

II-186 - DESEMPENHO DE REATORES UASB NA FASE DE PARTIDA NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

Jorge Luiz da Paixão Filho

Tecnólogo em saneamento ambiental pela Faculdade de Tecnologia da Unicamp. Mestre em Saneamento e ambiente pela faculdade de engenharia civil, arquitetura e urbanismo (FEC/Unicamp).

Luan Regis Antunes

Estudante de saneamento ambiental pela Faculdade de Tecnologia da Unicamp. Aluno de iniciação científica na faculdade de engenharia civil, arquitetura e urbanismo (FEC/Unicamp).

Coeurvie Mwanza Mianani

Estudante de saneamento ambiental pela Faculdade de Tecnologia da Unicamp. Aluno de iniciação científica na faculdade de engenharia civil, arquitetura e urbanismo (FEC/Unicamp).

Raúl Lima Coasaca

Estudante de mestrado na faculdade de engenharia civil, arquitetura e urbanismo (FEC/Unicamp).

Adriano Luiz Tonetti⁽¹⁾

Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP)

Endereço⁽¹⁾: Rua Saturnino de Brito, 224, Barão Geraldo- Campinas - SP- CEP: 13083-889- Brasil - Tel: (19) 3521-2369- e-mail: adriano@fec.unicamp.br

RESUMO

O tratamento de esgoto sanitário deve ser ampliado a toda a população brasileira. No entanto a escolha da tecnologia deve ser embasada por critérios técnicos, econômicos e ambientais de cada região. Os reatores anaeróbios não apresentam um custo elevado devido a uma baixa demanda energética e a sua boa adaptação a países de clima quente. Para a utilização de reatores anaeróbios com biomassa suspensa é importante a realização da inoculação ou partida. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de dois reatores UASB no tratamento de esgoto sanitário na fase de partida do reator. Dois reatores UASB, reator 1 (R1) e reator (R2) foram construídos em PVC de 50 mm de diâmetro com três pontos para amostragem de lodo. O reator 1 e o reator 2 apresentam volume total de aproximadamente 4,2 e 3,8 litros, respectivamente. Os reatores foram monitorados por 115 dias, compondo 28 coletas de amostras. O monitoramento do afluente e do efluente dos reatores UASB foram realizados duas vezes na semana com as seguintes análises físico-químicas: DQO filtrada (solúvel), pH, ácido orgânicos voláteis (AOV), alcalinidade parcial e total e condutividade elétrica. Os reatores 1 e 2 apresentaram uma remoção de DQO filtrada (solúvel) de aproximadamente 72 e 65 %, respectivamente. Conclui-se que os reatores UASB apresentaram um desempenho médio de 68,5% na remoção de DQO filtrada, apresentaram um curto período de atenuação em um choque de carga orgânica e o tempo de partida foi de 21 dias aproximadamente.

PALAVRAS-CHAVE: Demanda química de oxigênio, condutividade elétrica, alcalinidade

INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil precisa melhorar para cumprir os desafios de desenvolvimento do milênio. O Brasil tinha como meta reduzir pela metade, até 2015, a população sem acesso permanente a água potável e a esgotamento sanitário (IPEA, 2007). Só o esgotamento sanitário sem o tratamento do esgoto sanitário pode comprometer a qualidade dos corpos hídricos brasileiros e assim vai demandar mais recursos para o tratamento da água de abastecimento. Assim é importante que seja realizado ambos tratamentos, de água e esgoto. O tratamento do esgoto sanitário pode ser realizado de diversas formas e com diferentes processos, contudo a escolha da tecnologia é um fator primordial para o bom funcionamento.

A escolha da tecnologia para o tratamento do esgoto sanitário deve ser embasada nas características do efluente, nas condições climáticas e nos custos relativos a essa tecnologia. Os reatores anaeróbios não apresentam um custo elevado devido a uma baixa demanda energética e a sua boa adaptação a países de clima quente. A utilização de reatores anaeróbios no Brasil é crescente, principalmente os reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) (CHERNICHARO, 2007). No entanto sua partida e a operação tem sido observadas algumas experiências negativas (CHERNICHARO, 2007), e isso pode comprometer a utilização

dessa tecnologia. Para avaliar a partida desse tipo de reatores é importante o estudo em pequena escala. Assim o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de dois reatores UASB no tratamento de esgoto sanitário na fase de partida do reator.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dois reatores UASB, reator 1 (R1) e reator (R2) foram construídos em PVC de 50 mm de diâmetro com três pontos para amostragem de lodo (Figura 01) conforme apresentado em Cavalcanti *et al* (1999). O reator 1 e o reator 2 apresentam volume total de aproximadamente 4,2 e 3,8 litros, respectivamente. Os reatores foram monitorados por 115 dias, compondo 28 coletas de amostras.

