



## DESEMPENHO DE REATORES ANAERÓBIOS EM DOIS ESTÁGIOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE PROCESSAMENTO DE CARNE

Luciano dos Santos Rodrigues<sup>1</sup>

Rogéria Maura Pazini Xavier<sup>2</sup>

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques<sup>3</sup>

Claudiomir da Silva Santos<sup>4</sup>

Alisson Souza de Oliveira<sup>5</sup>

Fabício Santos Rita<sup>6</sup>

### Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos

#### *Resumo*

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência em escala real de um sistema de tratamento de águas residuárias de uma indústria de processamento de carne. O sistema de tratamento foi composto de peneira estática, caixa de gordura, reator UASB, seguido de filtro anaeróbio. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais (ST), sólidos totais voláteis (STV), sólidos totais fixos (STF). Os valores efluentes médios de pH, DBO, DQO no efluente final foram de 7,01, 65 mg L<sup>-1</sup>, e 135 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. O sistema apresentou alta eficiência na remoção de DBO e DQO com valores médios de 90% e 85% respectivamente. Conclui-se que o sistema de tratamento, composto por reator UASB, seguido de filtro anaeróbio, foi eficiente na remoção de DBO, DQO,

**Palavras-chave:** digestão anaeróbia, legislação ambiental, agroindústria.

---

<sup>1</sup>Prof. Dr. Luciano dos Santos Rodrigues, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, lsantosrodrigues@gmail.com.

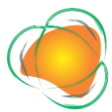
<sup>2</sup>Engenheira de Aquicultura, Doutoranda em Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, rogeriapazini@hotmail.com.

<sup>3</sup>Prof. Dra. Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques, Universidade Vale do Rio Verde, roeflorestal@hotmail.com.

<sup>4</sup>Prof. Dr. Claudiomir da Silva Santos, Instituto Federal Sul de Minas, campus Muzambinho, claudiomirsilvasantos@gmail.com.

<sup>5</sup>Prof. Dr. Alisson Souza de Oliveira, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, campus Monte Carmelo, alissonso@hotmail.com.

<sup>6</sup>Prof. Dr. Fabício Santos Rita, Instituto Federal Sul de Minas, campus Muzambinho, fabriciosantosrita@gmail.com.



## INTRODUÇÃO

A indústria de beneficiamento da cadeia animal composta pelos abatedouros, frigoríficos, processadoras e graxarias são extremamente importantes na economia brasileira, porém são indústrias que geram volumes elevados de águas residuárias que possuem como características, altas concentrações de matéria orgânica, sólidos e nutrientes podendo causar grande impacto ambiental no solo e nos corpos hídricos.

As águas residuárias de unidades processadoras de carne por ter característica essencialmente orgânica tendem a serem tratadas por processos biológicos como lagoas de estabilização, reatores anaeróbios ou sistemas de lodos ativados, (FORLANI et al., 2004)

Um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para 2030, segundo a agenda de desenvolvimento sustentável da ONU é que 100% da população deve ter acesso à água potável segura e acessível. Atualmente um bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não têm acesso a água tratada e um bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico (CETESB, 2020).

A biodigestão anaeróbia consiste em vários processos sequenciais no qual ocorre a atuação de diversos grupos de microrganismos que transformam compostos orgânicos mais complexos (proteínas, carboidratos e lipídios) em produtos mais simples como o gás metano e carbônico (SANTOS, 2016). É um processo complexo, que requer condições ambientais específicas e diferentes populações de microrganismos (LASTELLA et al., 2000). Nesse processo existe um delicado equilíbrio entre os grupos de processos primários (hidrólise e acidogênese) e a conversão dos produtos ácidos pelos microrganismos acetogênicos e a formação de metano e dióxido de carbono pelos metanogênicos (LEITÃO et al., 2006; LIU et al., 2008).

O reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) e filtros anaeróbios retêm a biomassa favorecendo o equilíbrio dos microrganismos. A imobilização destes organismos nos reatores é benéfica para o sistema considerando o lento crescimento dos microrganismos metanogênicos (MELIDIS et al., 2003). Nos reatores UASB a microbiota é imobilizada em grânulos e flocos na manta de lodo que é formada na parte

Realização





inferior do reator, já nos filtros anaeróbios o meio suporte imobiliza a biomassa por meio da formação dos biofilmes, o que promovem um alto contato do efluente a ser tratado com o lodo retido e um maior valor para a idade do lodo (PANDEY e SARKAR, 2017). Obtendo assim resultados satisfatórios quanto à remoção de matéria orgânica e produção de metano em efluentes com elevadas cargas orgânicas (RODRIGUES et al. 2009; OLIVEIRA e SANTANA, 2011; URBINATI, et al. 2013).

