



REATOR UASB APLICADO AO TRATAMENTO CONJUGADO DE ESGOTO DOMÉSTICO E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO

Risoneide Borges da Silva (risoquimica@hotmail.com) - Universidade Estadual da Paraíba, R. Baraúnas, 351 - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500.

Elaine Gurjão de Oliveira (elaine_gurjao@hotmail.com) - Universidade Estadual da Paraíba

Alinne Gurjão de Oliveira (alinnegurjao@gmail.com) - Universidade Federal da Paraíba

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque (virginia.albuquerque@yahoo.com.br) - Universidade Estadual da Paraíba.

Valderi Duarte Leite (valderileite@uol.com.br) - Universidade Estadual da Paraíba.

Resumo: O presente trabalho objetivou avaliar a influência da carga orgânica volumétrica no tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico em reator UASB quanto à remoção de matéria orgânica. O substrato utilizado no tratamento consistia da mistura de 99% de esgoto doméstico mais 1% de lixiviado de aterro sanitário (percentagem em volume). A operação do sistema experimental foi dividida em duas etapas: na primeira etapa aplicou-se COV de 1,0 kgDBO₅/m³.dia e na segunda etapa, COV de 1,5 kgDBO₅/m³.dia. As eficiências médias de remoção de DQO total, DQO filtrada e DBO₅ foram, respectivamente, de 60%, 50% e 48% na primeira etapa, e de 70%, 58% e 63% na segunda etapa do monitoramento. Constatou-se ainda que o aumento de 0,5 kgDBO₅/m³.dia na carga orgânica aplicada ao reator UASB, da etapa 1 para a etapa 2, possibilitou maior eficiência de remoção do material orgânico.

Palavras-chave: lixiviado de aterro sanitário, esgoto doméstico, tratamento conjugado, UASB.

REACTOR UASB APPLIED TO TREATMENT CONJUGATE WASTEWATER AND LANDFILL LEACHATE.

Abstract: The present work aimed to evaluate the influence of volumetric organic load without conjugate treatment of landfill leachate and sewage in domestic UASB as for the removal of organic matter. The substrate used in the treatment consisted of mixing 99% of domestic sewage plus 1% landfill leachate (volume percentage). Operation of the experimental system was divided into two stages: the first stage was applied to VOC 1.0 kgDBO₅ / m³.dia and second stage, VOC 1.5 kgDBO₅/m³.dia. How efficiencies removal of total COD, the filtered COD and BOD₅ were, respectively, 60 %, 50 % and 48 % in the first stage, and 70%, 58% and 63 % in the second step to monitoring. If found further increased 0.5 kgDBO₅/m³.dia in applied organic load the UASB, step 1 to step 2, allowed increased removal efficiency to materials organic.

Keywords: landfill leachate, wastewater, combined treatment, UASB.



1. INTRODUÇÃO

O crescimento industrial e comercial, os avanços tecnológicos e a adoção de novos padrões de consumo contribuem para a crescente geração de resíduos sólidos. No Brasil, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), são coletadas diariamente cerca de 260 mil toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs), sendo destinados a aterros sanitários (27,7%), aterros controlados (22,5%) e lixões (50,8%).

A utilização de aterros gera ampla discussão acerca dos seus subprodutos gerados: o lixiviado e o biogás. O lixiviado é gerado a partir da percolação de águas pluviais através da massa de resíduos, dos processos bioquímicos que ocorrem no interior da célula do aterro e do teor de água inerente do próprio resíduo (Renou et al., 2008).

Lixiviado é o resíduo líquido constituído basicamente por compostos orgânicos e minerais que se encontram em sua maior parte em estado solúvel. Para Santos (2010), lixiviado de aterro sanitário é um líquido escuro e turvo, de odor desagradável, que apresenta em sua composição altos teores de compostos orgânicos e inorgânicos, liberados no processo de decomposição dos resíduos. Segundo Oman & Junestedt (2008), o lixiviado contém compostos de natureza orgânica e nitrogenada, os quais podem causar sérios problemas à saúde e ao meio ambiente, se lançados na natureza sem tratamento prévio.

