrações de fósforo total até a LM2, havendo na LM3 uma pequena elevação nos níveis do mesmo. O valor médio afluyente foi de $5,3 \text{ mg.L}^{-1}$, passando a obter $3,8 \text{ mg.L}^{-1}$ na LM3.

O perfil da concentração de ortofosfato na série de lagoas de estabilização é apresentado na Figura 10.

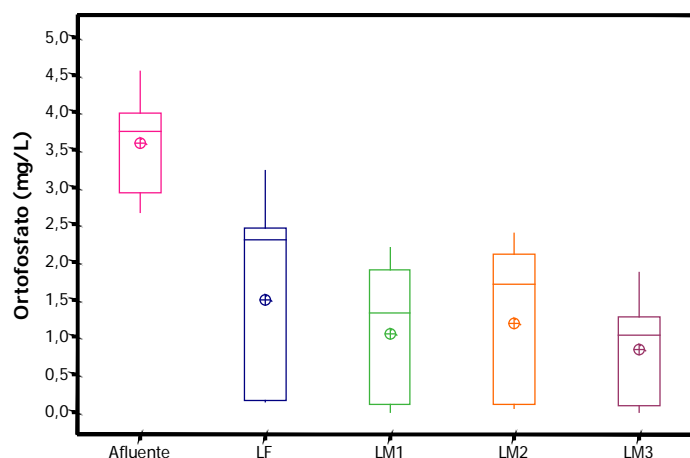


Figura 10: Perfil da concentração de ortofosfato na série de lagoas de estabilização.

Na Figura 10, observa-se que a concentração média de ortofosfato no afluyente foi de $3,58 \text{ mg.L}^{-1}$, reduzindo a $0,84 \text{ mg.L}^{-1}$. A partir desses valores pode-se contatar eficiência de remoção do sistema de 76,5%.

CONCLUSÕES

O processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico em lagoas de estabilização rasas mostrou-se uma alternativa viável e eficiente.

Pode-se destacar a eficiência do tratamento obtendo remoções de alcalinidade total de 35,4%, AGV de 79%, DQO total de 49 %, DQO Filtrada de 62 %, DBO_5 de 71%, N-NH_4^+ de 80%, fósforo de 28,3% e ortofosfato de 76,5%.



Quanto ao lançamento de efluente em corpos aquáticos, de acordo com o CONAMA 430/2011, os valores médios de DBO₅, N-NH₄⁺ e pH do efluente da série de lagoas de estabilização encontram-se dentro das condições padrões estabelecidas pela norma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA - American Public Health Association Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 19. WASHINGTON: APHA, AWWA, WPCF, 2005.
2. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 430 de 13 de maio de 2011**. Brasília, 2011
3. KEFFALA, C.; HARERIMANA, C. E VASEL, J. L. A review of the sustainable value and disposal techniques, wastewater stabilization ponds sludge characteristics and accumulation. Environ Monit Assess, v. 185, n. 1, p. 45-58, 2012.
4. MARTINS, C. L. M.; CASTILHOS JUNIOR, A. B.; COSTA, R. H. R. Desempenho de sistema de tratamento de lixiviado de aterro sanitário com recirculação do efluente. Rev. Eng. Sanitária e Ambiental, v.15, n.4, p. 401-410, 2010.
5. 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.
6. MOZAHEB, S. A., GHANEIAN, M. T., GHANIZADEH, G. H., FALLAHZADEH, M.; Evaluation of the Stabilization Ponds Performance for Municipal Wastewater Treatment in Yazd –Iran, Middle-East Journal of Scientific Research, v.6, n. 1, p. 76 – 82, 2010.