Os reatores de alta taxa são considerados robustos por suportarem altas cargas orgânicas e sobrecargas hidráulicas além de requerer pequenas áreas e apresentarem baixa produção de lodo (DUDA e OLIVEIRA, 2011).

Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a eficiência em escala real de uma estação de tratamento de águas residuária de uma indústria processadora de carne.

## METODOLOGIA

### Local de pesquisa

O trabalho foi desenvolvido em uma indústria processadora de carne bovina e suína localizado no sul do estado de Minas Gerais.

O empreendimento possui uma estação de tratamentos de efluentes composta por tratamento primário (TP), que engloba peneira estática e caixa de gordura, e tratamento secundário composto por reator anaeróbio UASB seguido de Filtro anaeróbio. O efluente é encaminhado para todas as fases de tratamento por gravidade por meio de tubos e conexões.

### Monitoramento

O programa de monitoramento foi realizado mensalmente por meio de análises físico-químicas. Os principais parâmetros avaliados foram: temperatura, pH, DQO, DBO, sólidos suspensos, sólidos suspensos fixos, sólidos suspensos voláteis, sólidos sedimentáveis. As amostras foram coletadas na entrada e saída da ETE.

As análises físico-químicas foram realizadas conforme descrito no Standard

#### Realização





Methods for Examination of Water and Wastewater (AWWA/APHA/WEF, 1998)

As amostras coletadas foram acondicionadas e transportadas, de maneira a manter suas características até o laboratório, sendo realizadas no Laboratório de Saneamento do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da UFMG.



Figura 1. Sistema de Tratamento de Águas Residuárias composta por reator UASB seguido de Filtro Anaeróbio.

Fonte: Acervo do autor.

Realização

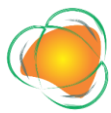


Figura 2. Efluente do Sistema de Tratamento de Águas Residuárias.

Fonte: Acervo do autor.

### **Análise estatística**

Foi realizada análise estatística dos valores obtidos por meio de média, desvio padrão, coeficiente de variação e valores máximo e mínimo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas Figuras 3, 4 e 5 são mostrados as variações dos parâmetros pH, DBO e DQO do esgoto e tratado durante o período experimental. Na tabela 1 são apresentados os valores médios e o desvio padrão dos parâmetros avaliados durante o período experimental do sistema de tratamento, e os parâmetros operacionais na tabela 2.

Realização

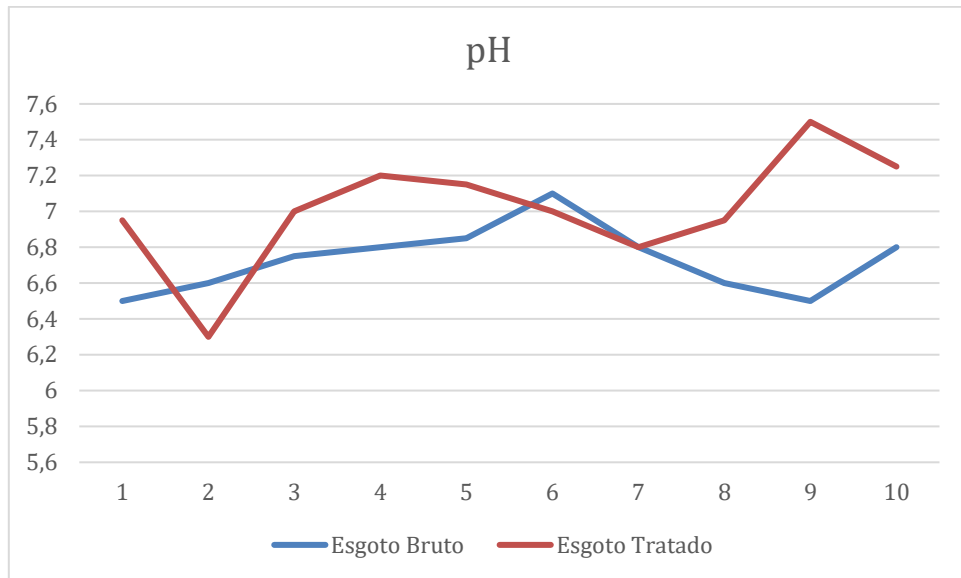


Figura 3. Variações de pH no esgoto bruto e tratado do Sistema de Tratamento de Águas Residuárias durante o período experimental.

Os valores médios de pH do esgoto bruto variaram de 6,5 a 7,1 e tratado de foram respectivamente de 6,30 e 7,50, mostrando que houve um aumento do pH ao passar pelo sistema de tratamento, evidenciando valores de neutralidade o que mostra que o conjunto reator UASB-filtro anaeróbio, foi operado de forma estável durante o período experimental. O controle de pH tem como objetivo principal a eliminação do risco de inibição das arqueias metanogênicas evitando assim, a falha do processo.