A legislação brasileira a partir da resolução CONAMA 430/2011, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento dos efluentes, complementando e alterando a resolução 357/2005 a qual também dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Desta forma, para cumprir as legislações vigentes é necessário tratar os efluentes, de forma que os mesmos se enquadrem nos padrões da legislação vigente (Pedroso et al., 2012).

De acordo com Renou et al (2008), o tratamento convencional de lixiviado de aterro sanitário pode ser classificado em três grandes grupos: transferência de lixiviados (recirculação e tratamento combinado com esgoto doméstico), biodegradação (processos aeróbios e anaeróbios) e métodos físicos e químicos (oxidação química, adsorção, precipitação química, coagulação e floculação, sedimentação/flotação e air stripping). Destes, o tratamento biológico é geralmente o mais utilizado por ser um sistema confiável, simples e de baixo custo quando comparado com outras tecnologias.

A presença de elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal e matéria orgânica de difícil biodegradação limitam o tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário. Uma alternativa que vem sendo estudada é o tratamento conjugado com esgoto doméstico.

O processo de tratamento conjugado objetiva a diluição do lixiviado em esgoto doméstico para minimizar o potencial poluidor do lixiviado de aterro sanitário, e possibilitar seu tratamento biológico. Segundo Mahmoud et al., (2009), este é o método mais utilizado para redução da concentração de poluentes do lixiviado de aterro sanitário.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico em reator UASB, quanto à remoção de material orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O sistema experimental foi projetado, construído e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), pertencente a Universidade Estadual da Paraíba, localizada no bairro do tambor na cidade de Campina Grande (PB).

O sistema experimental foi projetado em escala piloto, sendo constituído de um reservatório de polietileno de 250L para armazenamento do substrato e de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), construído em PVC, com volume correspondente a 42L.

O substrato utilizado para alimentar o reator UASB consistia da mistura de 99% de esgoto doméstico mais 1% de lixiviado de aterro sanitário (percentagem em volume). O substrato era preparado diariamente e submetido à caracterização química com frequência semanal.

O esgoto doméstico utilizado na preparação do substrato foi coletado diariamente no interceptor leste do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande (PB).

O lixiviado utilizado foi coletado no aterro sanitário da região metropolitana da cidade de João Pessoa (PB), que está localizado no engenho Mussuré, no distrito industrial, a 5 km da BR-101, o qual recebe os resíduos do Consórcio de Desenvolvimento Intermunicipal da Região Metropolitana, constituído pelas cidades de Santa Rita, Bayeux, Cabedelo, Lucena, Conde, Cruz do Espírito Santo e João Pessoa. A coleta do lixiviado no aterro era feita a cada 45 dias. As características do esgoto doméstico e do lixiviado de aterro sanitário utilizados na preparação do substrato encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Magnitude dos dados advindos da caracterização química do esgoto doméstico e do lixiviado de aterro sanitário.

Parâmetro	Esgoto Doméstico	Lixiviado
pH	7,1	7,8
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	65	2100
Alcalinidade Total (mgCaCO ₃ /L)	350	9000
AGV (mg H-Ac/L)	150	3300
DQO total (mgO ₂ /L)	540	18000
DQO filtrada (mgO ₂ /L)	170	13000
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	120	900
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	110	400
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	190	5000
Fósforo Total (mg/L)	6,6	11
Ortofosfato (mg/L)	4,0	6,0

