

## **II-469 - DIAGNÓSTICO DO DESEMPENHO DE ETE COM TRATAMENTO COMBINADO DE ESGOTOS SANITÁRIOS E EFLUENTES EXTERNOS - LIXIVIADOS DE ATERRO SANITÁRIOS, LODOS DE FOSSAS SÉPTICAS E EFLUENTES DE SANITÁRIOS QUÍMICOS**

**Ândrea Aline Rosa de Souza** <sup>(1)</sup>

Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho pela UNISINOS. Técnica da CORSAN-RS. Mestranda em Engenharia Civil no PPGE/UNISINOS.

**Luis Alcides Schiavo Miranda**

Químico Industrial pela UFSM. Mestre em Ciência dos Alimentos pela UFSC. Doutor em Ciências pela UFRGS. Pós-doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH/UFRGS. Professor do PPGE/UNISINOS.

**Luiz Olinto Monteggia**

Engenheiro Mecânico e Civil. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH/UFRGS. PhD em Engenharia Sanitária pela University of Newcastle (UK). Professor adjunto no Departamento de Obras Hidráulicas e pesquisador do PPGRHSA (IPH/UFRGS).

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Travessa João Pessoa, 25- Bairro Jardim – Sapucaia do Sul - RS - CEP: 93220-200 - Brasil - Tel: (51) 8441 6355- e-mail: [andreaarsouza@yahoo.com.br](mailto:andreaarsouza@yahoo.com.br)

### **RESUMO**

O tratamento combinado de lixiviados de aterros sanitários (LAS) em ETE já existente tem sido apontado pela literatura nacional e internacional como uma estratégia para diminuir os custos do tratamento em ETE's convencionais com capacidade ociosa. Da mesma forma, os lodos gerados em fossas sépticas (LFS) e sanitários químicos (ESQ) também necessitam de disposição e tratamento adequados e, devido à ausência de uma legislação específica, acabam sendo dispostos nas ETE's, na maioria das vezes sem qualquer tratamento preliminar. A grande variabilidade de composição e concentração destes efluentes (LAS + LFS + ESQ), torna-os de difícil tratabilidade, principalmente em ETE's que não foram projetadas para receber estas cargas orgânicas adicionais. Ainda não há consenso sobre os impactos provocados por esta mistura de efluentes sobre os processos biológicos das ETE's, nem sobre a proporção segura para a diluição a ser adotada em relação ao esgoto sanitário. O presente trabalho foi realizado na ETE Canoas – CORSAN, que possui um sistema de lodos ativados em batelada e trata de forma combinada, esgoto sanitário, LAS, LFS e ESQ. Esta pesquisa visou caracterizar a mistura afluente e avaliar o desempenho do RSB, em relação ao cumprimento dos parâmetros de lançamento determinados pelo órgão ambiental, no período de janeiro de 2009 a agosto de 2010. Verificou-se que o percentual médio de diluição dos efluentes externos nos esgotos sanitários foi de 5% e que a oscilação na composição físico-química da mistura afluente ao reator biológico influenciou na biomassa presente no RSB, favorecendo problemas de floculação e sedimentação dos flocos, além de instabilidade na eficiência de remoção de sólidos, matéria carbonácea e nutrientes no efluente final. Verificou-se que entre os meses de janeiro a junho de 2010 o sistema não foi capaz de atender a Licença de Operação, especialmente para SST e DQO. Estas observações ressaltam a necessidade de um maior controle no recebimento dos efluentes externos e da criação de uma unidade preliminar de equalização, visando diminuir o efeito de choque provocado pela entrada pontual destas cargas no sistema de lodos ativados, melhorando, desta forma, o desempenho da ETE Canoas – CORSAN.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento combinado, Lixiviado de Aterro Sanitário, Lodo de Fossa Séptica, Efluente de Sanitário Químico, Lodo Ativado em Batelada.

