

II-236 - COMPORTAMENTO TEMPORAL DO PH, OXIGÊNIO DISSOLVIDO E TEMPERATURA NO PÓS-TRATAMENTO CONJUGADO DE ESGOTO E LIXIVIADO EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Silvana Câmara Torquato⁽¹⁾

Graduada em Biologia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Wilton Silva Lopes

Graduado em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutor em Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Pós-Doutor em Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP).

Valderi Duarte Leite

Graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (USP).

Diego de Farias Lima

Graduado em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Edson Cassio Araujo Gomes

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB)

Endereço⁽¹⁾: Rua Malaquias de Souza do Ó, 195, Mirante – Campina Grande - PB - CEP: 58407-563 - Brasil
e-mail: silvana.torquato@hotmail.com

RESUMO

O impacto produzido pelo lixiviado no meio ambiente resulta em efeitos adversos ao solo, visto que contaminam distâncias superiores a 100 m do aterro, assim como alterações na biota aquática, principalmente nas imediações da descarga. Como forma de atenuar os problemas do tratamento de lixiviado em sistemas biológicos, cresce a idéia do tratamento do mesmo, diluído em águas residuárias domésticas. Dentre as tecnologias utilizadas para tratamento do lixiviado, o sistema de lagoas de estabilização é um processo de tratamento de fácil aplicação, projeto e operação. Diante do quadro sanitário e das baixas condições sócio-econômicas da sociedade brasileira constata-se a necessidade por sistemas simplificados de coleta e tratamento de esgoto e outras águas residuárias como lixiviado. Portanto, este trabalho objetivou avaliar comportamento temporal do pH, oxigênio dissolvido e temperatura no pós-tratamento conjugado de esgoto e lixiviado em lagoas de estabilização. O sistema experimental foi instalado e monitorado na EXTRABES- UEPB, consistindo de quatro lagoas em série, sendo uma lagoa facultativa (LF), com duas entradas de afluentes, seguida de três lagoas de maturação, (LM₁, LM₂ e LM₃). O substrato corresponde a uma mistura combinada de esgoto doméstico e lixiviado, para alimentação dos UASBs. No perfil de 24 horas observou-se uma variação do pH e oxigênio dissolvido ao longo do dia, obtendo-se maiores registros nos períodos de maior atividade solar, chegando a superar os 20mgO₂/L nas LF, LM₁ e LM₃.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento Conjugado, Lagoas de Estabilização.

INTRODUÇÃO

As atividades humanas relacionadas à produção e ao consumo dos mais diversos materiais têm promovido uma crescente geração de resíduos. A destinação final dada a estes nem sempre tem sido adequada do ponto de vista da segurança da Saúde Pública e do meio ambiente, como é o caso, por exemplo, dos depósitos de resíduos sólidos urbanos a céu aberto ou do lançamento de resíduos líquidos em corpos hídricos.

A formação dos resíduos líquidos se dá pela percolação não-uniforme e intermitente de água através dos resíduos sólidos aterrados, resultando na remoção de compostos orgânicos e inorgânicos solúveis e sua dissolução e suspensão no líquido. Sua produção é um indicativo do desenvolvimento do processo bioquímico na massa de resíduos, pois o subproduto deste processo contribui para a concentração de elementos no lixiviado (REIS e BIDONE, 2005).

Segundo SANTOS *et al.* (2004), o lixiviado produzido nos processos de degradação do lixo urbano em aterros sanitários é um líquido que apresenta características de altas cargas de contaminantes orgânicos e inorgânicos e, assim sendo, representa uma fonte de poluição significativa, seja em grandes centros ou pequenos aglomerados urbanos. As determinações das características físico-químicas dessa lixívia e de sua biodegradabilidade são etapas fundamentais na decisão técnico-econômica para a aplicação da melhor tecnologia disponível àquela situação específica, dentro de uma visão mais moderna de gestão integrada do resíduo e de seus subprodutos gerados.

