PRODUÇÃO DE BIOGÁS E DESEMPENHO DE UM REATOR UASB MODIFICADO ALIMENTADO COM EFLUENTE DO PROCESSAMENTO DO QUEIJO

Luana de Fátima Cardoso (BIC/UEPG), Maria Magdalena Ribas Döll (Orientadora), e-mail: maria.ribas@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Ciências Agrárias e de Tecnologia.

Engenharias, Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias.

Palavras-chave: tratamento anaeróbio, efluente de laticínio, metano.

Resumo

O soro de leite é o resíduo gerado na fabricação do queijo, o qual não pode ser descartado no meio ambiente sem um tratamento apropriado, caso não seja usado para outra finalidade. O projeto buscou estudar e avaliar o processo e o desempenho de tratamento desse efluente em um reator anaeróbio em escala de bancada admitindo-se como variáveis: tempo de detenção hidráulica (TDH), cargas hidráulicas e orgânicas crescentes, vazão e composição do afluente e uso de materiais alcalinizantes. O UASB foi monitorado quanto a parâmetros físico-químicos que indicam a estabilidade do processo, tais como pH, demanda química de oxigênio (DQO), alcalinidade a bicarbonato, acidez volátil dentre outras. O UASB apresentou um desempenho superior quando alimentado juntamente com uma composição de esgoto sintético, aumentando gradativamente a concentração do soro de leite no substrato. Além disso, adicionaram-se materiais alcalinizantes, como, caliça e placas de gesso, no recipiente de alimentação nas últimas etapas da pesquisa, de modo que diminuísse a acidez do efluente.

Introdução

A produção do soro de leite residual, segundo Carvalho (2012), chega a ser quatro vezes o volume do leite processado.

A principal função do reator anaeróbio é o tratamento da água residuária, que funciona convertendo a matéria orgânica do afluente pelos microrganismos em metano. Os principais destaques do tratamento com o reator anaeróbio são: baixa demanda de energia e pouca quantidade de lodo a ser eliminado (PRADO et al., 2016). Antwi et al. (2016) também ressaltam que os produtos resultantes do tratamento anaeróbio são energeticamente sustentáveis. A eficiência de um tratamento anaeróbio depende da configuração do reator e de condições operacionais (vazão de entrada, TDH, temperatura, composição do afluente).

Os resíduos de construção civil (RCD) são entulhos de obras, que, segundo Silva e Fernandes (2012), alcançam cerca de 60% do montante dos resíduos gerados pelos grandes centros urbanos. Os RCD causam grande impacto socioambiental e econômico nas cidades brasileiras. Devido à necessidade de uma destinação para este material, na última etapa do projeto de pesquisa fez-se uso de material alcalinizante composto por pedaços de placas de gesso como material alcalinizante no recipiente de alimentação, obtendo nesta configuração os melhores resultados considerando uma concentração de 2,5% do soro do leite.

Material e Métodos

- Água residuária: gerada durante o processamento de queijo pelo curso da Escola de Queijo da UEPG. No processamento de queijo de 1,0 L de leite é gerado em média 85% em volume de efluente (GISLON; SILVA; RIBAS DÖLL, 2016). A Tabela 1 a seguir descreve a caracterização do afluente, composto pelo soro de leite e esgoto sintético.

Tabela 1 – Caracterização da água residuária a ser tratada.

SORO DE LEITE		ESGOTO SINTÉTICO	
Ensaio	**Resultado**	**Composição**	**Concentração**
		Sacarose	35 mg/L
pH	4,20	Extrato	208 mg/L
		Soybean oil	51 mg/L
		NaCl	250 mg/L
Cálcio	680 mg/L	$MgCl_26H_2O$	7 mg/L
		$CaCl_22H_2O$	4.5 mg/L
Dureza	1410 mg/L	$NaHCO_3$	200 mg/L

- Reator UASB: O reator de bancada que foi usado no trabalho é construído em acrílico transparente para facilitar a observação interna. As tubulações e conexões foram em PVC (cloreto de polivinila) e silicone. O reator recebeu um envoltório feito com papel alumínio a fim de manter o calor.