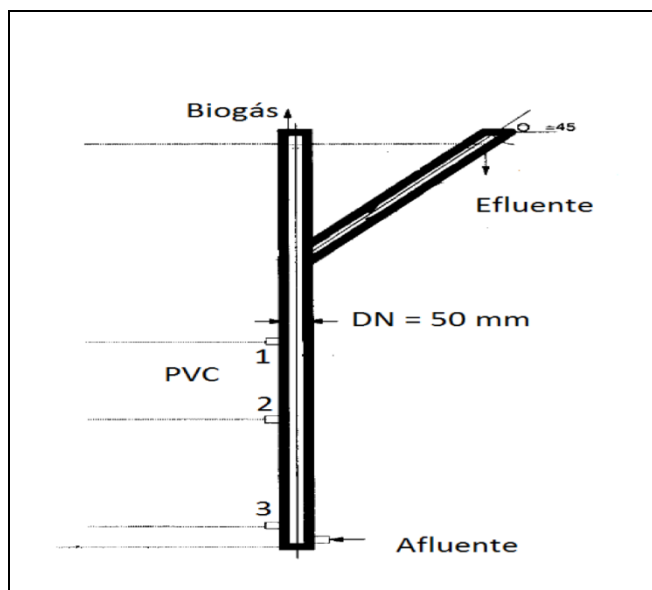


Figura 01: Reator UASB de PVC. Adaptado de Cavalcanti *et al* (1999)

No dimensionamento dos reatores foi utilizado a carga hidráulica volumétrica conforme recomenda Chernicharo (2007) para efluentes com baixa concentração de matéria orgânica. Esse dimensionamento foi utilizado pois depois da partida com esgoto sanitário será tratado lixiviado de aterro sanitário em fase metanogênica, ou seja, com baixa carga orgânica.

Durante a operação dos reatores o TDH (tempo de detenção hidráulica) foi analisado diariamente. A partida dos reatores foi no dia 16/06/2014 com a inoculação de lodo um reator anaeróbico de fluxo ascendente com biomassa aderida. O reator onde foi retirado o lodo está a mais de 6 anos em operação. Para análise da quantidade de biogás produzida foi utilizado um kitasato de 1000 mL e o volume de água deslocado diariamente foi medido. O primeiro dia de amostragem do efluente *in-natura* (esgoto bruto) e tratado foi em 07/07/2014 (dia 0).

O monitoramento do afluente e do efluente dos reatores UASB foram realizados duas vezes na semana com as seguintes análises físico-químicas: DQO filtrada (solúvel), pH, ácido orgânicos voláteis (AOV), alcalinidade parcial e total e condutividade elétrica conforme APHA (1998). Para a determinação dos AOV foi utilizado o método descrito por Dilallo & Albertson (1961), e a alcalinidade parcial e total, por sua vez, foi determinada segundo o método descrito por Ripley *et al.* (1986). A condutividade elétrica foi realizada na amostra filtrada. Após 60 dias de operação o lodo do reator 1 foi analisado em três pontos de amostragem.

O esgoto bruto empregado foi proveniente de uma região da UNICAMP na qual circulam aproximadamente 10 mil pessoas por dia e onde estão situados os seguintes órgãos: hospital das clínicas, creche da área de saúde, escola estadual, almoxarifado central e centro de saúde da comunidade (CECOM) (TONETTI, 2008). A coleta de esgoto bruto foi realizada diariamente e o reservatório foi preenchido manualmente. No reservatório de armazenamento do afluente foi colocado uma bomba de circulação Sarlobetter 1000 para manter os sólidos presentes em suspensão.

RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA

Observa-se na tabela 1 as características do esgoto bruto (EB), efluente do reator 1 (ER1) e reator 2 (ER2). O esgoto bruto apresentou uma demanda química de oxigênio filtrada (solúvel) inferior ao observado em outros trabalhos que usaram um efluente de mesma origem. Tonetti *et al.*, (2011) observaram uma DQO filtrada média de 627 mg O₂ L⁻¹ no efluente da mesma região. Para os outros parâmetros os valores foram semelhantes. Como o maior usuário de água é o hospital das clínicas é possível que essa diferença encontrada nos valores de DQO esteja relacionado com o horário de amostragem do esgoto bruto.

Tabela 01: Valores médios dos principais parâmetros analisados no monitoramento dos reatores UASB

Parâmetro	EB	ER1	ER2
pH	7,3	7,5	7,7
Alcalinidade Parcial (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	228	334	360
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	378	417	439
AOV (mg Hac L ⁻¹)	185	74	76
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	351	72	108

Observa-se que após o tratamento do esgoto sanitário no reator UASB houve um pequeno aumento no pH possivelmente pelo consumo dos ácidos orgânicos voláteis e pela transformação do nitrogênio orgânico em nitrogênio amoniacal (N-NH₃), que é uma base fraca (Figura 2). Esse aumento do pH também pode estar correlacionado com o aumento da alcalinidade parcial e total após o tratamento nos reatores UASB (Figura 3 e Figura 4). Pode-se observar que o esgoto bruto apresentou uma pequena variação nos valores de pH (Figura 02) ao longo do tempo de monitoramento. No trigésimo oitavo dia de monitoramento o pH do efluente no reator 2 apresentou uma diminuição significativa, 5,8; devido ao aumento de ácidos orgânicos voláteis (AOV) (Figura 05). Esse aumento de AOV foi devido a um aumento na DQO filtrada, 1556 mg O₂ L⁻¹, no esgoto bruto (Figura 06). Assim devido ao baixo TDH utilizado pode ter ocorrido um acúmulo de ácidos orgânicos voláteis.

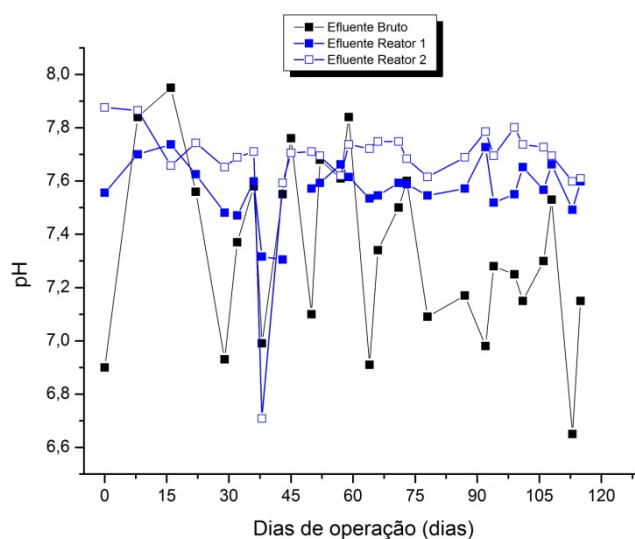


Figura 02: Variação do pH do efluente bruto e pós-tratado em reatores UASB

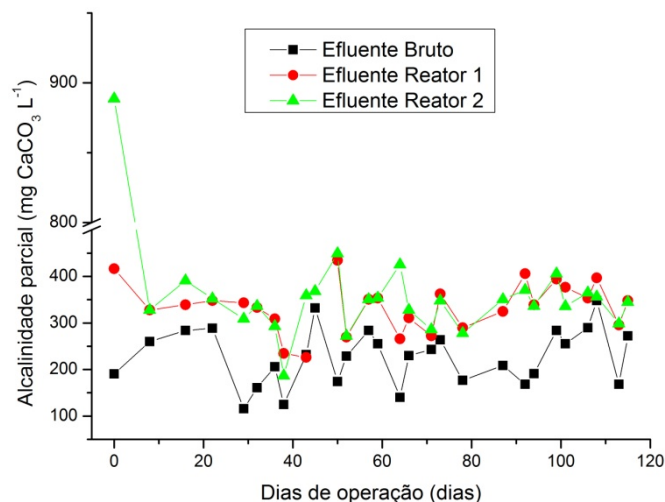


Figura 03: Variação da alcalinidade parcial do efluente bruto e pós-tratado em reatores UASB