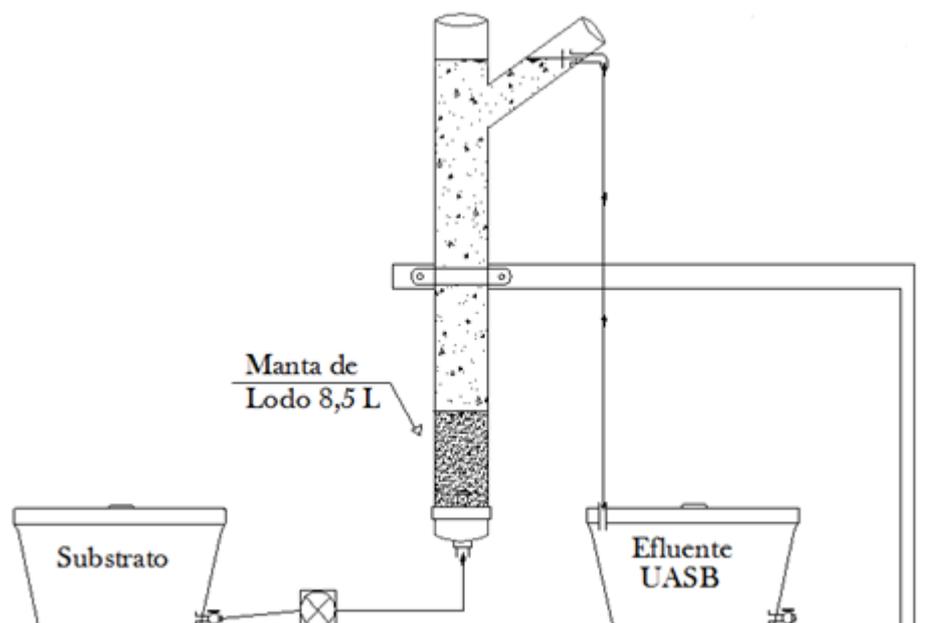
O processo de monitoramento foi realizado em duas diferentes etapas: na etapa 1 trabalhou-se com Carga Orgânica Volumétrica (COV) de 1 kgDBO₅/m³.dia e Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) de 7,5 horas, com duração de seis meses. Na etapa 2 foi aplicada COV de 1,5 kgDBO₅/m³.dia com TDH de 5,0 horas, com duração de quatro meses. As características operacionais encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Características operacionais do reator UASB.

Características	Etapa 1	Etapa 2
Vazão afluyente (L/d)	143	227
Carga Orgânica Volumétrica (kgDBO ₅ /m ³ .dia)	1,0	1,5
Carga Hidráulica Volumétrica (m ³ /m ³ .d)	3,17	5,0
Tempo de Detenção Hidráulica (horas)	7,5	5,0

Os parâmetros semanalmente monitorados foram: pH, alcalinidade total, ácidos graxos voláteis, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), demanda química de oxigênio (DQO) total e filtrada. Todos os parâmetros foram determinados utilizando-se para tal os métodos analíticos preconizado por APHA (2012). Na Figura 1 encontra-se a representação esquemática do sistema de tratamento experimental

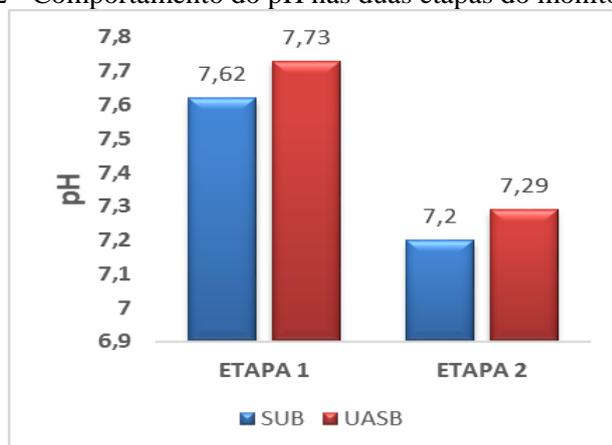
Figura 1 – Representação esquemática do sistema de tratamento experimental.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresenta-se o comportamento do potencial hidrogeniônico (pH) no substrato e no efluente do UASB nas duas etapas de monitoramento do sistema experimental.

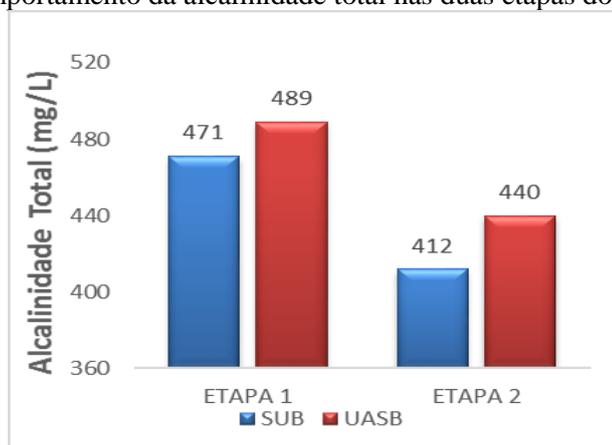
Figura 2 - Comportamento do pH nas duas etapas do monitoramento.



