



TRATAMENTO ANAERÓBIO DE VINHAÇA DE CANA-DE-AÇÚCAR EM REATOR DE FLUXO PISTONADO PREENCHIDO COM PEDRAS DE CALCÁRIO: ESTUDO PRELIMINAR

L.B. Sousa¹, A.J.Q. Souza², M.M.F. Ribas³, P.S.L.Freitas⁴

RESUMO: Neste trabalho o reator anaeróbio foi avaliado com o intuito de simular um canal de escoamento de vinhaça preenchido com pedras de calcário. O experimento foi dividido em seis fases experimentais e em cada fase o reator foi submetido a diferentes concentrações orgânicas de 3,0; 5,0; 12,0; 9,0 e 7,5 g DQO/L aplicadas nas fases I a VI, respectivamente. Na fase V o sistema permaneceu em batelada sem alimentação, durante 19 dias com 9,0 g DQO/L. Após este período, observou-se que o desempenho do sistema tendeu a estabilidade, alcançando 47% na fase V com 7,5 g DQO/L. Observou-se que houve diminuição do teor de potássio em média 800 mg/L para 594 mg/L, isso provavelmente pela solubilização do calcário. O valor médio de pH do efluente de cada fase aumentou de 4,9 para acima de 6,0. Com base nos resultados, pôde-se concluir que o reator avaliado mostrou eficiência na remoção de DQO, diminuição de K, aumento de pH, de alcalinidade, de Ca e de Mg.

Palavras-chave: Usina sucroalcooleira, agroindustrial; otimização de tratamento; processos biológicos; anaeróbio

1 INTRODUÇÃO

A disposição final da vinhaça se constitui em um desafio empresarial e ambiental, por ser gerada em grande volume, cerca de 12 a 14 litros a cada litro de etanol produzido (WILKIE et al., 2000). A alternativa mais utilizada é a aplicação deste líquido em solos cultivados com cana-de-açúcar como biofertilizante. Mas, a aplicação sucessiva do resíduo nas mesmas áreas de cultivo tem levado a estudos sobre alterações no solo e na qualidade das águas subterrâneas. A Resolução Brasileira CONAMA 357 (2005) estabelece padrões de lançamento de despejos que só serão atingidos após algum tipo de tratamento. O reator anaeróbio pistonado ou reator *plugflow* tem sido amplamente utilizado no tratamento de diversos tipos de águas residuárias por apresentar bom desempenho de operação e atingir redução de carga orgânica satisfatória (RIBAS & BARANA, 2003). Neste reator, a água residuária se move ao longo do sistema e a quantidade que entra não interage com o afluente que entrou antes ou que entrará depois, funciona como um reator de várias fases num único compartimento físico (ARMENANTE, 1993). A hipótese é que em um reator *plugflow* o fluido é idealmente misto lateralmente e não sofre mistura longitudinalmente (LEVENSPIEL, 2003).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho do reator anaeróbio pistonado preenchido com pedras de calcário na fase de adaptação visando remoção de matéria

^{1 e 2} Engenheira Agrícola. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, PR. sousa.larissa@ymail.com; arienejamile@hotmail.com

^{3 e 4} Doutores Docentes do curso de Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Campus do Arenito, Rodovia PR 482 km 45, Cidade Gaúcha Paraná. maria.ribas@gmail.com; pslfreitas@bol.com.br

orgânica e alteração das características químicas da vinhaça com relação aos teores de cálcio e potássio.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O substrato utilizado foi coletado no ponto de recalque da vinhaça em uma usina e armazenado a 4°C.

O sistema foi constituído por um tubo de PVC (cloreto de polivinila) de 1 metro de comprimento e 0,1 m de diâmetro, volume total de 6 L, preenchido com 50% de pedras de calcário (p/v) e volume útil de 3 L.

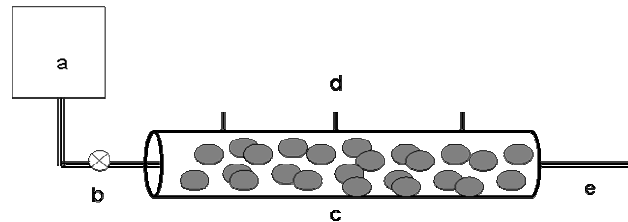


Figura 1. Esquema do experimento montado: a) reservatório contendo afluente, b) registro e entrada do afluente, c) reator anaeróbio de bancada preenchido com pedras de calcário, d) saídas de biogás, e) saída do efluente.

