

EFICIÊNCIA DE REATOR ANAERÓBIO UASB PRECEDIDO DE DECANTO-DIGESTOR NA REMOÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA E SÓLIDOS EM EFLUENTES DO ABATE DE BOVINOS

LUCIANO DOS SANTOS RODRIGUES¹, RENATA DE PAOLI SANTOS², CAMILA DE AGUIAR LIMA³, ISRAEL JOSÉ DA SILVA⁴

¹Engenheiro Agrícola, Prof. Dr. Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte ó MG, Fone: (0xx31) 3409-2097, lsantosrodrigues@gmail.com.

²Pós-graduanda em Ciência Animal, Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte ó MG.

³Pós-graduanda em Ciência Animal, Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte ó MG.

⁴Médico Veterinário, Prof. Dr., Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte ó MG.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de um sistema de tratamento composto por reator UASB precedido de decanto-digestor na remoção de matéria orgânica e sólidos nos efluentes provenientes do abate de bovinos. Esse trabalho foi realizado no frigorífico Paladar, em Matozinhos, Minas Gerais. A ETE em escala real foi projetada para uma vazão diária de 60 m³ d⁻¹. O sistema de tratamento foi composto por medidor parshall, seguido de peneira estática, caixa de gordura, decanto-digestor e reator UASB. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), e sólidos suspensos totais (SST) no período de abril a dezembro de 2014. Os valores efluentes médios de pH, DBO, DQO e SST no decanto-digestor e reator UASB foram de 6,87 e 6,98, 1131 e 996 mg L⁻¹, 2038 e 1805 mg L⁻¹, 980 e 490 mg L⁻¹, respectivamente. O sistema mostrou-se eficiente, com remoção média de 81,17% para DQO e 46,47% para SST. O sistema apresentou alto desempenho na remoção matéria orgânica, mostrando ser uma alternativa viável para o tratamento de águas residuárias do abate de bovinos.

PALAVRAS-CHAVE: águas residuárias, agroindústria, impacto ambiental.

EFFICIENCY ANAEROBIC UASB REACTOR PRECEDED THE DECANTER DIGESTER OF REMOVAL THE ORGANIC MATTER AND SOLID IN CATTLE SLAUGHTER OF WASTEWATER

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effectiveness of a treatment system consisting of UASB reactor preceded decanto-digester in the removal of organic matter and solids in the effluent from the cattle slaughter. This work was performed at Paladar slaughterhouse in Matozinhos, Minas Gerais. TEE full scale is designed for a daily flow of 60 m³ d⁻¹. The treatment system was composed of parshall meter, followed by static sieve fat box, decant and UASB-digester. The following parameters were analyzed: pH, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total solids (TS), and total suspended solids (TSS) in the period April-December 2014. The average effluent values of pH, BOD, COD and TSS in decanto-digester and UASB reactor were 6.87 and 6.98, 1131 and 996 mg L⁻¹, in 2038 and 1805 mg L⁻¹, 980 and 490 mg L⁻¹, respectively. The system proved to be efficient, with average removal of 81.17% to 46.47% for COD and TSS. The system has demonstrated high performance in removing organic matter, being a viable alternative for the treatment of

wastewater from cattle slaughter.

KEYWORDS: wastewater, agroindustry, environmental impact.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos estão submetidos a um conjunto de impactos resultantes das atividades humanas nas bacias hidrográficas e dos usos múltiplos da água produzindo inúmeras alterações que as tornam impróprias (TUNDISI, 2001). A produção crescente pela sociedade moderna de resíduos poluentes sem destinação adequada pode prejudicar de forma imensurável os ecossistemas, principalmente hídricos. Dessa forma, há uma grande preocupação em relação ao grau de tratamento, ao destino final dos esgotos e suas consequências sobre o meio ambiente (JORDÃO & PESSOA, 2011).

Nos últimos anos, o Brasil tem se esforçado no desenvolvimento de tecnologias para a remoção da matéria orgânica de efluentes e com o aumento das exigências ambientais há o desafio de buscar alternativas para o controle da concentração de compostos nitrogenados de águas residuárias e a eliminação dos seus odores, o que nem sempre tem obtido sucesso (ISOLDI & KOETZ, 1998).