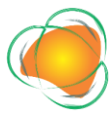
Os resultados das concentrações de DBO do esgoto bruto variaram de 550 a 900 mg L<sup>-1</sup> com reduções significativas ao passar pelo sistema de tratamento com efluente variando na faixa de 45 a 75 mg L<sup>-1</sup>.

Os valores de DQO do esgoto bruto tiveram comportamento semelhante ao de DBO com valores variando de 750 a 1150 mg L<sup>-1</sup> para o esgoto bruto e de 100 a 180 mg L<sup>-1</sup> para o esgoto tratado.

MASSÉ E MASSE (2000) avaliando reatores anaeróbios no tratamento de efluentes de frigorífico com DQO variando de 6.908 mg/L a 11.500 mg/L, verificaram redução de 90% a 96% para COV na faixa de 2,07 a 4,93 kg DQO/m<sup>3</sup>.d e tempo de detenção hidráulico de 48 horas.

TORKIAN E HASHEMIAN (2003) utilizando reator UASB com COV aplicada

Realização



variando de 13 a 39 kg DQO/m<sup>3</sup>.d e tempo de detenção hidráulico de 2 a 7 horas, e observaram remoções de DQO de 75% a 90% para afluentes de 3000 mg/L a 4500 mg/L, respectivamente.

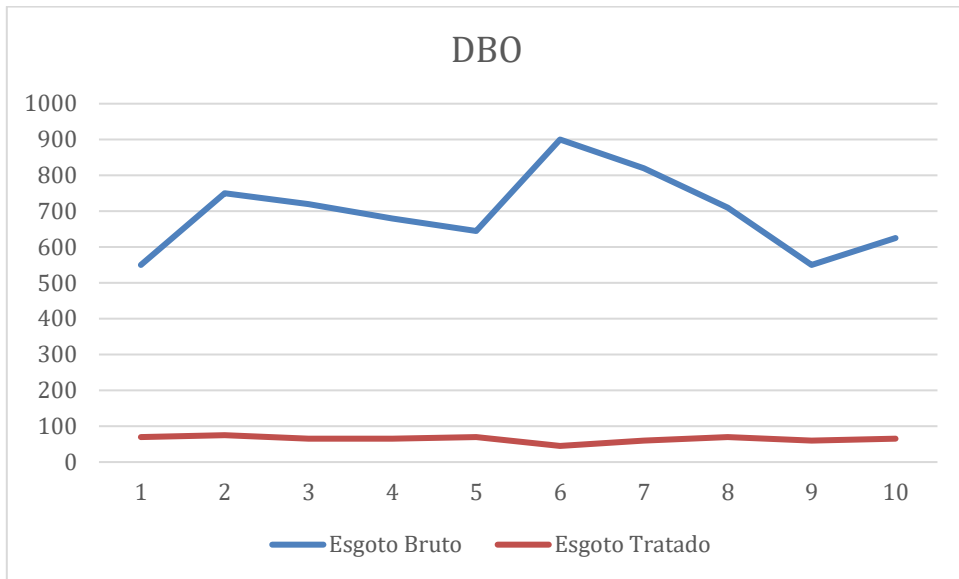


Figura 4. Variações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no esgoto bruto e tratado do Sistema de Tratamento de Águas Residuárias durante o período experimental.

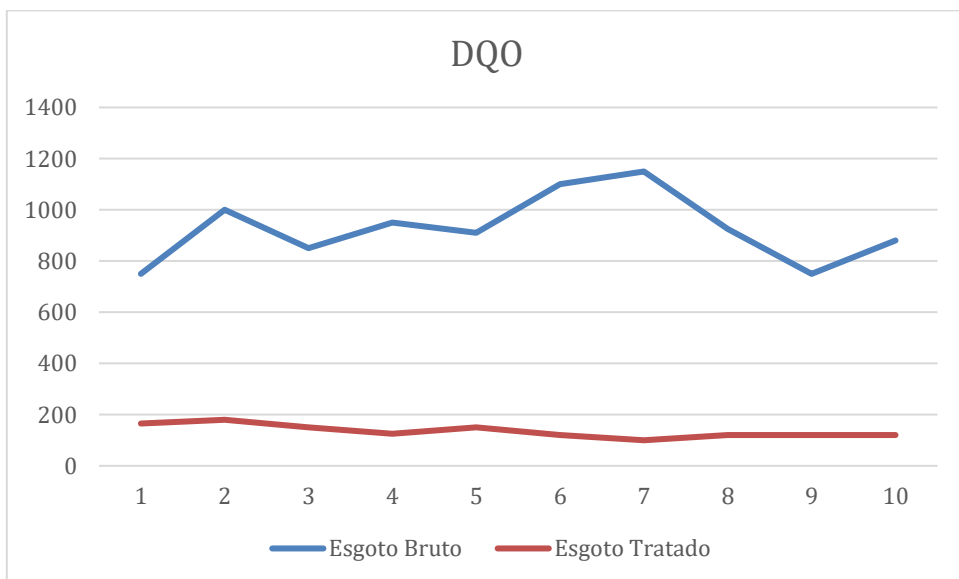


Figura 5. Variações de Demanda Química de Oxigênio (DQO) no esgoto bruto e tratado do Sistema de Tratamento de Águas Residuárias durante o período experimental.