O impacto produzido pelo lixiviado no meio ambiente resulta em efeitos adversos ao solo, visto que contaminam distâncias superiores a 100 m do aterro, assim como alterações na biota aquática, principalmente nas imediações da descarga (KJELDSEN *et al.*, 2002; BAUN *et al.*, 2004). Por este motivo, a implementação de sistemas de coleta e tratamento para esse resíduo líquido é essencial.

Como forma de atenuar os problemas do tratamento de lixiviado em sistemas biológicos, cresce a idéia do tratamento do mesmo, diluído em águas residuárias domésticas (FACCHIN *et al.*, 2000; MARTINEZ E SOTO, 2000). Tal diluição objetiva a adequação das características do lixiviado à passividade de tratamento biológico. Uma experiência pioneira foi desenvolvida na cidade de Porto Alegre, RS com o uso do tratamento conjugado de lixiviado e águas residuárias domésticas em lagoas de estabilização (FACCHIN *et al.*, 2000).

Dentre as tecnologias utilizadas para tratamento do lixiviado, o sistema de lagoas de estabilização é um processo de tratamento de fácil aplicação, projeto e operação. É um sistema indicado para efluente com alta concentração de matéria orgânica, além de ser um dos tratamentos biológicos que apresenta menores custos.

Paralelamente, no campo do tratamento de águas residuárias domésticas, lagoas de estabilização é uma tecnologia propícia especialmente em países em desenvolvimento, em virtude dos seus reduzidos custos de construção, manutenção e operação.

Diante do quadro sanitário e das baixas condições sócio-econômicas da sociedade brasileira constata-se a necessidade por sistemas simplificados de coleta e tratamento de esgoto e outras águas residuárias como lixiviado. Portanto este trabalho objetivou avaliar comportamento temporal do pH, oxigênio dissolvido e temperatura no pós-tratamento conjugado de esgoto e lixiviado em lagoas de estabilização.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema experimental foi instalado e monitorado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamento biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Estadual da Paraíba, na cidade de Campina Grande-PB, consistindo de quatro lagoas em série, sendo uma lagoa facultativa (LF), com duas entradas de afluentes, seguida de três lagoas de maturação, (LM₁, LM₂ e LM₃) (Figura 1 e 2).

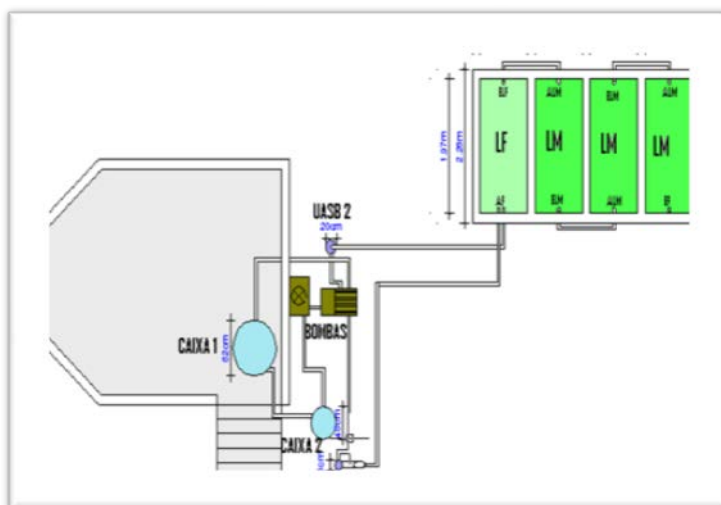


Figura 1: Planta baixa do sistema experimental.