Os efluentes provenientes de abatedouros possuem natureza essencialmente orgânica, mesmo quando contam com unidades de industrialização de carne e subprodutos. Por esta característica são na grande maioria dos casos tratados por processos biológicos como lagoas de estabilização, reatores anaeróbios ou sistemas de lodos ativados, de acordo com seu porte, capacidade de abate ou da existência de unidades de industrialização da carne. (FORLANI et al., 2004)

O reator UASB tem sido amplamente estudado devido à sua vantagem de combinar construção e operação simplificada com capacidade de acomodar altas cargas orgânicas e hidráulicas (LETTINGA et al., 1980).

O processo de funcionamento do reator UASB consiste em se ter um fluxo ascendente de águas residuárias através de um leito de lodo (micro-organismos) denso de elevada atividade. O perfil de sólidos (lodo) no reator varia de muito denso e com partículas granulares de elevada capacidade de sedimentação, próximas ao fundo (leito de lodo), até um lodo mais disperso e leve, próximo ao topo do reator (manta de lodo) (CHERNICHARO, 2007).

A estabilização da matéria orgânica ocorre em todas as zonas de reação, sendo a mistura do sistema promovida pelo fluxo ascensional das águas residuárias e das bolhas de gás. As águas residuárias entram pelo fundo do reator e o efluente deixa o reator, por meio de um decantador interno localizado na parte superior do reator. Um dispositivo de separação de gases e sólidos localizados abaixo do decantador, garante as condições ótimas de sedimentação das partículas que se desgarram da manta de lodo, permitindo que estas retornem à câmara de digestão, ao invés de serem arrastados para fora do sistema. Embora parte das partículas mais leves serem perdidas juntamente com o efluente, o tempo médio de residência de sólidos no reator é mantido suficientemente elevado para manter o crescimento de uma massa densa de microrganismos formadores de metano, apesar do reduzido tempo de detenção hidráulica (CHERNICHARO, 2007).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um frigorífico localizado na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. A estação de tratamento de efluentes em escala real foi projetada para uma vazão diária de $60 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$, correspondente a um abate de 60 animais por dia (bovinos). Na figura 1 é mostrada planta esquemática da estação de tratamento de efluentes, que consistiu de calha parshall, para medição de vazão, seguida de peneira estática (PE), para remoção de sólidos sedimentáveis, caixa de gordura gravimétrica (CG), para remoção de gordura, decanto-digestor (DD) e reator anaeróbio de manta de lodo (UASB), como tratamento secundário.

A alimentação dos efluentes na ETE foi realizada por gravidade, por meio de tubos de PVC e canaletas.

O decantador de volume 120 m^3 , foi construído de alvenaria e foi dividido em três compartimentos em série.

O reator UASB de volume 216 m^3 foi construído de concreto armado, sendo o defletor e o separador trifásico feitos de fibra de vidro. A alimentação do reator UASB foi feita por meio de caixa de distribuição de oito compartimentos.

Foram realizadas a amostragem do afluente e efluentes da peneira estática, caixa de gordura, decantador e reator UASB, que foram analisados semanalmente durante oito meses. As amostras foram coletadas a cada 30 minutos durante o período de operação do frigorífico (7:00 as 14:00), e preservadas em gelo, para posterior processamento no laboratório de Saneamento Ambiental da Escola de Veterinária da UFMG.

Foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, alcalinidade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), sólidos sedimentáveis (Ssed), amônia e nitrogênio total Kjeldahl (NTK) de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998).

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores médios dos parâmetros físico-químicos obtidos no período de monitoramento do afluente e efluente do sistema de tratamento.

TABELA. 1 Valores médios de concentração afluentes e efluentes das unidades que compõe a ETE.

Parâmetro	Afluente ETE	Efluente			
		Peneira estática	Caixa de Gordura	Decanto- digestor	Reator UASB
pH	$6,78 \pm 0,36$	$6,47 \pm 0,34$	$6,44 \pm 0,20$	$6,87 \pm 0,40$	$6,98 \pm 0,17$
DQO	9583 ± 5508	5565 ± 2071	6400 ± 3403	2038 ± 746	1805 ± 791
DBO	3006 ± 394	2412 ± 1096	3258 ± 2893	1131 ± 467	996 ± 344
SST	913 ± 683	841 ± 553	774 ± 524	980 ± 722	490 ± 173
SSV	913 ± 683	815 ± 499	741 ± 469	980 ± 722	479 ± 175

O esgoto bruto apresentou valores de DBO e DQO similares às faixas reportadas na literatura (BERNET e PAUL, 2006), a qual relata valores mínimos e máximos de 490 a 8000 mg L^{-1} e 1500 a 11200 mg L^{-1} , respectivamente. Esta grande amplitude é explicada devido às

variabilidades operacionais das indústrias como consumo de água, tipo de animal, procedimentos de limpeza, etc.