Analisando os dados apresentados, observou-se que o pH médio do substrato afluente apresentou valores de 7,62 (primeira etapa) e 7,2 (segunda etapa) unidades de pH, encontrando-se próximo a neutralidade e favorecendo o processo de tratamento biológico. No reator UASB observou-se um leve acréscimo nos valores de pH para as duas etapas do monitoramento. Esse aumento está associado a atividade das bactérias metanogênicas, que produzem alcalinidade na forma de dióxido de carbono (CO_2), amônia e bicarbonato. O pH médio do efluente do reator UASB foi de 7,73 na primeira etapa e 7,29 na segunda etapa. O efluente final produzido encontra-se dentro dos padrões estabelecido pelo CONAMA 430/2011 para lançamento em corpos aquáticos, devendo estar entre 5 e 9 unidades de pH.

O comportamento da alcalinidade total no substrato e no efluente do UASB nas duas diferentes etapas do monitoramento encontra-se na Figura 3.

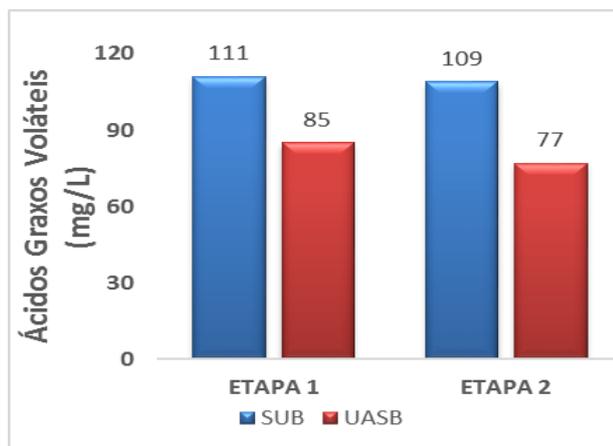
Figura 3 - Comportamento da alcalinidade total nas duas etapas do monitoramento.



A alcalinidade é constituída por espécies químicas que contribuem para o tamponamento do meio, evitando variações bruscas do pH. Nas águas residuárias, a alcalinidade é devido aos íons bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) e hidroxila (OH^-). A concentração média da alcalinidade total no substrato afluente foi 471 mg CaCO_3/L (etapa 1) e 412 mg CaCO_3/L (etapa 2). Verifica-se que ocorreu um aumento da alcalinidade na fase anaeróbia, com concentração média do efluente do reator UASB de 489 mg CaCO_3/L na primeira etapa e 440 mg CaCO_3/L na segunda etapa. Esse aumento de alcalinidade no reator anaeróbio deve-se ao processo de amonificação. Pode-se constatar que a carga orgânica aplicada tem influência direta no incremento de alcalinidade em reatores UASB.

Na Figura 4 apresentam-se os dados do comportamento dos ácidos graxos voláteis no substrato e no efluente do reator UASB nas duas etapas de monitoramento do sistema experimental.

Figura 4 - Concentrações dos ácidos graxos voláteis nas duas etapas do monitoramento.

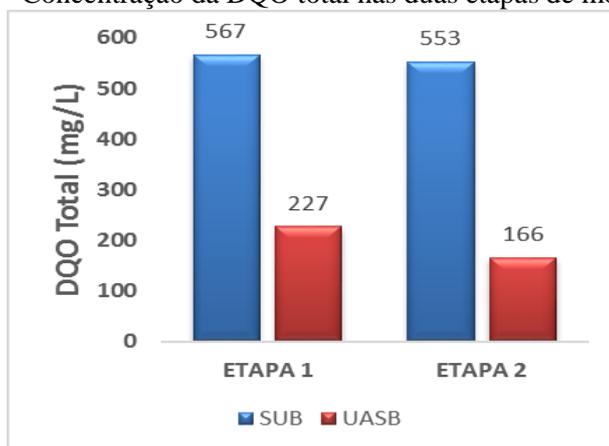


As concentrações médias de ácidos graxos voláteis no substrato utilizado para alimentação do reator UASB nas duas diferentes etapas foram de 111,0 e 109,0 mgH-Ac/L nas etapas 1 e 2, respectivamente. Os ácidos graxos voláteis diminuíram do afluente para o efluente do sistema de tratamento, evidenciando a assimilação desses pela biomassa metanogênica, e consequente conversão a metano.