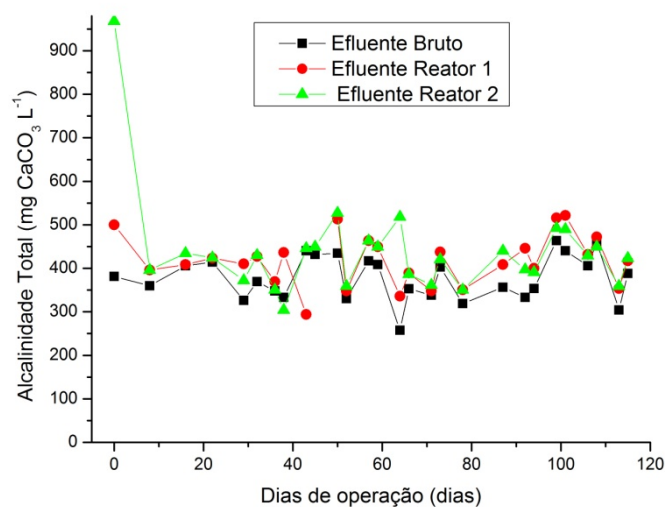


Figura 04: Variação da alcalinidade total do efluente bruto e pós-tratado em reatores UASB

Houve uma redução dos ácidos orgânicos voláteis após o tratamento nos reatores UASB (Figura 5). A razão AOV/alcalinidade parcial é uma relação importante para avaliar a capacidade de tamponamento do meio (CAVALCANTI *et al.*, 1999). A razão AOV/Alcalinidade parcial média foi de 0,29 e 0,34 para os reatores 1 e 2, e isso mostra uma capacidade de tamponamento do meio adequado para o desenvolvimento das bactérias produtoras de metano. No entanto, no trigésimo oitavo dia de monitoramento, essa razão foi de 1,29 e 2,58 nos reatores 1 e 2. Esse desequilíbrio foi causado por um aumento repentino na DQO do efluente Bruto (Figura 06).

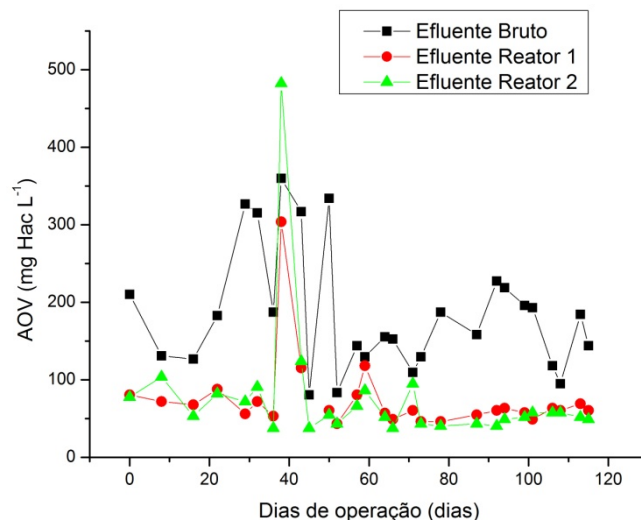


Figura 05: Variação dos ácidos orgânicos do efluente bruto e pós-tratado em reatores UASB

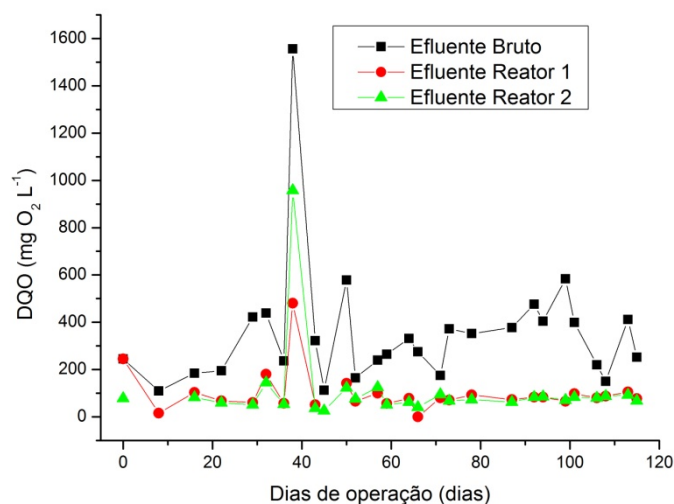


Figura 06: Variação da demanda química de oxigênio do efluente bruto e pós-tratado em reatores UASB

