

## DINÂMICA DE MATÉRIA ORGÂNICA EM REATORES BIOLÓGICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA

JACINEUMO F. DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, RONALDO FIA<sup>2</sup>, BIANCA S. B. DA SILVA<sup>3</sup>, MARCOLINA R. S. ALVES<sup>3</sup>, THAÍS C. DA CRUZ<sup>3</sup>, FÁTIMA R. L. FIA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutor em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Lavras, [jacineumo@hotmail.com](mailto:jacineumo@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engenheiro Agrícola e Ambiental, Professor Associado, Universidade Federal de Lavras, [ronaldofia@ufla.br](mailto:ronaldofia@ufla.br)

<sup>3</sup>Graduandas em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, [selvatibianca@gmail.com](mailto:selvatibianca@gmail.com); [linaalves2011@gmail.com](mailto:linaalves2011@gmail.com); [thais.cruz@estudante.ufla.br](mailto:thais.cruz@estudante.ufla.br)

<sup>4</sup>Engenheira Agrícola, Professora Associada, Universidade Federal de Lavras, [fatimarlf@ufla.br](mailto:fatimarlf@ufla.br)

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** Este trabalho teve o objetivo de avaliar o desempenho de um sistema integrado por reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), filtro biológico aerado submerso (FBAS) e sistema alagado construído de fluxo horizontal subsuperficial (SAC – EHSS) na estabilização de matéria orgânica de água residuária de suinocultura. O reator UASB e o FBAS tiveram volume útil de 0,016 m<sup>3</sup>, 0,8 de altura e 0,25 m de diâmetro. O FBAS foi preenchido com fragmentos de conduíte e recebeu médias entre 4 e 6 L min<sup>-1</sup> de ar. O sistema SAC – EHSS foi preenchido com brita zero, cultivado com capim-tifton 85. Foram aplicadas quatro cargas orgânicas (1, 2, 3 e 4 kg de DQO m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup>), alteradas através da concentração de DQO da ARS bruta, respectivamente. Foram observados valores de pH e temperatura mais acentuados na primeira fase. Houve aumento da eficiência média de remoção de DQO e DBO de 45% na fase I para 67% na fase IV nos reatores UASB, FBAS e SAC. Os reatores apresentaram remoção crescente com o incremento de cargas orgânicas de 1,0 a 4,0 kg m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> de DQO, evidenciando a estabilidade dos reatores com auxílio da manutenção do pH no intervalo ótimo de atividade biológica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estabilização orgânica, efluente agroindustrial, tratamento de efluentes.

## DYNAMICS OF ORGANIC MATTER IN BIOLOGICAL REACTORS IN THE TREATMENT OF PIG RESULTING WATER

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the by upflow anaerobic sludge blanket (UASB), submerged aerated biological filters (SABF) and horizontal subsurface flow constructed wetland (HSSF-CW) reactors in the organic stabilization of swine wastewater (SW). The UASB and FBAS reactors had a useful volume of 0.016 m<sup>3</sup>, 0.8 in height and 0.25 m in diameter. The SABF was filled with fragments of conduit and received averages between 4 and 6 L min<sup>-1</sup> of air. The SAC - EHSS system was filled with zero gravel, cultivated with tifton 85. Four organic loads (1, 2, 3 and 4 kg of COD m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup>) were applied, altered by the COD concentration of the untreated ARS. Higher pH and temperature values were observed in the first phase. The SABF was filled with fragments of conduit and received averages between 4 and 6 L min<sup>-1</sup> of air. The SAC - EHSS system was filled with zero gravel, cultivated with tifton 85. There was an increase in the average efficiency of COD and BOD removal from 45% in phase I to 67% in phase IV in the UASB, FBAS and SAC reactors. The reactors showed increasing removal with the increase of organic loads from 1.0 to 4.0 kg m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> of COD, showing the stability of the reactors with the help of maintaining the pH in the optimal range of biological activity.

**KEYWORDS:** Organic stabilization, agro-industrial effluent, effluent treatment.

**INTRODUÇÃO:** Com o aumento da demanda de alimentos de origem animal no mundo, diversos setores têm intensificado seus processos de produção, a exemplo da suinocultura, promovendo de alto consumo de água, resultando na produção de maiores volumes de águas residuárias ricas em matéria orgânica (WANG et al., 2019).