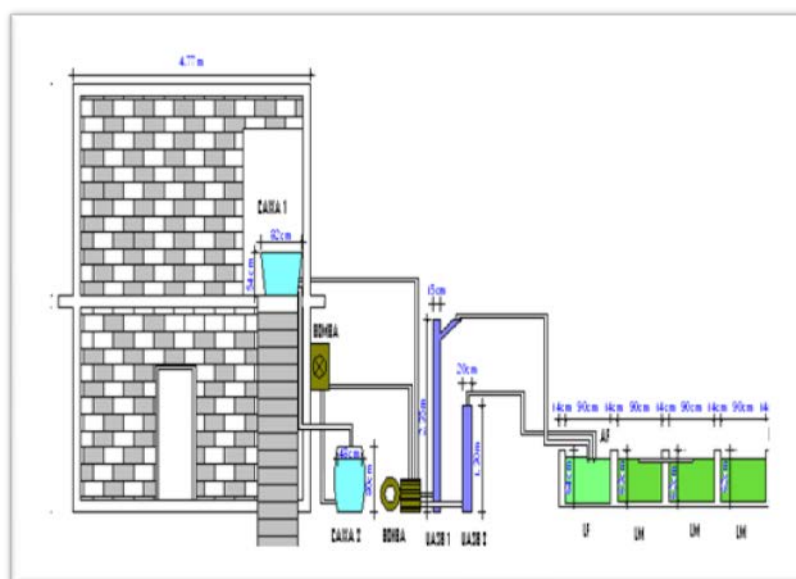


Figura 1: Perfil Longitudinal do sistema experimental.

Os resíduos líquidos utilizados como substrato corresponde a uma mistura combinada de esgoto doméstico e lixiviado, para alimentação do UASB 1 (3% de lixiviado), e do UASB 2 (1% de lixiviado) respectivamente. O lixiviado utilizado proveio do aterro sanitário metropolitano da cidade de João Pessoa, PB e o esgoto doméstico do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande, PB.

Este sistema foi utilizado para o pós-tratamento do substrato (mistura de lixiviado e esgoto doméstico) proveniente do reator UASB, em virtude da elevada carga orgânica inicial é que tal mistura foi submetida a um tratamento anaeróbio, cujo efluente alimentou a série de lagoas de estabilização.

Foram realizados dois perfis no período de 24 h, com intervalos de 1 hora, através dos seguintes parâmetros analíticos: pH; oxigênio dissolvido (OD), temperatura. Os parâmetros foram quantificados por métodos padronizados por APHA(1998). O sistema operou com uma vazão média afluente de aproximadamente de 376 L/d monitorada diariamente e o tempo de detenção hidráulica das lagoas é de 11,71 dias. A temperatura média das lagoas variou entre 27°C e 28°C. A carga orgânica superficial aplicada na LFS foi de 7,54 mgDQO/ha.dia, na LM1 de 7,74 mgDQO/ha.dia, na LM2 de 7,46 mgDQO/ha.dia e na LM3 de 7,12 mgDQO/ha.dia.

RESULTADOS

Foram realizados dois perfis de 24 horas, com intervalos de medição de 1 hora, objetivando analisar as alterações das variáveis pH, temperatura e oxigênio dissolvido, na série de lagoas de estabilização.

No processo da fotossíntese ocorre o consumo de CO_2 , com o qual o íon bicarbonato (HCO_3^-) do esgoto tende a formar mais H_2CO_3 ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) liberando OH^- na água, elevando assim o pH.

O pH do efluente final do sistema de lagoas de estabilização se manteve alcalino, estando este valor associado ao processo de fotossíntese do fitoplâncton, sendo estes considerados os responsáveis pelo aumento dessa variável, apresentando o sistema elevada biomassa de algas.

No perfil de 24 horas, verificou-se o aumento do pH com valores máximos no horário de 10:00 horas com pH 9,54 na LF, às 13:00 horas com pH de 9,86 na LM1, na LM2 registrou-se pH de 10,23 às 19:00 horas e LM3 de 14:00 às 16:00 horas, obtivemos pH de 10,41, valores estes obtidos devido a atividade fotossintética das algas (Figura 3).