- Análises de monitoramento: Foram coletadas duas vezes por semana amostras no início e no final do UASB a fim de verificar a eficiência total quanto ao pH, condutividade elétrica, demanda química de oxigênio (DQO), alcalinidade a bicarbonato e acidez volátil total. Enquanto, cálcio, sódio, cloretos, nitrogênio amoniacal e fósforo inorgânico foram monitorados uma vez por semana (APHA, 2012).

Iniciou-se com uma alimentação do reator elaborada a partir de uma concentração de 1,0% diluída em água. Após vários resultados com eficiência de remoção de DQO menor que 50%, reduziu-se a quantidade de soro para 0,5%, com esgoto sintético no substrato e trabalhando com os reatores em série, reator aeróbio em sequência do reator anaeróbio (denominado “FASE 01”). Após obter uma eficiência consistente, aumentou-se a quantidade de soro de leite para uma concentração de 1,0%. Após a estabilidade dos resultados encontrados, elevou-se o percentual do soro residual do queijo para 2,5%. Em seguida, com a verificação da baixa eficiência do reator anaeróbio dobrou-se a quantidade de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), de 200 mg/L para 400 mg/L, a fim de alcalinizar o afluente. O reator UASB continuou instável, deste modo, iniciou a “FASE 02”. A FASE 02 condiz com a inversão da ordem de tratamento dos reatores. Na penúltima etapa do experimento foi introduzido o material alcalinizante, pedaços de caliça, no reservatório de alimentação afluente ao reator e logo em seguida, o último estágio se fez uso de placas de gesso.

Resultados e Discussão

O desempenho do reator frente aos parâmetros de DQO, carga orgânica volumétrica (COV) e alcalinidade a bicarbonato está apresentado na Tabela 2. Um total de sete etapas, variando diferentes condições operacionais (concentração do soro do queijo, quantidade de bicarbonato, ordem dos reatores e utilização de material alcalinizante no recipiente de alimentação).

Tabela 2 – Resumo dos resultados de DQO, COV e alcalinidade a bicarbonato.

Etapas experimentais	Eficiência de remoção de DQO (%)	COV (mg DQO/ L dia)	AI/AP
Concentração de soro de leite 0,5%	69% ± 9%	211,63 ± 78	0,316 ± 0,1
Concentração de soro de leite 1,0%	77% ± 15%	271,42 ± 138,6	0,383 ± 0,3
Concentração de soro de leite 2,5%	64% ± 43%	913,72 ± 134,1	0,953 ± 1,1
Concentração de bicarbonato de sódio 400mg/L	12% ± 23%	931,93 ± 236,2	0,689 ± 0,4
Ordem inversa dos reatores	34% ± 40%	3397,9 ± 1072,5	2,949 ± 1,2
Uso de material alcalino – Resíduos de contrução e Demolição	43% ± 39%	2598,2 ± 1008,7	1,104 ± 0,1
Uso de material alcalino – Placa de gesso	60% ± 10%	3569,6 ± 565,4	0,545 ± 0,2

A relação AI/AP indica ocorrência de distúrbios no processo, como o desbalanceamento na produção e consumo de ácidos voláteis. Os autores Ripley et al. (1986) observaram estabilidade de seu sistema quando esta relação estava próxima a 0,3. Porém, Amorim (2015) observou que valores superiores a 0,8 da relação entre alcalinidade intermediária e a alcalinidade parcial (AI/AP) podem indicar uma inibição da produção de biogás do sistema, ou seja, os microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica não estão consumindo conforme o esperado. Os motivos que acarretam a coibição da fase metanogênica podem ser a acidez presente no sistema, temperaturas baixas, entre outros. O valor de 0,8 para AI/AP foi ultrapassado somente nas etapas 3 e 5, ambas situações houve aumento de carga orgânica no UASB.