O uso de reatores biológicos sequenciais para o tratamento de ARS constituem ferramentas importante que devem ser inseridas a fim de adequá-las às legislações ambientais, a exemplo dos reatores anaeróbios de manta de lodo e fluxo ascendentes (UASB), filtros biológicos aerados submersos (FBAS) e sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial (SACs). Essas unidades promovem a estabilização de compostos orgânicos de formas complementares, proporcionando a obtenção de um efluente final de melhor qualidade (YANG et al., 2019; FIA et al., 2017; SUDHIR et al., 2013).

Alguns estudos como os de Abou-Elale et al. (2015) obtiveram remoções de 59 e 67% de remoção de DQO e DBO em reator UASB seguido de filtro biológico aerado, respectivamente, com carga orgânica de  $1,54 \text{ kg m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  de DQO e TDH de 6 h em reator UASB, e remoção de 87 e 89% de remoção de DQO e DBO em FBAS operando com TDH de 3,2 h, condição que pode ser aprimorada em 70% pelo polimento dos reatores SACs (KADLEC; WALLACE, 2009).

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi realizar o monitoramento de matéria orgânica, através de DBO e DQO, em reatores biológicos sequenciais UASB, FBAS e SAC tratando água residuária de suinocultura sob diferentes cargas orgânicas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O sistema de tratamento foi instalado e conduzido em escala de laboratório na Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais, Brasil (latitude  $21^{\circ}13'45''\text{S}$ , longitude  $44^{\circ}58'31''\text{W}$ ) utilizando água residuária da suinocultura (ARS) proveniente de uma granja de suínos de terminação completa. O efluente foi coletado após tratamento preliminar com peneira estática, sendo posteriormente caracterizado, diluído em água da rede de abastecimento, e inserido por bomba dosadora à solenóide no reator UASB e, posteriormente por gravidade, para o biofiltro aerado submerso (FBS) e para sistema alagado construído (SAC).

O UASB e o FBS (Figura 1), em escala de bancada, são cilíndricos e têm capacidade de aproximadamente 16 L de volume total cada um. O FBS foi preenchido com conduíte corrugado até a metade da altura útil do reator (0,20 m) e a taxa estimada de aeração será de  $0,015 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ min}^{-1}$  (METCALF; EDDY, 2003).

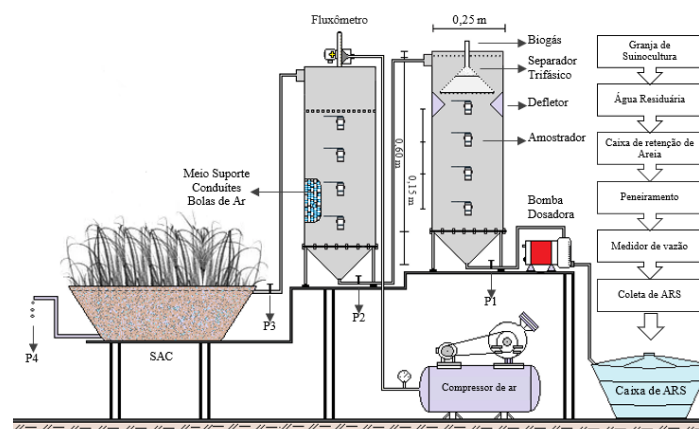


Figura 1. Diagrama esquemático dos reatores: UASB, biofiltro aerado submerso (FBS) e sistema alado construído (SAC), cotas em metros. P1 – Afluente (água residuária da suinocultura) após passar pelo desarenador e peneira estática; P2 – Saída de da ARS no reator UASB e entrada no FBAS; P3. Saída do FBAS e entrada do SAC; e P4: saída do SAC.

O SAC utilizado como pós tratamento dos reatores UASB e FBAS e cultivado com capim-tifton 85, foi montado vaso prismático com estrutura de polietileno e dimensões de 0,75 de comprimento, 0,25 m de largura e 0,3 m de altura, declividade de 0,002 m m<sup>-1</sup>, índice de vazios de 47,5% e nível do efluente mantido a 0,05 m abaixo da superfície do reator, a fim de evitar possíveis odores e proliferação de insetos.