Durante o período experimental observou-se uma tendência de neutralidade do pH (figura 1), principalmente no reator UASB que atingiu valor médio de 6,98, faixa de pH ótima para a atividade microbiana dentro do reator.

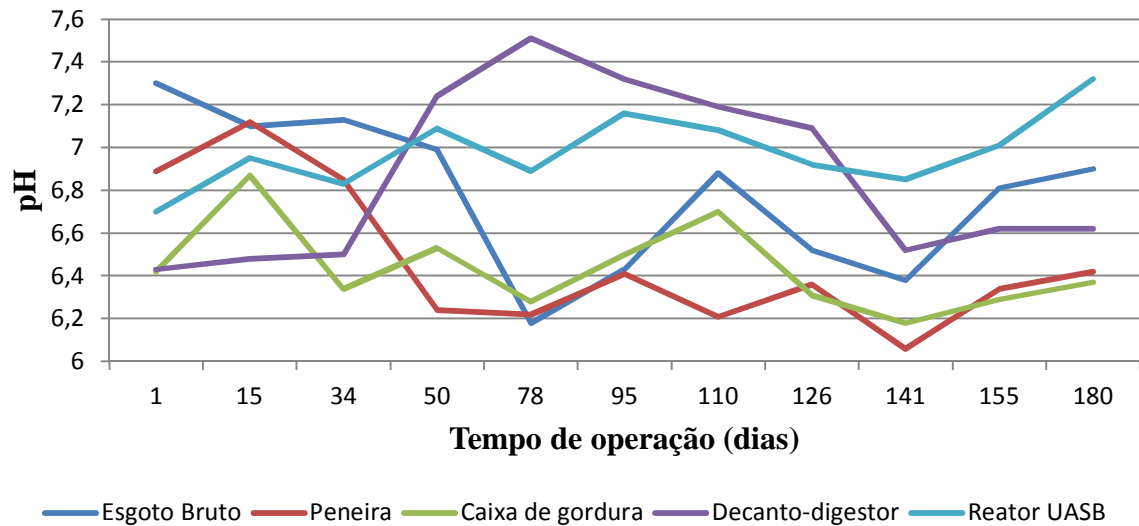


FIGURA 1. Valores de pH do esgoto bruto e efluentes da peneira, caixa de gordura, decanto-digestor e reator UASB ao longo do período experimental.

Durante o período experimental, foram observadas pequenas oscilações nos valores de DBO, tanto no esgoto bruto como nos efluentes das unidades da ETE, como mostra a figura 2.

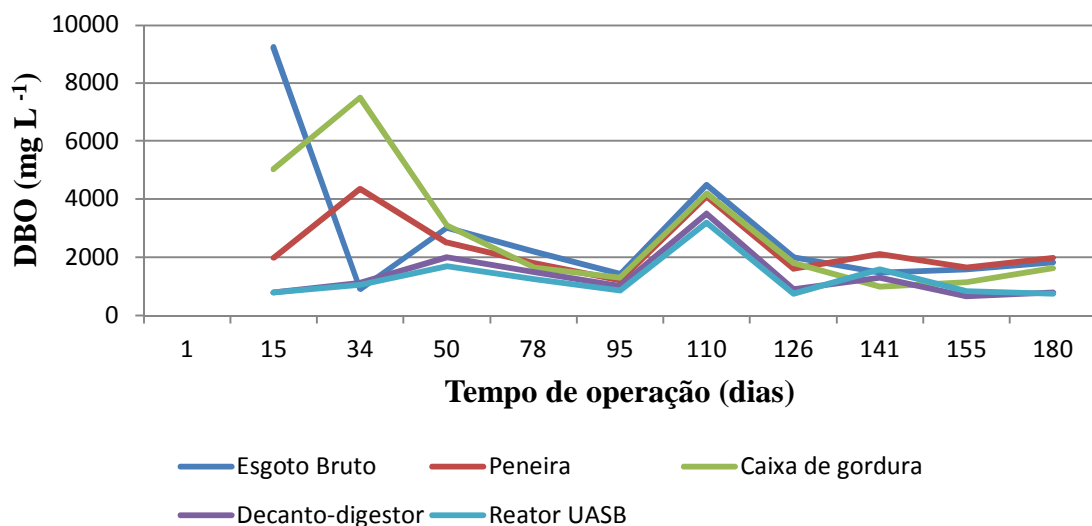


FIGURA 2. Valores de DBO do esgoto bruto e efluentes da peneira, caixa de gordura, decanto-digestor e reator UASB ao longo do período experimental.