Os valores de demanda química de oxigênio (DQO) do afluente de entrada no sistema variam de acordo com as condições operacionais. Em um primeiro momento, com uma concentração de 0,5% do soro de leite o valor médio foi de 683,13 mg/L, para 1,0% foi de 933,57 mg/L, para 2,5% foi de 1650,90 mg/L para 200 mg/L de bicarbonato de sódio e 1843,52 mg/L para 400 mg/L de bicarbonato de sódio. Houve um aumento gradual de matéria orgânica com o aumento da concentração do soro. O resultado médio mais baixo obtido no sistema de DQO foi de 48,75 mg/L obtido na segunda etapa, em contrapartida, o mais alto foi de 797,09 mg/L nas últimas etapas do experimento, mesma etapa que recebe a maior carga orgânica.

Conclusão

O soro de leite residual do processamento do queijo é um produto com elevada acidez e devido a isso é necessária sua diluição para a realização do tratamento. O reator é capaz de tratar afluente com concentração relativamente baixa, em consequência disso, foi necessária a adição de um esgoto sintético. Talvez, a tratabilidade desta água residuária seja melhorada caso misturada com esgoto sanitário devido a maior diluição. Outra possibilidade de diluiçãoseria a recirculação do efluente tratado no próprio reator. O gesso como material alcalinizante melhorou o desempenho do tratamento desta água residuária. O sistema, divididos em duas fases (diferentes configurações com relação à ordem dos reatores), apresentou uma

melhor eficiência quando o conjunto era formado por reator aeróbio posterior ao reator anaeróbio. Uma outra solução alternativa em busca de um tratamento mais eficiente é a recirculação do efluente no sistema, pois, inserindo uma carga orgânica mais baixa, a eficiência do reator tende a ser maior.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG e a Fundação Araucária pela oportunidade e incentivo para realização dessa pesquisa e agradeço principalmente à professora Maria Magdalena Ribas Doll que auxiliou e acompanhou todo o projeto, prestando suporte e sanando eventuais dúvidas. Agradeço aos colegas de pesquisa Vanessa Tramontin e Heder Jobins pelo incentivo e dedicação para realizar essa pesquisa e ao técnico do laboratório, Cícero Guerellus, por todo ensino e ajuda durante o projeto. A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão dessa pesquisa.

Referências

AMORIM, F. et al. **Unidades Combinadas RAFA-SAC para tratamento de água residuária de suinocultura – parte I carga orgânica removida.** EA – Revista Engenharia Agrícola, Journal of Brazilian Association of Agricultual Engineering. V 35, n. 6, pg 1149 a 1159, 2015.

ANTWI, P. et al. **Estimation of biogas and methane yields in an UASB treating potato starch processing wastewater with backpropagation artificial neural network.** Elsevier - Bioresource Technology, 2017.

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Edition, Washington, USA, 2012.

CARVALHO, F.; PRAZERES, R. A.; RIVAS, J. **Cheese whey wastewater: characterization and treatment.** Science of the Total Environment, Elsevier, dez/2012.

GISLON, G.; SILVA, F. de L. C., RIBAS DÖLL, M. M. **Tratamento de água residuária de laticínio em filtro anaeróbio de fluxo descendente operado em batelada alimentada com biomassa imobilizada.** Revista de Ciência e Tecnologia, out/2016.

PRADO, S. R. et al. **Ensaios de avaliação hidrodinâmica de reator aeróbio como pós tratamento de filtro anaeróbio.** Revista de Engenharia e Tecnologia, V. 8, nº 1, abr/2016.

Ripley, L.E., Boyle, W.C., Converse, J.C. **Improved alkalimetric monitoring anaerobic digestion of high-strenght wastes. Journal of water pollution control federation**, v. 58, p. 406-411, 1986

SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. T. **Cenário de gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba – MG.** Sociedade e Natureza, vol. 24, p. 333-344. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2012.