O experimento foi conduzido em quatro fases, com a mesma vazão afluente, sendo a primeira representando a partida do reator com carga orgânica volumétrica de 1,0 kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> de DQO durante 163 dias, a segunda com 2,0 kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup> de DQO durante 136 dias, a terceira com 3,0 kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup> de DQO por 77 dias e a quarta com 4,0 kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup>d<sup>-1</sup> de DQO por 44 dias, contabilizando 420 dias

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nas Figuras 2A, 2B, 2C, 2D estão apresentados os box-plots dos valores de pH, temperatura (T), DQO e DBO, respectivamente, afluente e efluente do reator UASB, FBAS e SAC durante as quatro cargas/fases aplicadas durante 420 dias de monitoramento. Os comportamentos das temperaturas apresentaram oscilações interquartis dos box-plots variando entre 17 e 29°C para os reatores UASB, FBAS e SAC, sendo o máximo valor de 29,4°C observado durante a primeira fase experimental no SAC. A determinação das temperaturas nos reatores biológicos é importante, pois esta desempenha influência nas taxas de crescimento e nas rotas metabólicas preferenciais dos microrganismos, que atuando nas suas respectivas faixas de ótimo desempenho, mesofílicas (25-45 °C), incrementam a estabilização de matéria orgânica (KALAT; YÜCEER, 2017).

Foi observado que as medianas de pH de todos os pontos afluente e fluente aos reatores UASB, FBAS e SAC permaneceram dentro da faixa de 6,0 a 9,0 durante todo o período experimental, sendo este intervalo para manutenção na estabilização biológica da matéria orgânica (METCALF; EDDY, 2003). O controle de pH no FBAS e SAC possivelmente ocorreu em função da dinâmica do consumo de alcalinidade durante o processo de nitrificação e desnitrificação. Em função da melhora na estabilidade do sistema ao longo das fases, houve redução da distância interquartis nos valores de pH (Figura 2A), resultando em médias estatisticamente significativas entre os pontos P1 (entrada no reator UASB) e P4 (saída do SAC) nas fases I, II e IV (Tabela 1).

A capacidade dos reatores em estabilizar a matéria orgânica através do decaimento das concentrações de DQO e DBO estão presentes nas Figuras 2C e 2D. Foi constatado que após adaptação do sistema com os aumentos das cargas de 1 a 4 kg m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> de DQO, as eficiências foram mais efetivas, e os resultados médios estatisticamente significativos entre reatores e entre fases (Tabela 3), saindo de condição inicial, na fase I, de 79% e 81% de remoção global de DQO e DBO no sistema integrado de reatores UASB, FBAS e SAC, para 97 e 92% de remoção DBO e DQO, respectivamente, ao final da fase IV, nos respectivos reatores. Esta condição ainda pode ser observada com as reduções das concentrações de DQO e DBO das medianas, menor dispersão de dados pela relação entre o primeiro e terceiro quartil dos box-blots ao longo do sistema (Figuras 2C e 2D), e médias estatisticamente significativas entre todos os pontos de entrada e saída para a DQO e entre os pontos 1 e 2 para a DBO.

Pesquisas com outras águas residuárias agroindustriais também demonstraram eficiências acima de 70% em reatores anaeróbios, como Watthier et al. (2019) que encontraram remoções de DQO acima de 90% em 13 reatores de bancada do tipo anaeróbios horizontais de leito fixo, sob carregamento orgânico de efluente suíno variando entre 1,7 e 15,1 kg m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> de DQO. Chen et al. (2017) observaram remoções globais de 89% de DQO em filtros biológicos aerados tratando ARS. Luo et al. (2018) avaliaram ARS pré-tratada em lagoas de estabilização através de SAC e concentrações entre 71 e 170 mg L<sup>-1</sup> de DQO, eficiências médias de 89% ao final do SAC.