Por meio da figura 3, observa-se grande variação nos valores de DQO do afluente, com valores de DQO superiores às faixas reportadas na literatura (BERNET e PAUL, 2006), a qual relata valores mínimos e máximos de 1500 a 11200 mg L⁻¹, e a UNEP (2000), que relata valores de DQO para abatedouro de bovinos próximos a 4.000 mg L⁻¹. Esta grande amplitude é explicada devido às variabilidades operacionais das indústrias como consumo de água, tipo de animal, procedimentos de limpeza.

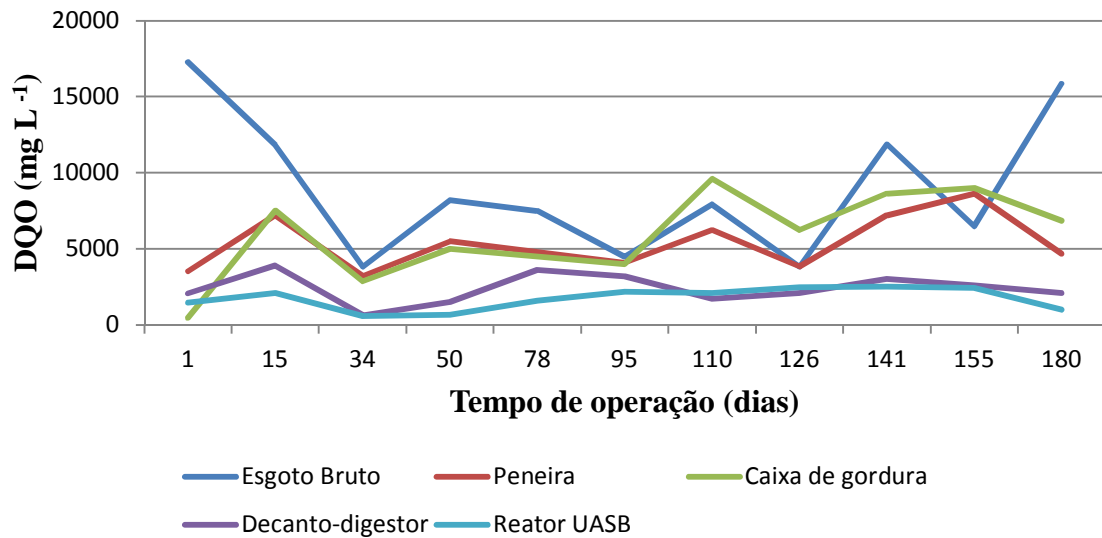


FIGURA 3. Valores de DBO do esgoto bruto e efluentes da peneira, caixa de gordura, decanto-digestor e reator UASB ao longo do período experimental.

Nas figuras 4 e 5 é mostrado o comportamento do sistema quanto à concentração de SST e SSV, que tem como características altos valores afluentes, devido à presença de sangue, restos de carne e gordura, e no decorrer do sistema de tratamento houve redução significativa destes parâmetros.