### **INTRODUÇÃO**

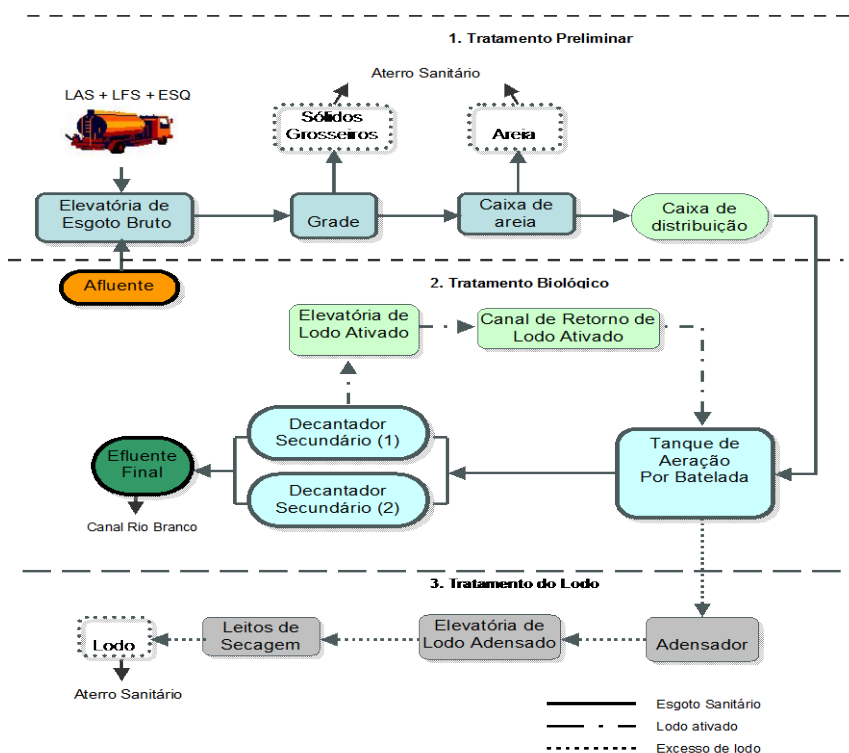
O tratamento combinado de lixiviados de aterros sanitários (LAS) em estação de tratamento de esgotos (ETE) já existente é uma opção viável, apontada pela literatura nacional e internacional como alternativa para minimizar os custos de implantação e operação de aterros, já que a diluição em esgoto sanitário pode proporcionar uma melhora na tratabilidade biológica do afluente, diminuindo as concentrações de amônia livre, metais pesados e a relação DQO/DBO<sub>5</sub>. Além disso, segundo Borghi *et al.* (2003), a facilidade de adaptação

dos lodos ativados pode favorecer a degradação dos poluentes orgânicos presentes no LAS permitindo que se atinjam parâmetros seguros de lançamento nos corpos hídricos, desde que seja avaliada a capacidade da ETE em assimilar a carga adicional do efluente, aqui denominado “externo”, a ser tratado. A eficiência do tratamento combinado reside no estabelecimento de faixas de carga carbonácea e nitrogenada do lixiviado a ser misturado ao esgoto sanitário, em função das características físico-químicas de projeto da ETE (FACCHIN, 2005; CAMPOS *et al.*, 2007).

Soh *et al.* (2006) afirmam que os lodos de fossas sépticas (LFS) podem ser de 6 a 80 vezes mais concentrados do que os lodos gerados em uma ETE típica, podendo causar impactos como o aumento da geração de odores, sólidos e escumas, constituindo uma carga de choque potencial aos processos biológicos. Ingunza *et al.* (2009) afirmam que, para o lançamento dos LFS em ETE deve-se considerar a infraestrutura da estação e a possibilidade de tratamento dos sólidos inorgânicos e das elevadas cargas orgânicas e nitrogenadas adicionais, que não são típicos de lodos de ETE nem dos esgotos sanitários. A USEPA (1994) recomenda a utilização de uma unidade de recebimento e tratamento prévio pela instalação de um tanque de equalização para o controle de acesso dos LFS antes da descarga na ETE.

De acordo com o Departamento de Proteção Ambiental da cidade de Manchester, os efluentes de sanitários químicos (ESQ) são 2,5 a 20 vezes mais tóxicos e difíceis de tratar do que os LFS. Por este motivo, o volume máximo permitido para a descarga de ESQ em ETE's é 2,8 m³ por caminhão. Além disso, não é permitida a mistura de cargas de ESQ com LFS, a fim de prevenir os efeitos de choque nos sistemas biológicos das ETE's (EPD, 2008).