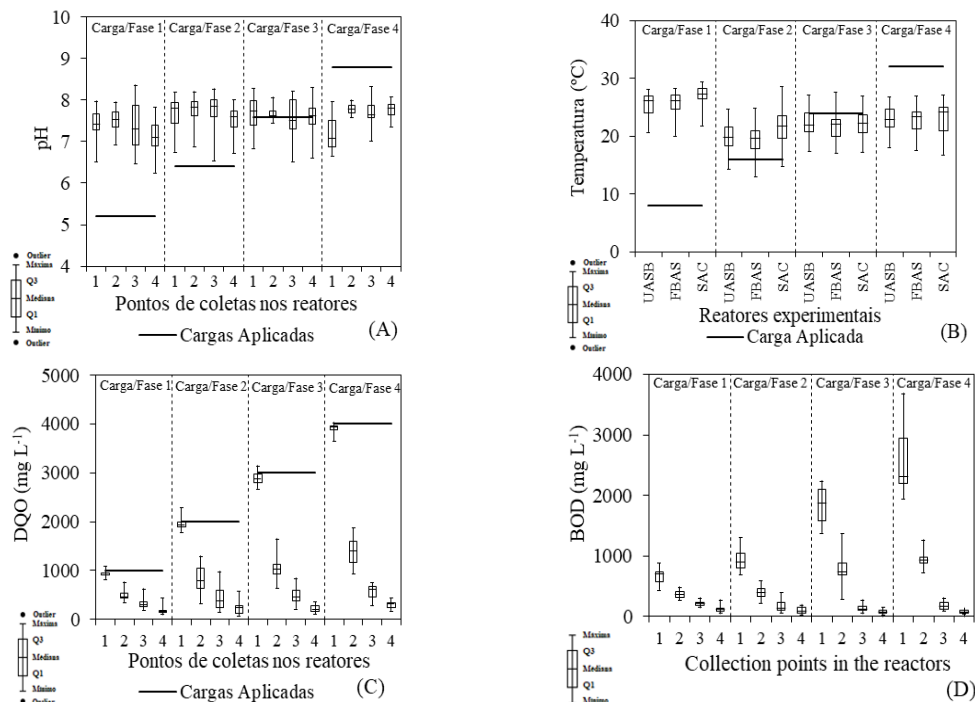


FIGURA 2. Box Plot dos valores do pH (A), temperatura interna dos reatores (B), concentrações de demanda química de oxigênio (DQO) (C) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (D). Pontos 1 (P1: afluyente ao UASB), ponto 2 (P2: efluente UASB e afluyente FBAS), ponto 3 (P3: efluente FBAS e afluyente SAC) e ponto 4 (P4: efluente SAC) para cada fase experimental.

**CONCLUSÕES:** O sistema integrado UASB-FBAS-SAC foi capaz de remover mais de 79% das concentrações globais de DQO e DBO com aplicação de 1 a 4 kg m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> de DQO, além da manutenção da faixa de pH aceitável para melhor desempenho microbiológico.

**AGRADECIMENTOS:** A pesquisa foi desenvolvida com auxílio de recursos financeiros da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## REFERÊNCIAS:

- CHEN, F-R.; YING, G-G. Removal of antibiotics from piggery wastewater by biological aerated filter system: Treatment efficiency and biodegradation kinetics. **Bioresource Technology**, v. 238, p. 70-77, 2017.
- FIA, F. R.; MATOS, A. T.; FIA, R.; BORGES, A. C.; CECON, P. R. Effect of vegetation in constructed wetlands treating swine wastewater. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 303-311, 2017.
- KADLEC, R.H.; WALLACE, R.D. (2009). **Treatment wetlands**. 2. ed. Florida: CRC Press. 1016p
- Kalat, D. G.; Yüceer, A. Anaerobic mesophilic and thermophilic treatability of vegetable oil refining wastewater. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 109, p. 151-157, 2017.
- LUO, P.; LIU, F.; ZHANG, S.; LI, H.; CHEN, X.; WU, L.; JUANG, Q.; XIAO, R.; WU, J. Evaluating organics removal performance from lagoon-pretreated swine wastewater in pilot-scale three-stage surface flow constructed wetlands. **Chemosphere**, v. 211, p. 286-293, 2018.
- Metcalf; Eddy, Inc. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**. 2003, 1848p
- SUDHIR, P.; GAUR, R. Z.; KAZMI, A. A.; MEHROTRA, I. Submerged aerated bio-filter (SAB)--a post treatment option for UASB effluent treating sewage. **Journal Environmental Engineering**, v. 55, n. 3, p. 359-370, 2013.
- WANG, L.; ADDY, M.; LIU, J.; NEKICH, C.; ZHANG, R.; PENG, P.; CHENG, Y.; COBB, K.; LIU, Y.; WANG, H.; RUAN, R. Integrated process for anaerobically digested swine manure treatment. **Bioresource Technology**, v. 27, p. 506-514, 2019.
- WATTHIER, E.; ANDREANI, C. L.; TORRES, D. G. B.; KUCZMAN, O.; TAVARES, M. H. F.; LOÉS, D. D.; GOMES, S. D. Cassava Wastewater Treatment in Fixed-Bed Reactors: Organic Matter Removal and Biogas Production. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 3, p. 1-8, 2019.
- YANG, H.; DENG, L.; WANG, L.; ZHENG, D.; LIU, Y.; WANG, S.; HUANG, F. Comparison of three biomass-retaining reactors of the ASBR, the UBF and the USR treating swine wastewater for biogas production. **Renewable Energy**, v. 138, p. 512-530, 2019.