



## PRODUÇÃO DE BIOGÁS COMO POLIMENTO DO EFLUENTE DO TRATAMENTO DE DRENAGEM DE MINA COM TRUB

VIEIRA, B. F.<sup>1</sup>, PAULA, E. C.<sup>1</sup>, RODRIGUEZ, R. P.<sup>2</sup>, SIMÕES, G. F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alfenas

E-mail para contato do autor apresentador: franco.barbara@hotmail.com

O trub é um resíduo da produção de cerveja, responsável por 97% da carga orgânica do efluente desta indústria. O tratamento utilizando consórcio anaeróbico com produção de biogás a partir do trub já foi realizado por Perimenis *et al.* (2018). No entanto, este subproduto apresenta potencial para acúmulo de ácidos orgânicos (PERIMENIS *et al.*, 2018), os quais podem liberar H<sup>+</sup> consumindo alcalinidade e promovendo acidificação do sistema. A maioria das espécies metanogênicas apresentam pH ótimo próximo da neutralidade (TAUSEEF *et al.*, 2013). O controle do pH costuma ser realizado com adição de reagentes alcalinos ou diluição. Neste trabalho, a demanda por reagentes ou água limpa foi substituída pela mistura com drenagem de mina (DM), um efluente rico em sulfato, proporcionado um co-tratamento aos dois subprodutos. Um consórcio anaeróbico promove a hidrólise, acidogênese e acetogênese a partir do trub, e produtos destas etapas são utilizados como doadores de elétrons por Bactérias redutoras de sulfato (BRS) e espécies metanogênicas (VIEIRA *et al.*, 2020). O HS<sup>-</sup>, e o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, produtos do metabolismo de algumas BRS e metanogênicas reagem com H<sup>+</sup>, atuando na alcalinização do sistema (GODOI *et al.*, 2017). A etapa sulfetogênica remove os poluentes da DM, porém gera um efluente com elevada demanda química de oxigênio (DQO), proporcionada pela porção de intermediários metabólicos que não sofreram oxidação completa. Foi averiguada a viabilidade de produção de biogás a partir deste efluente como etapa de pós tratamento.

O inóculo utilizado era proveniente de reator anaeróbico, usado para tratar efluente de matadouro. Em procedimento asséptico, cada reator recebeu 5 mL de lodo com 72±2 gSTV.L<sup>-1</sup>, 45 mL de meio e 67 mL de *headspace*. Os reatores foram lacrados e submetidos à equalização da pressão interna com nitrogênio. Foram montadas 3 condições em triplicata: Condição I com efluente do tratamento de DM com trub, Condição II com ácido propiônico e solução nutriente e o Controle endógeno sem doador de elétrons. Na condição II foi adicionada solução nutriente criando a proporção de DQO: N: P de 350: 5: 1. Na condição II e no controle endógeno o pH foi corrigido com NaOH. Os reatores foram submetidos à agitação de 100 rpm no escuro a 30 °C por 6 dias. As análises de DQO, sulfato, pH, metais e metalóides foram realizadas segundo os métodos descritos por Standard Methods (APHA 2012). Alcalinidade em bicarbonato foi realizada com a mesma metodologia aplicada por Godoi *et al.*, (2017). A quantificação de metano foi realizada com um cromatógrafo gasoso Agilent Technologies 7890A modelo GC A.01.14.

O ácido propiônico pode ser oxidado em acetato e H<sub>2</sub> (CHERNICHARO, 2016). As etapas de degradação anaeróbia do trub pode gerar ácidos orgânicos como o acético, butírico, propiônico,

valérico, isovalérico e capróico, além de H<sub>2</sub> (PERIMENIS *et al.*, 2018). Os produtos da oxidação incompleta destes dois substratos podem ter sido utilizados na metanogênese ou sulfetogênese. Houve consumo de DQO nas condições I e II, assim como ocorreu acúmulo de metano no *headspace* (Tabela 1). O consumo de DQO observado pode ser decorrente das rotas metabólicas de produção de H<sub>2</sub>, sulfeto e metano. A baixa a produção de metano obtida no controle endógeno mostra que o metano acumulado nas demais condições tem origem da matéria orgânica fornecida.