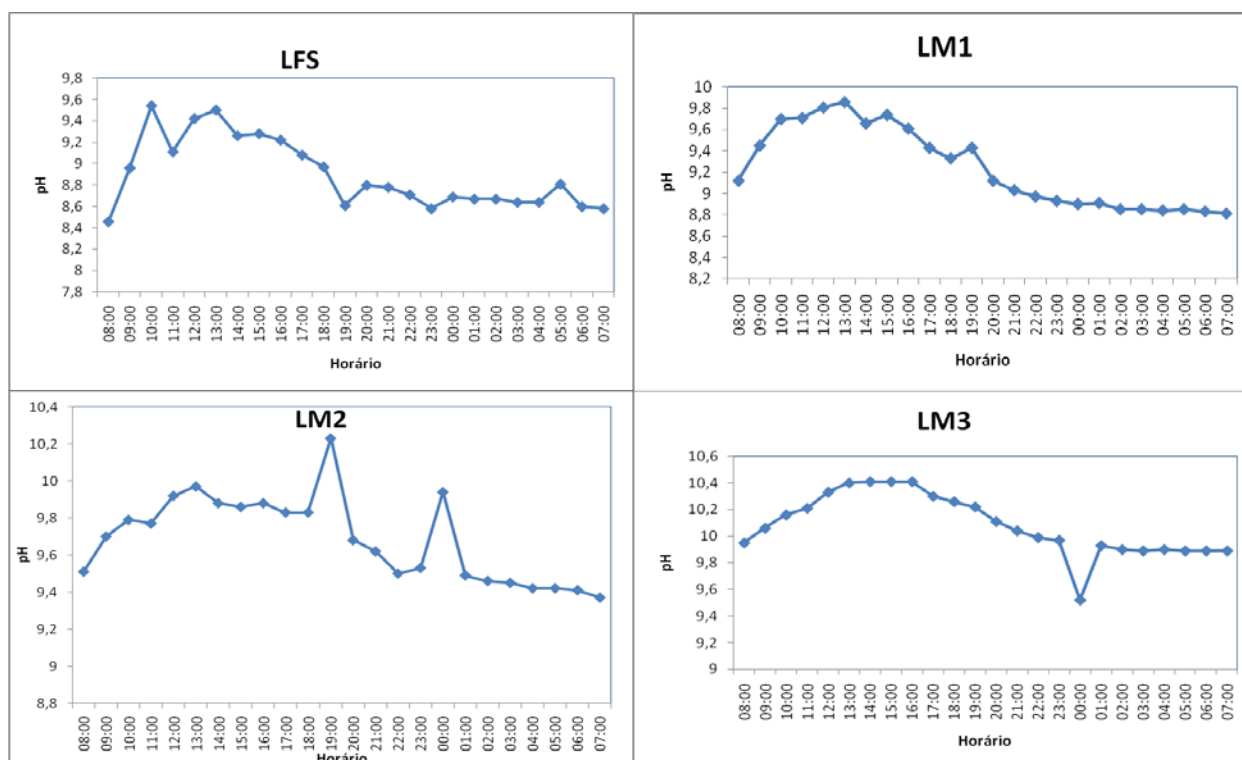


Figura 3: Perfil de 24 horas para o pH na série de lagoas de estabilização.

De acordo, com os resultados tem-se que o pH atinge valores tendendo a alcalinidade na período de maior intensidade solar, obtendo, um decaimento nas horas que sucede a madrugada. Isto está associado à atividade abundante da comunidade fitoplancônica que remove (no período diurno) o dióxido de carbono mais rapidamente do que é produzido pela a ação bacteriana na produção de CO_2 e liberação de íons hidroxila que eleva o pH do meio. À noite, devido à ausência de luz, e, conseqüentemente, da interrupção da atividade fotossintética, a respiração da comunidade biológica é responsável pelo o aumento da concentração de gás carbônico e, conseqüentemente, de íons H^+ que diminuem o pH.

A temperatura do líquido variou ao longo do dia tendo seu máximo valor de 28°C às 14:00 e 16:00 horas na LF, $29,3^\circ\text{C}$ na LM1 às 13:00 horas, $29,3^\circ\text{C}$ às 14:00 e 15:00 horas na LM2, e de $29,1^\circ\text{C}$ às 15:00 e 16:00 horas na LM3 (Figura 4).