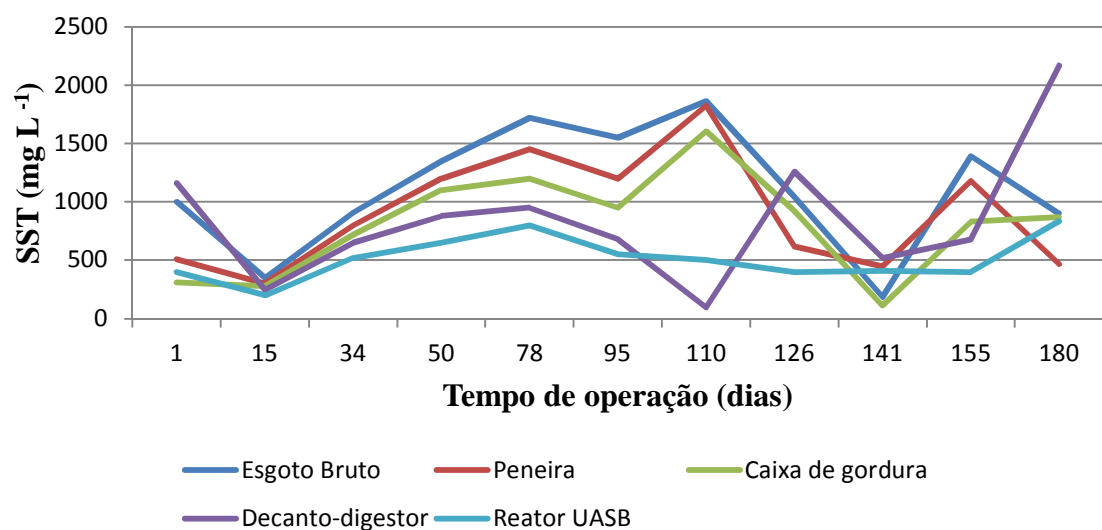


FIGURA 4. Valores de SST do esgoto bruto e efluentes da peneira, caixa de gordura, decanto-digestor e reator UASB ao longo do período experimental.

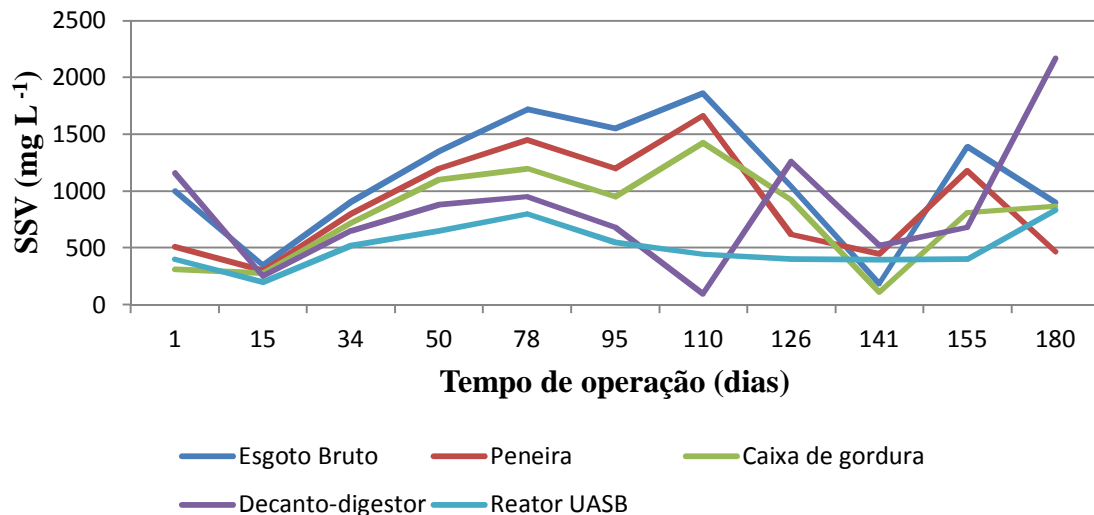


FIGURA 5. Valores de SSV do esgoto bruto e efluentes da peneira, caixa de gordura, decanto-digestor e reator UASB ao longo do período experimental.

De acordo com a Deliberação Normativa CERH/COPAM nº 01/2008 os valores de lançamento da DQO e SST em corpos hídricos são de 180 mg L⁻¹ e 100 mg L⁻¹ respectivamente, entretanto os efluentes do sistema em estudo ficaram acima do padrão estabelecido pela legislação, devido às altas concentrações dos afluentes.

Na tabela 2 são mostrados os valores de eficiência de DQO, DBO, SST, e SSV nas diversas unidades de tratamento.

TABELA. 2 Valores médios de eficiência de remoção (%) de DQO, DBO, SST e SSV das unidades que compõe a ETE.

Parâmetro	Peneira estática	Caixa de Gordura	Decanto-digestor	Reator UASB	GLOBAL
DQO	41,93	-15,00	68,16	11,44	81,17
DBO	19,76	-35,07	65,29	11,94	66,87
SST	7,89	7,92	-26,62	50,01	46,32
SSV	10,76	9,06	-32,32	51,18	47,57

A peneira estática apresentou remoção significativa de DQO (41,93%), o que proporciona um melhor desempenho do tratamento biológico, notadamente do reator UASB que têm grande limitações quando recebe afluentes com altas concentrações de sólidos suspensos.

Em efluentes domésticos, a remoção esperada de sólidos suspensos em tratamento primário é de 60 a 70 % (VON SPERLING, 2005).

Pode-se observar alto desempenho do sistema na remoção de DQO, superando 80% de eficiência, para uma carga orgânica aplicada média no decanto-digestor e reator UASB de respectivamente 3,8 e 0,6 kgDQO m⁻³d⁻¹, com tempos de detenção hidráulico de 0,96 e 2,6 dias respectivamente, cumprindo o que estabelece a DN COPAM/CERH 01/2008 quanto à eficiência de remoção da ETE.