A ETE Canoas – CORSAN, localizada no município de Canoas, RS, possui sistema de tratamento por lodos ativados na modalidade batelada, o qual é constituído de gradeamento, desarenador, reator biológico, decantador secundário, adensador de lodos e leitos de secagem, conforme apresentado na Figura 01.



**Figura 01: Fluxograma do processo de tratamento da ETE Canoas – CORSAN, demonstrando as fases do tratamento preliminar, tratamento biológico, e de tratamento do lodo, que atualmente encontra-se fora de operação.**

Na ETE Canoas – CORSAN são tratados, além do esgoto sanitário, LAS, provenientes de diferentes aterros sanitários, LFS residenciais e industriais e ESQ; considerados “efluentes externos”. Estes efluentes são transportados através de caminhões tanque com volumes variando de 6 a 36 m<sup>3</sup> sendo descarregados na ETE entre as 07h e às 19h de segunda a sexta, e das 07h às 12h aos sábados. No restante do tempo é recebido apenas esgoto sanitário, de forma ininterrupta, obedecendo ao histograma convencional de vazões de redes coletoras públicas para esgoto sanitário.

O presente trabalho visou caracterizar a mistura afluyente e avaliar o desempenho do sistema de tratamento combinado realizado na ETE Canoas – CORSAN, em relação ao cumprimento dos parâmetros de lançamento determinados pelo órgão ambiental, FEPAM, no período de janeiro de 2009 a agosto de 2010.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi realizado na ETE Canoas – CORSAN, onde foram coletadas amostras compostas, ao longo de 24 horas de operação da estação, nos pontos: (A) mistura afluyente, coletado na calha Parshall da entrada do tanque de aerção e (C) efluente final, coletado na saída do decantador secundário.

Foram analisados os seguintes parâmetros: DBO<sub>5</sub>, DQO, P<sub>Total</sub>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e SST, de acordo com as metodologias propostas pelo Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA *et al.*, 2005). As coletas foram realizadas com coletador manual e as amostras acondicionadas em frascos de 5 litros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vazão média de projeto da ETE Canoas – CORSAN é 22.464 m<sup>3</sup>/dia, no entanto, entre os meses de janeiro de 2009 a agosto de 2010, a vazão média observada foi de 6.048 m<sup>3</sup>/dia, o que representa 27% da sua capacidade total. Na Tabela 01 são apresentados os volumes médios de efluentes externos recebidos no período analisado e o percentual destes efluentes em relação à vazão afluyente total.

**Tabela 01: Volume e percentual de efluentes externos recebidos, em relação ao volume total da mistura afluyente (efluentes externos + esgoto sanitário) entre janeiro de 2009 e agosto de 2010.**

Ano	Volume Total (m <sup>3</sup> )				% Efluentes Externos (em relação a vazão total afluyente)			
	LAS	LFS	ESQ	MA	LAS	LFS	ESQ	LAS+LFS+ESQ
2009	59.170	17.642	2740	1.978.918	3,18 ± 0,98	0,96 ± 0,43	0,15 ± 0,06	4,29 ± 1,25
2010	45.182	15.294	4.066	1.154.303	4,27 ± 1,51	1,51 ± 0,77	0,38 ± 0,11	6,17 ± 2,08
<b>Média</b>	52.176	16.468	3.403	1.566.611	3,61 ± 1,32	1,17 ± 0,65	0,24 ± 0,14	5,02 ± 1,86

Nota: os valores apresentados em 2010 referem-se ao período de janeiro a agosto. Os percentuais de efluentes externos apresentados indicam a média e o desvio padrão.

Observou-se que em 2010 houve um aumento nos percentuais de recebimento de efluentes externos em relação à vazão total afluyente da estação, o que se refletiu nas concentrações de sólidos suspensos, matéria carbonácea e nutrientes observados na mistura afluyente e efluente final, conforme apresenta a Tabela 02.