A temperatura ambiente alcançou uma variação de $20,8$ à $33,7^\circ\text{C}$ obtendo um valor médio de $25,6^\circ\text{C}$. Os valores mínimos foram atingidos durante a madrugada, mas precisamente às 05:00 horas, e os valores máximos às 14:00 horas.

A faixa de temperatura observada é ideal para a degradação da matéria orgânica pelo metabolismo bacteriano, o que já era esperado, por serem valores típicos de corpos aquáticos em regiões de clima tropical.

O oxigênio dissolvido é um parâmetro de qualidade ambiental essencial para a atividade bacteriana aeróbia, ele foi acompanhado na lagoa facultativa e de maturação, nas diferentes profundidades de coleta (superfície e a 20cm). Sendo que os maiores valores encontrados estavam próximos da superfície das lagoas, cerca de 10 cm. Observou-se também que, entre a região compreendida entre o meio e o fundo das lagoas, ou seja, a 30 e 62 cm, respectivamente, a tendência era de redução dos valores de OD, que em alguns momentos, como do início das atividades, chegou a ser nulo, alcançando posteriormente a estabilidade (Figura 4).

Os altos valores de oxigênio dissolvido foram registrados de 10:00 às 12:00 horas com a saturação de oxigênio, visto que o aparelho de medição só registra até 20mg/L e que neste período os valores de oxigênio foram igual ou superiores a este limite na LF, de 10:00 às 15:00 horas na LM1 ocorreu novamente a saturação de oxigênio, na LM2 às 12:00 horas registrou-se o maior valor para esta lagoa com $19,1\text{ mg/L}$, e na LM3 no período de 11:00 às 17:00 horas ocorreu novamente a saturação de oxigênio. Isto indica que nestes momentos,

ocorreu uma maior atividade fotossintética das algas, aumentando o oxigênio dissolvido e consumindo gás carbônico (Figura 4).

Segundo Pivele e Kato (2005), os teores de oxigênio dissolvido, podem alcançar valores bem superiores a 10 mg.L⁻¹ numa condição de supersaturação, por causa da intensificação da fotossíntese, especialmente em águas eutrofizadas.

No perfil de 24 horas observou-se uma variação do pH ao longo do dia, obtendo-se seus maiores registros nos períodos de maior atividade solar, assim como o oxigênio dissolvido também alcançou os seus maiores valores, chegando a superar os 20mg/L nas LF, LM1 e LM3.