Os reatores 1 e 2 apresentaram uma remoção de DQO filtrada (solúvel) de aproximadamente 72 e 65 %, respectivamente (Figura 07). Os valores alcançados na remoção de DQO estão dentro da faixa usual para reatores UASB, 60 - 70% (CHERNICHARO, 2007). O tratamento de esgoto sanitário em reator UASB em escala real com TDH de 7,0 horas obteve uma eficiência de remoção de DQO de 69% e 75% no mês frio e quente respectivamente (CALIJURI *et al.*, 2009). O TDH médio dos reatores 1 e 2 foram respectivamente 7,81 e 7,63 horas.

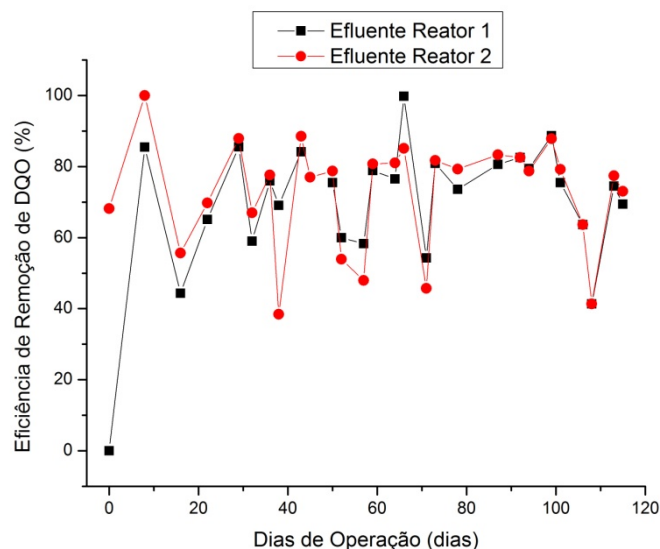


Figura 07: Eficiência na redução da DQO filtrada nos reatores 1 e 2

A condutividade elétrica é um parâmetro pouco utilizado no saneamento, no entanto o monitoramento desse parâmetro é um indicativo da presença de sólidos suspensos, dissolvido, e de um modo geral, a presença de cátions e ânions. A condutividade elétrica pode ser um parâmetro para o controlar o lançamento de efluentes industriais na rede de esgoto. Após o tratamento do efluente bruto em reatores UASB houve um pequeno aumento da condutividade elétrica (Figura 08). A condutividade média no esgoto bruto foi de $0,96 \text{ mS cm}^{-1}$ e no efluente de ambos reatores foi de $1,20 \text{ mS cm}^{-1}$. Como não foi encontrado na literatura técnico - científica brasileira esse parâmetro, será utilizado o padrão de Omã (BAAWAIN *et al.*, 2014), sendo o padrão de $2,0$ - $2,7 \text{ mS cm}^{-1}$. O efluente bruto e tratado apresentaram valores menores que o permitido pela legislação citada. No septuagésimo terceiro dia de monitoramento o valor de condutividade elétrica encontrado para o efluente bruto foi muito alto, possivelmente essa amostra não foi filtrada.