Realização



Tabela 1. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros pH, DBO, DQO e SST do esgoto bruto e tratado durante o período experimental

Parâmetro	Esgoto Bruto	Esgoto Tratado
pH	6,73±0,18	7,01±0,32
DBO	695±111	65±8
DQO	927±132	135±25
SST	256±62	85±47

Tabela 2: Valores operacionais do sistema de tratamento composto por reator UASB e FA, durante o período experimental.

Unidade	Volume (m <sup>3</sup> )	Vazão (m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup> )	COV (kgDQO m <sup>-3</sup> .d <sup>-1</sup> )	TDH (d)
Reator UASB	20	15	0,69	1,33
Filtro Anaeróbio	20	15	0,30	1,33

Observa-se valores de COV baixos tanto no reator UASB como nos filtros anaeróbios, com tempo de detenção hidráulico de 1,33 dias. As eficiências de remoção para DBO e DQO foram de 90% e 85% respectivamente, valores esses semelhantes aos encontrados por TORKIAN E HASHEMIAN (2003).

## CONCLUSÕES

O emprego de reatores anaeróbios de alta carga em dois estágios se mostraram eficientes no tratamento de efluente da indústria de processamento de carne.

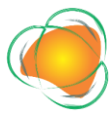
O sistema apresentou estabilidade operacional durante todo o período operacional o que confere confiabilidade ao sistema.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Saneamento da Escola de Veterinária da UFMG.

### Realização





## REFERÊNCIAS

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for the Examination of water and wastewater**, 20 ed. Washington, D. C. 1998.

CETESB. **O problema da escassez de água no mundo**. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>. Acesso em: 24 de jan de 2020.

CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores Anaeróbios**. 2 ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 2007. 380 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 5).

Duda RM, Oliveira RA (2011) Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 16:91–100.

FORLANI, J.P.M.; MEDEIROS, M.; LÉO, L.F.R. O Potencial de Reuso de Água (Efluentes Tratados) em um Matadouro-Frigorífico. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 1., 2004. São Carlos. Anais... São Paulo: USP, 2004. p.81-88.

LASTELLA G., TESTA C., CORNACCHIA G., NOTORNICOLA M., VOLTASIO F. e SHARMA K. V. Anaerobic digestion of semi-solid organic waste: biogas production and its purification. **Energy Conversion and Management**, v. 43, p. 63-75, 2000.

LEITÃO, R. C., VAN HAANDEL, A. C., ZEEMAN, G., LETTINGA, G. The effects of operational and environmental variations on anaerobic wastewater treatment systems: A review. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 1105–1118, 2006.

LIU, C., YUAN, X., ZENG, G., LI, W., LI, J. Prediction of methane yield at optimum pH for anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 882–888, 2008.

MASSÉ, D.I.; MASSE, L. Treatment of slaughterhouse wastewater in anaerobic sequencing batch reactors. *Canadian Agricultural Engineering*, v.42, p.131-137, 2000

MELIDIS P, GEORGIU D, AIVASIDIS A (2003) Scale-up and design optimization of anaerobic immobilized cell reactors for wastewater treatment. **Chemical Engineering Processing Process Intensification** 42:897-908.

OLIVEIRA R.A., SANTANA A.M. (2011) Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) em dois estágios seguidos de reator operado em batelada sequencial (RBS). **Engenharia Agrícola** 31:178-192.

PANDEY S, SARKAR S (2017) Anaerobic treatment of wastewater using a two-stage packed-bed reactor containing polyvinyl alcohol gel beads as biofilm carrier. **Journal Environmental Chemical Engineering** 5:1575–1585.

Realização





RODRIGUES L.S., SILVA I.J., SANTOS R.L.H., GOULART D.B., OLIVEIRA P.R., VON SPERLING M, FONTES D.O. (2009) Avaliação de desempenho de lagoa de polimento para pós-tratamento de reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) no tratamento de águas residuárias de suinocultura. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 61:142—1433.

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 and Recycling, v.40, p.1-11, 2003

URBINAT.I.E., DUDA M.R., OLIVEIRA R.A. (2013) Performance of UASB Reactors in Two Stages Under Different Hrt. **Engenharia Agrícola** 23:367-378.

Realização