Observa-se que a concentração de AGV no efluente do reator UASB foi de 85 mgH-Ac/L na primeira etapa e de 77 mgH-Ac/L indicando nestas condições menor produção de ácidos graxos voláteis em reatores UASB operando com maior carga orgânica. O sistema de tratamento apresentou eficiência de remoção de AGV de 23% na primeira etapa, e 29% na segunda etapa.

Na Figura 5 apresenta-se a concentração média de DQO Total nas duas etapas de monitoramento do sistema experimental.

Figura 5 - Concentração da DQO total nas duas etapas de monitoramento.

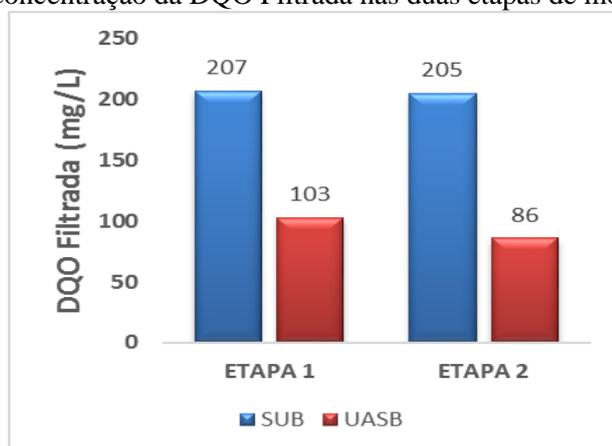


Analisando os dados apresentados na Figura 5 observa-se que a concentração de DQO Total do afluente apresentou valores médios de 567 mg/L na primeira etapa e 553 mg/L na segunda etapa. No reator UASB, durante a primeira etapa, a eficiência na remoção de DQO correspondeu a 60%, produzindo efluente com concentração de DQO de 207 mgO₂/L, operando com carga orgânica volumétrica de 1,0 kgDBO₅/m³.d. Na etapa 2, operando com carga orgânica volumétrica de 1,5 kgDBO₅/m³.d, a remoção de DQO aumentou, apresentando eficiência média de 70%. Observa-se que o aumento de 0,5 vezes da carga orgânica aplicada (etapa 1 para etapa 2) foi suportada bem pelo sistema, possibilitando maiores remoções em menor TDH.

Ramos (2009) tratando substrato constituído da mistura de 3% de lixiviado de aterro sanitário e 97% de esgoto doméstico utilizando reator UASB com parâmetros operacionais semelhante aos utilizados na segunda etapa de monitoramento (TDH de 12h e carga orgânica volumétrica de 1,6 kg/m³.dia), obteve remoção de DQO total de 59,4%.

Na Figura 6 apresenta-se o comportamento da DQO Filtrada no afluente e efluente do reator nas duas etapas de monitoramento.

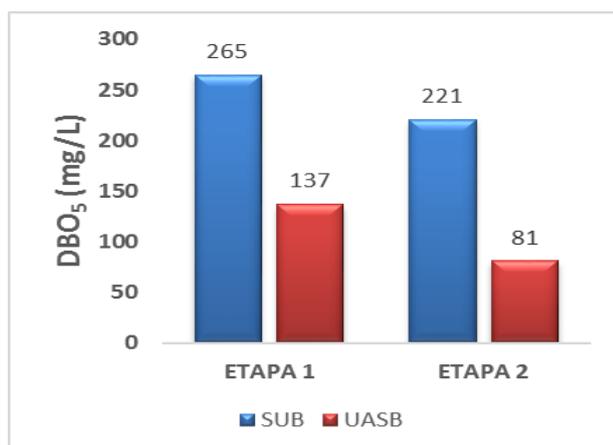
Figura 6 - Concentração da DQO Filtrada nas duas etapas de monitoramento.