MASSÉ E MASSE (2000) estudaram quatro reatores anaeróbios compartimentados recebendo efluentes de frigorífico com DQO variando de 6908 a 11500 mg L⁻¹, obtendo

redução de 90 a 96% para uma carga orgânica aplicada nos reatores na faixa de 2,07 a 4,93 kgDQO m⁻³d⁻¹ e tempo de detenção hidráulico de dois dias.

TORKIAN E HASHEMIAN (2003) operaram um reator UASB de 1 m³ com carga orgânica aplicada variando de 13 a 39 kgDQO m⁻³d⁻¹ e tempo de detenção hidráulico de 2 a 7 horas, obtendo remoções de DQO de 75 a 90% para afluentes de 3000 a 4500 mg L⁻¹.

LEIFELD et. al. (2009) estudou o emprego de filtros anaeróbios no tratamento de efluentes de abatedouro com tempos de detenção hidráulico variando de 48 a 120 horas, e obtiveram eficiências de remoção de DQO, ST e STV variando de 48,4 a 87,0%, 39,08 a 78,56% e 56,55 a 86,91%, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de doutorado concedida, e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

CONCLUSÕES

O sistema de tratamento avaliado com o emprego do reator UASB apresentou alto desempenho na remoção de DQO. Dessa forma, esses reatores tornam-se uma alternativa viável para o tratamento de águas residuárias de frigoríficos, já que oferece bons resultados de remoção.

REFERÊNCIAS

- APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 20 ed. Washington, d. C. 1998.
- BERNET, N; PAUL, E. Application of biological treatment systems for foodprocessing wastewaters. **Advanced Biological Treatment Processes for Industrial Wastewater**. IWA Publishing 2006.
- CHERNICHARO, C.A.L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios**. 2.ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2007. v.5, 379p.
- FORESTI, E., OLIVEIRA, R.A. DE. Anaerobic treatment of piggery wastewater in UASB reactors. In: international symposium on agricultural and food processing wastes.7, 1995. Chicago-USA. **Proceedings...** Chicago,1995. P. 309-318.
- FORLANI, J. P. M.; MEDEIROS, M.; LÉO, L. F. R. O Potencial de Reuso de Água (Efluentes Tratados) em um Matadouro-Frigorífico. In: I Simpósio de Engenharia Ambiental, 2004. São Carlos. **Anais...** p. 81. Disponível em: <<http://www.tratamentodeagua.com.br>>. Acesso em: 17 Out. 2012.
- ISOLDI, L. A; KOETZ, P. R. Remoción de nitrógeno de aguas residuales de La industrialización de arroz en reatores performantes. In: Taller y seminario latinoamericano de tratamiento anaeróbico de aguas residuales, 5., 1998, Viña del Mar. **Anales...** Viña Del Mar: UCVP/IAWQ/UTFSM, 1998. p. 234.
- JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. 2011. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª Ed. Abes, Rio de Janeiro.
- LEIFELD, V.; RIVAS, L.M.C.G.; BARANA, A.C. Comparação entre filtros biológicos anaeróbios para o tratamento de efluentes de abatedouro com diferentes sistemas de alimentação. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, vol. 1, n. 1, p. 96-102, 2009.

LETTINGA G.; Van VELSEN, A.F.M.; HOBMA, S.W.; ZEEUW, W.; KLAPWIJK, A. Use of the upflow sludge blanket (USB) concept for biological wastewater treatment, especially anaerobic treatment. **Biotechnology and Bioengineering**, n.22, p.699-734, 1980.

MASSÉ, D.I.; MASSE, L. Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactors. **Canadian agricultural engineering**, vol. 42, n. 3, p. 131-137, 2000.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa nº. 01 de 2008**. Belo Horizonte: Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais/Conselho Estadual de Recursos Hídricos ó COPAM/CERH, 2008.

TORKIAN, A.; EQBALI, S.J.; HASHEMIAN, S.J. The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent. **Resources Conservation & Recycling**, p. 1-13, 2003

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. 2001. **Limnologia**. Oficina de Textos, São Paulo.

UNEP ó UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; DEPA ó DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark. **Cleaner production assessment in meat processing**. Paris: UNEP, 2000. Disponível em <http://www.agrifood-forum.net/publications/guide/index.htm>.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de esgotos. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental ó UFMG. 3 ed. 452 p.