**Tabela 02: Variação da concentração de sólidos, matéria carbonácea e nutrientes na ETE Canoas – CORSAN, no período de janeiro de 2009 a agosto de 2010, em comparação com a licença de operação.**

Ano	SST (mg/L)		DBO <sub>5</sub> (mg/L O <sub>2</sub> )		DQO (mg/L O <sub>2</sub> )		P <sub>total</sub> (mg/L)		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	
	Afluyente	Efluente	Afluyente	Efluente	Afluyente	Efluente	Afluyente	Efluente	Afluyente	Efluente
2009	153 ± 132	26 ± 5,6	138 ± 72	7,7 ± 5,2	451 ± 306	54 ± 26	5,0 ± 2,8	1,6 ± 2,3	82 ± 77	14 ± 12
2010	225 ± 216	253 ± 208	151 ± 53	21 ± 13	738 ± 445	329 ± 270	5,4 ± 2,2	4,0 ± 2,7	111 ± 102	11 ± 11
<b>LO</b>	< 50		< 40		< 150		< 1 ou 75% E		< 20	

Nota: os valores apresentados em 2010 referem-se ao período de janeiro a agosto. As concentrações apresentadas representam a média e o desvio padrão dos parâmetros analisados no período de estudo.

Jekins *et al.* (2004) afirmam que o recebimento freqüente de cargas orgânicas extremas pode contribuir para a deterioração da qualidade de sedimentação dos lodos ativados, limitando a diversidade de bactérias presentes e tornando o lodo menos resistente às mudanças ambientais. Como resultado, podem ocorrer dispersão do lodo, defloculação e conseqüente turbidez no efluente final.

De forma análoga, pode-se inferir que a grande instabilidade observada nas concentrações afluentes dos parâmetros analisados e as características bastante diversas das estimadas para os esgotos sanitários, consideradas no dimensionamento da ETE, contribuíram para o decréscimo na qualidade do efluente final e o conseqüente descumprimento dos limites de emissão de efluentes.

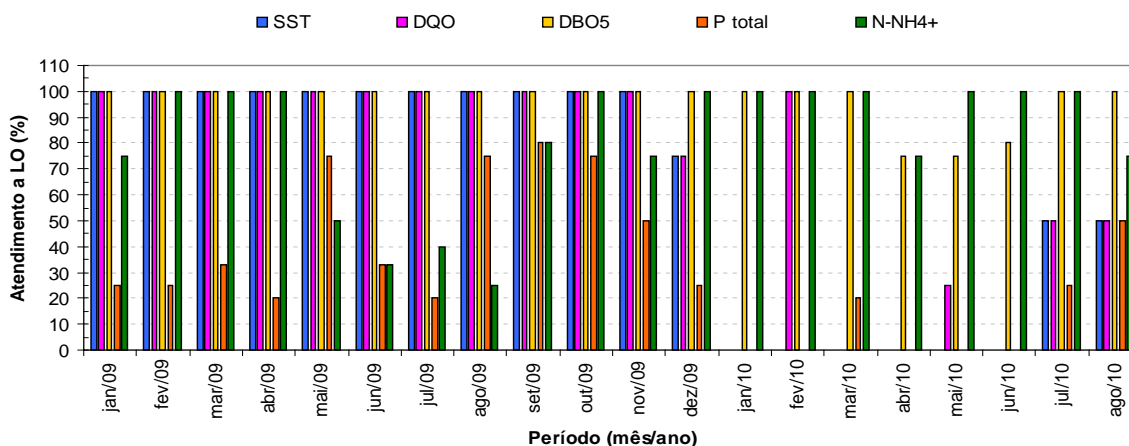
Na literatura ainda não há consenso sobre os impactos provocados por esta mistura de efluentes externos sobre os processos de tratamento encontrados nas ETE's convencionais, nem sobre a proporção segura para a diluição a ser adotada em relação ao esgoto sanitário. Segundo Ferreira *et al.* (2009), a degradação dos poluentes orgânicos presentes no LAS pode ser favorecida pela diluição em esgotos sanitários, no entanto, grandes volumes percentuais de LAS podem resultar em efluentes tratados de baixa qualidade. Para estes autores, um percentual de mistura considerado seguro estaria em torno de 1% de LAS. Çeçen & Aktas (2001) verificaram que a adição de 20% de LAS ao esgoto sanitário, durante o tratamento combinado trouxe não só o aumento da matéria orgânica, mas também da carga nitrogenada e de um alto nível de substâncias tóxicas e inibitórias, aumentando significativamente a DQO residual.