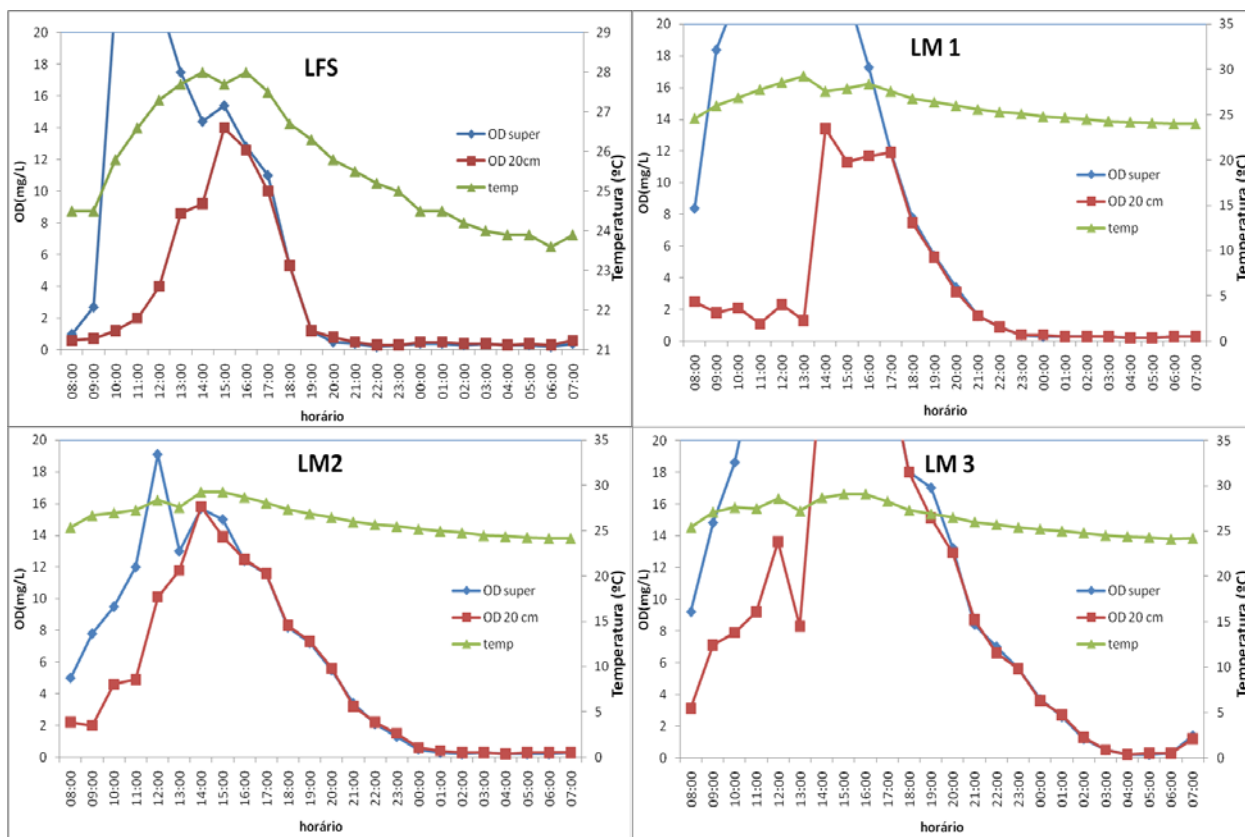


Figura 4: Perfil de 24 horas para o Oxigênio Dissolvido na superfície, a 20 cm de profundidade e Temperatura, na série de lagoas de estabilização.

CONCLUSÕES

No perfil de 24 horas observou-se uma variação do pH e oxigênio dissolvido ao longo do dia, obtendo-se maiores registros nos períodos de maior atividade solar, chegando a superar os 20mgO₂/L nas LF, LM1 e LM3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. Washington DC, USA: APHA / AWWA / WEF, 1998.
2. BAUN, A. *et al.* **Xenobiotic organic compounds in leachates from ten Danish MSW landfills: chemical analysis and toxicity tests.** Water Research. V. 38, p. 3845–3858, 2004.
3. FACCHIN, J.M.J.; COLOMBO, M.C.R.; COTRIM, S.L.S.; REICHERT, G.A. Avaliação do tratamento

- combinado de esgoto e lixiviado de aterro sanitário na ETE Lami (Porto Alegre) após o primeiro ano de operação. **XXVII Congresso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental**. Porto Alegre-RS. 2000.
4. KJELDSEN, P. *et al.* Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review. **Environmental Science and Technology**. v. 32, (4), p. 297 - 336, 2002.
 5. MARTÍNEZ, S.G.; SOTO, C.A.V. Tratamiento de los lixiviados de un vertedero en un sistema de lodos activados. **XXVII Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental**. Porto Alegre-RS. 2000.
 6. PIVELI, R.P.; KATO, M.T. Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo:ABES, 2005. 204 p.
 7. REIS, M. F. P.; BIDONE, F. R. A. **Remoção de DBO5 e Fósforo do Lixiviado da**
 8. **Compostagem em Sistemas de Banhados Construídos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23. Campo Grande, 2005. Anais... Campo Grande: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. CD-ROM, 2005.
 9. SANTOS, A. F. M. S.; KATO, M. T; FLORENCIO, L. Estudo Comparativo entre a biodegradabilidade aeróbia e anaeróbia de chorume de aterro controlado. SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9, 2004, Natal - PE. **Anais...** Natal – PE: ABES 2004. p. 1-8.