Observa-se com os dados da DQO Filtrada apresentados na Figura 6 que o valor médio do afluente foi de 207mg/L na primeira etapa e 205mg/L na segunda etapa. A eficiência média de remoção de DQO Filtrada no reator UASB foi de 50% na etapa 1, produzindo efluente com concentração de 103 mg/L, e 58% na etapa 2, com concentração efluente de 86 mg/L.

As concentrações médias de DBO₅ no substrato afluente e no efluente do reator UASB encontram-se na Figura 7.

Figura 7 - Concentrações da DBO₅ nas duas etapas de monitoramento.



A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) expressa a quantidade de matéria orgânica presente no que é passível de degradação biológica por ação dos microrganismos. Constitui-se um dos principais indicadores para o tratamento de águas residuárias, pois a sua redução deve atender aos padrões ambientais de lançamento em corpos aquáticos, sendo também um parâmetro utilizado para determinar cargas orgânicas e volumétricas aplicadas ao sistema de tratamento. Analisando os dados de DBO_5 , do afluente e efluente do reator obtidos durante o monitoramento do sistema experimental, apresentados na Figura 5, verificou-se redução da concentração de DBO_5 no efluente do reator. A concentração média de DBO_5 do afluente foi de 265 mg/L na primeira etapa e 221 mg/L na segunda etapa. Os valores médios de DBO_5 do efluente do reator UASB foram de 137 mg/L e 81 mg/L na primeira e segunda etapas, respectivamente.

A maior eficiência de remoção de DBO_5 no sistema de tratamento foi observada na etapa 2, quando a carga orgânica volumétrica de 1,5 kg DBO_5 /m³.dia foi aplicada, obtendo remoções de 63%. Remoções de 48% foram obtidas na etapa 1.

Para que o efluente final possa ser lançado em um corpo aquático é necessário que obedeça aos padrões de lançamento estabelecidos pelo CONAMA 430/2011, em que o valor máximo de DBO_5 é de 120mg/L. Observa-se que apenas na segunda etapa, o reator produz efluente que atende aos padrões estabelecidos pelo CONAMA.

4. CONCLUSÃO

Analisando os dados deste trabalho, pode-se constatar que o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário com esgoto doméstico possibilita o tratamento biológico do lixiviado. O reator UASB apresentou maiores remoções de matéria orgânica na segunda etapa, com carga orgânica volumétrica de 1,5 kg DBO_5 /m³.dia e TDH de 5 horas. Logo, o aumento da COV aplicada ao reator UASB influenciou positivamente a remoção de material carbonáceo, expressa em termos de DQO e DBO_5 .

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.

BRASIL. **Resolução nº 430/ 2011 do CONAMA**. Dispõe sobre as 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 –DF: CONAMA, 13 de maio de 2011.



BRASIL. **Resolução Nº 357/2005 do CONAMA**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília – DF: CONAMA, 17 de março de 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** (2008), Rio de Janeiro, ISBN 978-85-240-4135-8, 2010.

MAHMOUD, Nidal. AL-JAMAL, Wafa, 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** 100, 1061–1068, 2009.

OMAN, C. B.; JUNESTEDT, C. Chemical characterization of landfill leachates – 400 parameters and compounds. **Waste Management**, v. 28, n. 10, p. 1876 – 1891, 2008.

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.

RAMOS, P.C.A. **Tratamento conjugado do lixiviado com esgotos em reator UASB**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2009.

RENOU, S.; GIVAUDAN, J. G.; POULAIN, S.; DIRASSOUYAN, F.; MOULIN, P.; Landfill Leachate Treatment: Review and Opportunity, **Journal of Hazardous Materials**, vol. 150, n. 3, 2008, p. 468–493.

SANTOS, A. S. P. **Aspectos técnicos e econômicos do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário com esgoto doméstico em lagoas de estabilização**. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro – RJ, 2010.