Tabela 1 – Caracterização dos meios que alimentaram os sistemas metanogênicos e os efluentes finais obtidos.

|                                       | Entrada metanogênese |             |                   | Efluente final |             |                   |
|---------------------------------------|----------------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|-------------------|
|                                       | Condição I           | Condição II | Controle endógeno | Condição I     | Condição II | Controle endógeno |
| mLCH <sub>4</sub> .mL <sup>-1</sup>   | -                    | -           | -                 | 0,51±0,03      | 0,31±0,02   | 0,02±0,00         |
| Sulfato (mg.L <sup>-1</sup> )         | 330±10               | -           | -                 | 62±4           | -           | -                 |
| DQO (mg.L <sup>-1</sup> )             | 4597±97              | 3847±51     | -                 | 867±25         | 388±30      | -                 |
| pH                                    | 6,2±0,05             | 6,2±0,08    | 6,2±0,01          | 7,3±0,008      | 7,1±0,02    | 6,8±0,04          |
| Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> .L) | 4012±100             | 3579±74     | -                 | 3076±86        | 2974±61     | -                 |

O trub pode apresentar 10-50 mg.L<sup>-1</sup> de fosfato (SIMATE *et al.*, 2011) e 12 kg.g<sup>-1</sup> de nitrogênio (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Tal como na pesquisa de Perimenis *et al.* (2018), o próprio substrato apresentou uma proporção de C: N: P adequada para produção de biogás. Maior quantidade de DQO foi removida na condição I, tal como foi maior a produção de metano com este efluente. Todos os poluentes da DM foram removidos e a DQO do trub que era de 174±2,78 g.kg<sup>-1</sup> foi consideravelmente diminuída. Tal como previsto por Godoi *et al.* (2017), a alcalinidade produzida pelo próprio consórcio anaeróbio, através da produção de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> nas condições I e II e HS<sup>-</sup> na condição I, foram suficientes para manutenção do pH próximo da neutralidade. Os procedimentos propostos nesta pesquisa permitem o tratamento dos dois subprodutos envolvidos, com produção de biogás e sem necessidade de adição de aditivos alcalinos ou água limpa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem de mina, resíduo de cervejaria, tratamento anaeróbio, biogás.

## REFERÊNCIAS

- CHERNICHARO, C.A.L. (2016) Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios. 2 ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, v. 5, p. 379.
- GODOI, L. A. G.; SANTOS, C. E. D.; FORESTI, E.; DAMIANOVIC, M. H. R. Z. Evaluating and refining alkalinity calculations due to sulfide and bicarbonate accessed by titration in anaerobic sulfate-reducing bioreactors. *Water Air Soil Pollut.* v. 228, n. 322, 2017.

OLIVEIRA, J. V.; ALVES, M. M.; COSTA, J. C. Biochemical methane potential of brewery by-products. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 20, n. 2, p. 435-440, 2018.

PERIMENIS, A.; NICOLAY, T.; LECLERCQ, M.; GERIN, P. A. Comparison of the acidogenic and methanogenic potential of agroindustrial residues. *Waste Management*, v. 72, p. 178–185, 2018.

SIMATE, G. S.; CLUETT, J.; IYUKE, S. E.; MUSAPATIKA, E. T.; NDLOVU, S.; WALUBITA, L. F.; ALVAREZ, A. E. The treatment of brewery wastewater for reuse: State of the art. *Desalination*, v. 273, p. 235–247, 2011.

TAUSEEF SM, ABBASI T, ABBASI SA. Energy recovery from wastewaters with high-rate anaerobic digesters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 19, 704-741, 2013.

VIEIRA B. F., RODRIGUEZ, R. P., DE PAULA, E. C., BRAGA, J. K., SIMÕES, G. F., 2020. Sustainable treatment of real-mine drainage using crude glycerol and brewery waste as electron donors in a micro-aerobic system. *Journal of Water Process Engineering*. 36, 101297.