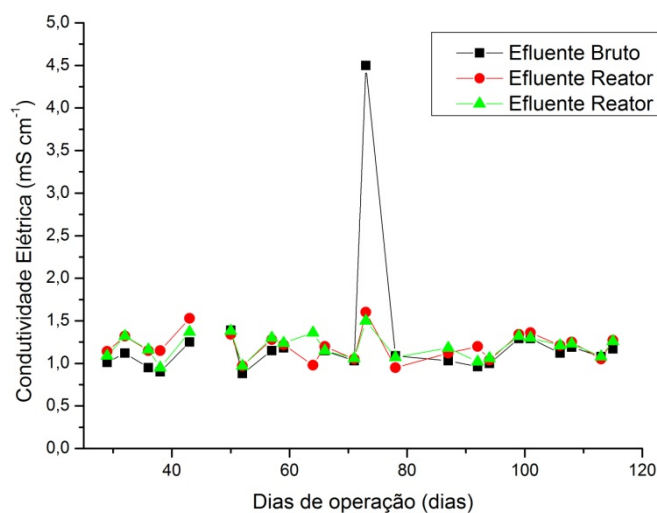


Figura 08: Condutividade elétrica no efluente bruto e pós-tratado em reatores UASB

Os reatores UASB 1 e 2 apresentaram uma estabilidade 21 dias após a inoculação (16/06/2014). O baixo tempo de partida obtido nesses dois reatores foi devido que o inoculo utilizado já estava adaptado as característica do esgoto bruto. O lodo utilizado como inóculo foi retirado de um reator anaeróbio de fluxo ascendente em operação desde 2008.

A avaliação das características do lodo produzido nos reatores UASB podem ajudar no planejamento do descarte do lodo formado, sem o arraste desse com o efluente. Observa-se que a concentração de sólidos foi maior na base do reator, apresentando-se assim uma diminuição conforme o ponto de amostragem (Tabela 02).

Tabela 02: Teor de sólidos no lodo utilizado na partida do reator e após 66 dias de operação

Ponto de amostragem		ST	STF	STV	SST	SSF	SSV
		g L ⁻¹					
Base	3	20,50	15,80	4,70	18,90	3,50	15,40
Meio	2	17,30	13,30	4,00	16,40	3,10	13,30
Topo	1	15,05	11,80	3,25	14,82	2,73	12,08

CONCLUSÕES

Conclui-se que os reatores UASB apresentaram um desempenho médio de 68,5% na remoção de DQO filtrada, apresentaram um curto período de atenuação em um choque de carga orgânica e o tempo de partida foi de 21 dias aproximadamente.

Conclui-se que reatores UASB em formato de "Y" apresentam tempo de partida de 21 dias e uma eficiência na remoção de DQO usual para reatores anaeróbios de alta taxa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 ed. Washington, D.C., USA, 1998.
2. BAAWAIN, M. S.; AL-OMAIRI, A.; CHOUDRI, B. S. Characterization of domestic wastewater treatment in Oman from three different regions and current implications of treated effluents. Environmental Monitoring and Assessment. vol.186, p.2701-2716, 2014. DOI 10.1007/s10661-013-3572-x.
3. CAVALCANTI, P. F. F.; MEDEIROS, E. J. S.; SILVA, J. K. M.; HAANDEL, A. V. Excess sludge discharge frequency for UASB reactors. Water science and technology, v.40, n.8, p.211-219, 1999.
4. CALIJURI, M. L.; BASTOS, R. K. X.; MAGALHÃES, T. D. B.; CAPELETE, B. C.; DIAS, E. H. O. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14, n.3, p.421-430, 2009.
5. CHERNICHARO, C. A. L. Reatores anaeróbios. volume 5, 2ª edição, departamento de engenharia sanitária e ambiental (DESA). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2007.
6. DILALLO R. & ALBERTSON O. E. Volatile Acids by Direct Titration. Water Pollution Control Federation, 33: 356-365. 1961.
7. RIPLEY, L. E.; BOYLE, W. C., Converse J. C. 1986. Improved Alkalimetric Monitoring for Anaerobic Digestion of High-Strength Wastes. Water Pollution Control Federation, 58: 406-411.
8. TONETTI, A. L.; CORAUCCI FILHO, B.; GUIMARÃES, J. R.; CRUZ, L. M. D. OLIVEIRA.; NAKAMURA, M. S. Avaliação da partida e operação de filtros anaeróbios tendo bambu como material de recheio. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.16, n.1, p.11-16, 2011.
9. TONETTI, A. L. Tratamento de esgotos pelo sistema combinado filtro anaeróbio e filtros de areia. Tese de Doutorado. Faculdade de engenharia civil, arquitetura e urbanismo (FEC). Unicamp. 2008.