



INFLUÊNCIA DA CARGA ORGÂNICA VOLUMÉTRICA NA GERAÇÃO DE BIOGÁS EM REATOR RAFA

Aline Cardoso Lima da Silva (UFCA – cardoso52silva@gmail.com)

Joelma Pereira da Silva (UFCA – joelmapereira1618@gmail.com)

Maria Gorethe de Sousa Lima (UFCA – gorethe.lima@ufca.edu.br)

RESUMO: O tratamento anaeróbio em reatores do tipo RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente) é amplamente utilizado no tratamento de efluentes industriais frigoríficos, combinando eficiência na remoção de matéria orgânica com a produção de biogás, uma fonte de energia renovável. Essa tecnologia contribui para a sustentabilidade operacional e está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 e 7 da ONU, que tratam de saneamento ambiental e energia limpa. O estudo teve como objetivo avaliar o desempenho operacional de um reator RAFA a partir da Carga Orgânica Volumétrica (COV) e da produção de biogás, analisando a relação entre a eficiência de remoção da matéria orgânica do efluente e a conversão anaeróbia em energia. A pesquisa utilizou dados experimentais de amostras do efluente de entrada e saída do reator. Foram monitoradas as cargas orgânicas em Demanda Química de Oxigênio (DQO) total, solúvel e particulada (DQOt, DQOs, DQOp), bem como a COV correspondente, correlacionando-se esses parâmetros com a vazão de biogás ($V_{\text{biogás}}$), medida em mL/h. Os resultados mostraram variações significativas nas concentrações de DQO. No efluente de entrada, DQOt variou entre 433,07 e 1.742,42 mg/L, DQOs entre 229,01 e 653,85 mg/L e DQOp entre 157,48 e 1.382,11 mg/L. No efluente de saída, DQOt variou de 192,31 a 757,58 mg/L, DQOs de 76,92 a 530,3 mg/L e DQOp de 81,3 a 303,03 mg/L. As COV afluentes variaram de 1,56 a 6,27 kg DQOt/m³.dia, e as efluentes de 0,69 a 2,70 kg DQOt/m³.dia, indicando eficiência média de remoção superior a 60%. A produção de biogás apresentou comportamento diretamente proporcional às variações de carga aplicada, atingindo picos de 239 mL/h em períodos de maior estabilidade operacional. Reduções de DQO total seguiram tendência semelhante, confirmando a eficácia do processo biológico na degradação da matéria orgânica do efluente. O desempenho do reator foi influenciado pela carga orgânica aplicada e pela natureza do efluente, sendo as COV intermediárias (3 a 4,5 kg DQOt/m³.dia) as mais favoráveis à geração de biogás e à estabilidade microbiana. Cargas excessivamente elevadas ocasionaram leve queda na eficiência de remoção, indicando a necessidade de controle operacional contínuo. Para mitigar esse efeito, recomenda-se monitoramento constante da COV, manutenção da biomassa ativa e estratégias como pré-tratamentos, recirculação parcial ou alimentação gradual para maximizar a produção de biogás e prevenir sobrecarga. O estudo reforça a importância do monitoramento da COV como parâmetro essencial para a eficiência de reatores RAFA, destacando sua contribuição para o avanço de tecnologias limpas no tratamento de efluentes industriais frigoríficos. Os resultados apresentam relevância para a linha de pesquisa em meio ambiente, demonstrando que o controle da carga orgânica e a otimização da produção de biogás podem reduzir impactos ambientais, promover o uso eficiente de recursos e contribuir para a conservação de ecossistemas, alinhando-se às metas de sustentabilidade e aos ODS da ONU.

Palavras-chave: Efluente frigorífico; tratamento anaeróbio; energia renovável.

RELATIONSHIP BETWEEN BIOGAS PRODUCTION AND EFFLUENT TREATMENT EFFICIENCY IN UASB REACTORS

ABSTRACT: Anaerobic treatment in UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) reactors is widely

used for treating industrial slaughterhouse effluents, combining high efficiency in organic matter removal with biogas production, a renewable energy source. This technology contributes to operational sustainability and aligns with the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs) 6 and 7, which address environmental sanitation and clean energy. The study aimed to evaluate the operational performance of a UASB reactor based on Volumetric Organic Load (COV) and biogas production, analyzing the relationship between the efficiency of organic matter removal from the effluent and anaerobic energy conversion. The research used experimental data from samples of the reactor influent and effluent. Organic loads were monitored in terms of Chemical Oxygen Demand (COD) total, soluble, and particulate (COD_t, COD_s, COD_p), as well as the corresponding COV, correlating these parameters with the biogas flow rate (V_{biogas}), measured in mL/h. Results showed significant variations in COV concentrations. In the influent, COD_t ranged from 433.07 to 1,742.42 mg/L, COD_s from 229.01 to 653.85 mg/L, and COD_p from 157.48 to 1,382.11 mg/L. In the effluent, COD_t ranged from 192.31 to 757.58 mg/L, COD_s from 76.92 to 530.3 mg/L, and COD_p from 81.3 to 303.03 mg/L. Influent VOL varied from 1.56 to 6.27 kg COD_t/m³·day, while effluent COV ranged from 0.69 to 2.70 kg COD_t/m³·day, indicating an average removal efficiency above 60%. Biogas production showed a directly proportional behavior to applied load variations, reaching peaks of 239 mL/h during periods of greater operational stability. Total COD reductions followed a similar trend, confirming the effectiveness of the biological process in degrading the organic matter. Reactor performance was influenced by the applied organic load and the nature of the effluent, with intermediate COV (3 to 4.5 kg COD_t/m³·day) being most favorable for biogas generation and microbial stability. Excessively high loads caused a slight decrease in removal efficiency, highlighting the need for continuous operational control. To mitigate this effect, constant COV monitoring, maintenance of active biomass, and strategies such as pretreatments, partial recirculation, or gradual feeding are recommended to maximize biogas production and prevent overload. The study emphasizes the importance of COV monitoring as an essential parameter for UASB reactor efficiency, highlighting its contribution to advancing clean technologies in the treatment of industrial slaughterhouse effluents. The results are relevant to the Environmental Science research field, showing that controlling organic load and optimizing biogas production can reduce environmental impacts, promote efficient resource use, and contribute to ecosystem conservation, aligning with sustainability goals and the UN SDGs.

Keywords: Slaughterhouse effluente; anaerobic treatment; renewable energy.