Da mesma forma, Campos *et al.* (2009) afirmam que apenas parte da DBO<sub>5</sub> adicionada ao sistema pela entrada de LFS poderá ser degradada pelos processos biológicos, uma vez que estes lodos já se encontram relativamente degradados ao serem lançados na ETE. Leite *et al.* (2006) afirmam que o lançamento dos LFS em ETE sem tratamento prévio, pode contribuir para o acréscimo na geração de lodo no final do tratamento, além do aumento da demanda de oxigênio para a estabilização do material orgânico adicional, representado pela entrada deste efluente externo.

Desta forma, acredita-se que os problemas de sedimentação observados nos lodos ativados da ETE Canoas – CORSAN ao longo desta pesquisa, estejam relacionados a desequilíbrios na microbiota, provocados pelas sobrecargas orgânicas e a presença de compostos tóxicos, trazidos possivelmente pelos efluentes externos (LAS + LFS + ESQ).

Neste sentido, Santos (2005) afirma que o aumento repentino da concentração de matéria orgânica no início do ciclo operacional de reatores sequenciais em batelada favorece a competição entre os organismos heterotróficos, levando a maximização do crescimento em detrimento do armazenamento de energia, e a conseqüente formação de flocos fracos, mal formados, de difícil sedimentação.

Na Figura 02 são apresentados os percentuais de atendimento da Licença de Operação da ETE Canoas – CORSAN, no período estudado.



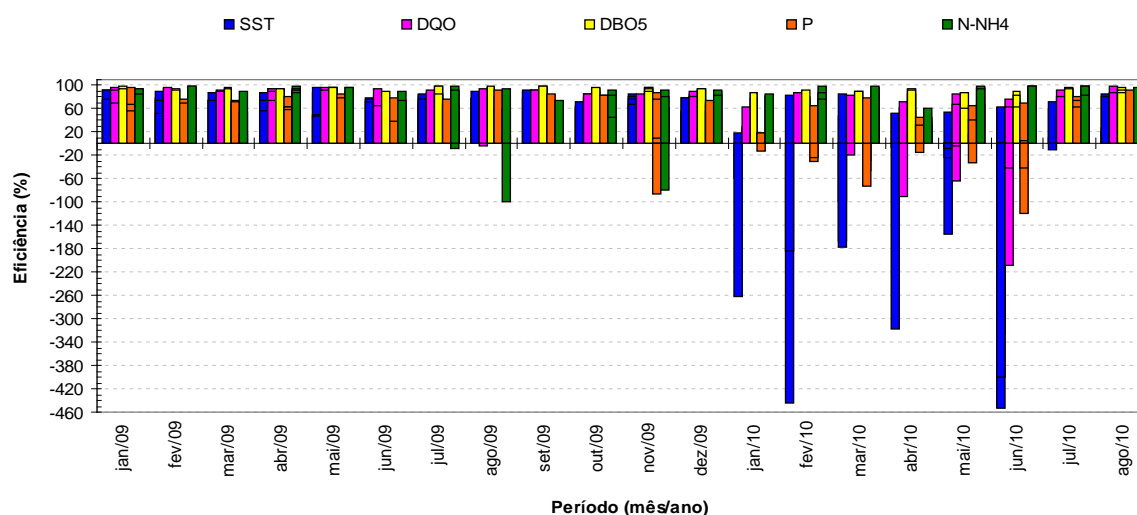
**Figura 02: Percentual de atendimento da Licença de Operação em relação aos sólidos suspensos, matéria carbonácea e nutrientes no efluente final da ETE Canoas – CORSAN, no período de janeiro de 2009 a agosto de 2010.**

Observou-se que em 2009, o principal problema no atendimento da LO foi em relação ao parâmetro  $P_{\text{total}}$ , cujo percentual de atendimento variou entre 20% e 80% das amostras analisadas. No entanto, a partir de janeiro de 2010, a LO deixou de ser atendida também para outros parâmetros, especialmente SST e DQO. Entre janeiro e junho de 2010, 100% das amostras analisadas estiveram fora dos limites estabelecidos pela LO para SST.

Acredita-se que este fato tenha ocorrido em função da predominância de microrganismos mal formadores de floco, causada pela variação de concentração e composição da mistura afluente, em consequência do aumento do percentual de mistura de efluentes externos (LAS, LFS e ESQ), contendo cargas carbonáceas e nitrogenadas muito elevadas, ao esgoto sanitário afluente.

A formação de lodo leve e disperso no tanque de aeração, facilitou o arraste para os decantadores secundários, o que fez com que estas unidades atingissem rapidamente sua capacidade máxima, impedindo a decantação dos flocos. A falta de drenagem do decantador secundário, somado ao fato da linha de tratamento e reciclo de lodo encontrar-se desativada, por problemas operacionais, fez com que o excesso de lodo acumulado fosse arrastado e liberado no efluente final. Justifica-se desta forma, o aumento observado nas concentrações de  $P_{\text{total}}$ , SST e DQO do efluente final (Tabela 02), e o não cumprimento da LO, especialmente no primeiro semestre de 2010, conforme a Figura 02.

Na Figura 03 observa-se a variação das eficiências de remoção de sólidos suspensos, matéria carbonácea e nutrientes no efluente final.



**Figura 03: Variação das eficiências de remoção de sólidos, matéria carbonácea e nutrientes no efluente final da ETE Canoas – CORSAN, no período de janeiro de 2009 a agosto de 2010.**

Observou-se, especialmente entre os meses de janeiro e junho de 2010, a ocorrência de eficiências de remoção negativas nos parâmetros SST, DQO e  $P_{\text{total}}$ , em consequência do arraste de flocos não sedimentados, do decantador secundário para o efluente final. Verificou-se, no entanto, que após a remoção do lodo do decantador secundário para os leitos de secagem e o início da manutenção do adensador, ocorrida no mês de junho, houve uma melhora na eficiência do tratamento como um todo.

Assim, pode-se inferir que a entrada indiscriminada de efluentes externos ao sistema da ETE Canoas – CORSAN, sem um tratamento preliminar para a redução dos sólidos e das cargas orgânicas e nitrogenadas, somadas às grandes oscilações na composição físico-química da mistura afluente, favoreceram os desequilíbrios na biomassa dentro do RSB. Isto ocorreu possivelmente em consequência da prevalência de determinadas espécies morfológicas, em detrimento de outras, causando o crescimento disperso e a perda de lodo, além das flutuações nas eficiências de remoção de matéria carbonácea e nutrientes, conforme apresentado na Figura 03.

Com isto, reforça-se a idéia de que, para que o tratamento combinado de esgotos sanitários e efluentes externos ocorra de forma satisfatória, atendendo aos padrões estabelecidos pela Legislação Ambiental, é recomendada a

criação de uma unidade de recebimento, para equalização e pré-tratamento dos LAS, LFS e ESQ. Isto permitiria um maior controle sobre o percentual de mistura dos efluentes externos ao esgoto sanitário afluente a ETE, diminuindo o efeito de choque provocado pela entrada pontual dos efluentes externos, e os conseqüentes desequilíbrios provocados a microbiota, como a perda de lodo do reator biológico, devido à má formação e sedimentação dos flocos.

## CONCLUSÕES

Após a realização deste estudo, verificou-se que houve grande variação das características físico-químicas da mistura afluente da ETE Canoas – CORSAN, possivelmente pela entrada dos efluentes externos (lixiviados de aterro sanitário, lodos de fossas sépticas e efluentes de sanitários químicos) misturados ao esgoto sanitário.

Constatou-se que, no período de janeiro a junho de 2010, a ETE Canoas – CORSAN não foi capaz de atender a Licença de Operação, especialmente para SST, DQO e  $P_{total}$ .

Foram verificadas perdas de biomassa do tanque de aeração para o decantador secundário e efluente final, além de instabilidade na eficiência de remoção de matéria orgânica e nutrientes do sistema.

Acredita-se que a introdução de uma unidade de recebimento e equalização dos efluentes externos poderia diminuir os efeitos de choque causados por estes efluentes à microbiota e às condições operacionais da ETE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 th edition. New York: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2005. 1600 p.
2. BORGHI, A.; BINAGHI, L.; CONVERTI, A.; BORGHI, M. Combined treatment of leachate from sanitary landfill and municipal wastewater by activated sludge. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly. vol. 17, n.4, p. 277-283, 2003.
3. CAMPOS, J.C.; YOKOYAMA, L.; FERREIRA, J.A.; BILA, D.M.; MANNARINO, C.F. tratamento combinado de lixiviados de aterro de resíduos sólidos urbanos em estação de tratamento de esgoto: resultados preliminares. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Belo Horizonte, 2007.
4. CAMPOS, J.R.; POVINELLI, S.C.S.; AISSE, M.M.; SOUZA, M.A.A.; SAMWAYS, G.; ALÉM SOBRINHO, P. Tratamento Combinado de lodo de tanque séptico e de fossas com esgoto sanitário. In: ANDREOLI, C.V. (org) PROSAB – Lodo de Fossa Séptica e Tanque Séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 388p.
5. ÇEÇEN, F.; AKTAS, Ö. Effect of PAC addition in combined treatment of landfill leachate and domestic wastewater in semi-continuously fed batch and continuous-flow reactors. Water SA. vol.27, p.177–188, 2001.
6. EPD – Environmental Protection Departments. Septage Disposal Regulations. City of Manchester, 2008. Disponível em: <<http://www.manchesternh.gov/website/Departments/EnvironmentalProtection/SeptageReceivingFacility/SeptageRegulations/tabid/925/Default.aspx>> Acesso em: 17 abr. 2011.
7. FACCHIN, J.M.J. Tratamento Combinado de Efluentes Líquidos Provenientes de Atividades Humanas – Esgoto Doméstico e Lixiviado de Aterro Sanitário. Porto Alegre, 2005. Monografia (Especialização em Sistemas de Esgotos Sanitários). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.
8. FERREIRA, J.A.; CANTANHEDE, A.L.G.; LEITE, V.D.; BILA, D. M.; CAMPOS, J.C.; YOKOYAMA, L. Tratamento Combinado de Lixiviados de Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos com Esgoto Sanitário . In: GOMES, L.P. (org) PROSAB – Resíduos Sólidos: Estudos de caracterização e tratabilidade de lixiviados de aterros sanitários para as condições brasileiras. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 360p.
9. INGUNZA, M.D.P.D.; ANDRADE NETO, C.O; ARAÚJO, A.L.C; SOUZA, M.A.A.; MEDEIROS, S.A.; BORGES, N.B.; HARTAMANN, C.M. Caracterização física, química e microbiológica do lodo de fossa séptica/tanque séptico. In: ANDREOLI, C.V. (org) PROSAB – Lodo de Fossa Séptica e Tanque Séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 388p.
10. JENKINS, D.; RICHARD, M. G.; DAIGGER, G.T. Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming. 3rd ed., Lewis Publishers, Michigan, USA, 2004.



11. LEITE, B.Z; INGUNZA, M.D.P.; ANDREOLI, C.V. Lodo de Decanto-digestores. In: ANDREOLI, C.V. (org) PROSAB – Biossólidos: Alternativas de Uso de Resíduos do Saneamento. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 417p.
12. SANTOS, A.V. Comportamento do Reator Sequencial em Batelada (RSB) sob estado estacionário dinâmico utilizando idade do lodo como parâmetro de controle operacional. Porto Alegre, 2005. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.
13. SOH, I.; WHALLEY, E.; WHALLEY, M.; ENG, P. Operating Experience Survey of Septage Receiving Facilities. Canada: AWWOA, 2006. Disponível em: <<https://awwoa.ab.ca/pdfs/Operating%20Experience%20Survey%20of%20Septage%20Receiving%20Facilities.pdf>> Acesso em: 17 abr. 2011.
14. USEPA – United States Environmental Protection Agency. Guide to Septage Treatment and Disposal. Centre for Environmental Research Information. Cincinnati, 1994. Disponível em: <<http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/625r94002/625r94002.pdf>> Acesso em: 17 abr. 2011.