O reator foi disposto horizontalmente simulando a tubulação normal da condução da vinhaça ao campo. Na parte superior do reator foram acopladas três mangueiras plásticas transparentes de diâmetro de 1 cm com as pontas externas imersas em água, por onde o biogás saía. O biogás produzido não foi quantificado. O reator foi operado em temperatura ambiente.

O pH do afluente era medido diariamente e a sua correção era feita por influência das pedras de calcário que o mantinha entre 5,5 e 7,0. A vazão do reator foi ajustada para ser em média 2,52 L/dia. A fase de adaptação do reator foi dividida em cinco etapas, que consistia na concentração da vinhaça diluída em água nas concentrações de 3,0; 5,0; 12,0; 9,0 e 7,5 g DQO/L aplicadas nas fases I a V, respectivamente. Na fase V, o sistema permaneceu em batelada sem alimentação, durante 19 dias (do 85º ao 104º dia) com 9,0 g DQO/L.

O inóculo era proveniente de um reator anaeróbio em batelada que tratava dejetos de suínos por 30 dias. Quanto à composição de sólidos, o inóculo era composto de 7,4 g ST/L_{lodo}, 5,5 g SV/L_{lodo} e 1,9 g SF/L_{lodo}.

O reator foi preenchido com pedras de calcário dolomítico de tamanho previamente selecionado estava entre 4,45 e 9,52 mm. Para tanto, as pedras foram submetidas à passagem em peneiras ABNT. O calcário usado apresentava 30% de óxido de cálcio e 20% de óxido de magnésio.

O monitoramento da fase de adaptação do reator foi acompanhado pelas análises de pH, demanda química de oxigênio, teores de sólidos (APHA, 1995), alcalinidade a bicarbonato (parcial), intermediária e total, acidez volátil total (DILLALO & ALBERTSON, 1961; RIPLEY *et al.*, 1986). O experimento durou 129 dias, somando com o tempo em que o reator ficou sem alimentação após a quarta fase.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 mostra os valores de pH em todas as fases do sistema, exceto para a fase 5. Nota-se, porém, que após o período de interrupção de alimentação, que corresponde Fase 6, houve uma recuperação do sistema, representado pelo aumento do

pH efluente. O pH final nesta fase foi de 6,98. Tempo de operação terminou com 124 dias e a média do pH efluente durante todo o processo de adaptação do sistema foi de 6,20. Na Fase 5, o biodigestor não foi alimentado durante 19 dias para que as arqueias metanogênicas tivessem tempo de consumir todo ácido orgânico produzido.

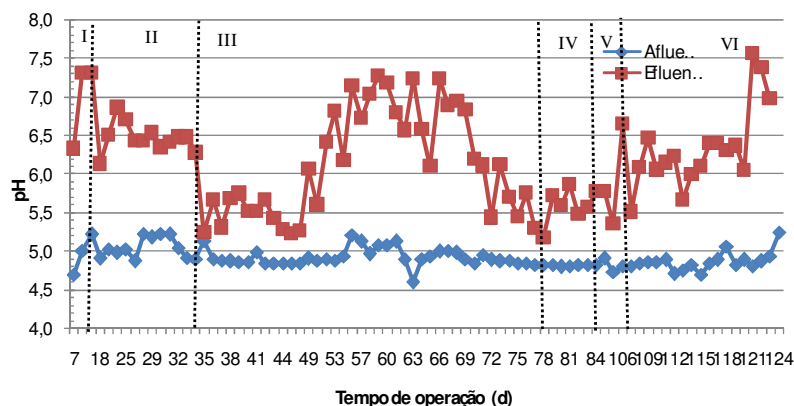


Figura 2. Valores de pH afluente e efluente medidos durante todas as fases experimentais.

Isso foi realizado, pois o sistema estava em condições ácidas. Segundo NOGUEIRA (1986), se o conteúdo de um biodigestor se tornar muito ácido, o método mais comum de restaurar o pH é interromper sua alimentação por alguns dias para reduzir a concentração dos ácidos voláteis.

Com relação à DQO, observou-se que a primeira fase do experimento, correspondeu à concentração de 3 gDQO/L e houve uma remoção de DQO de 50%, conforme mostra o gráfico da Figura 3.

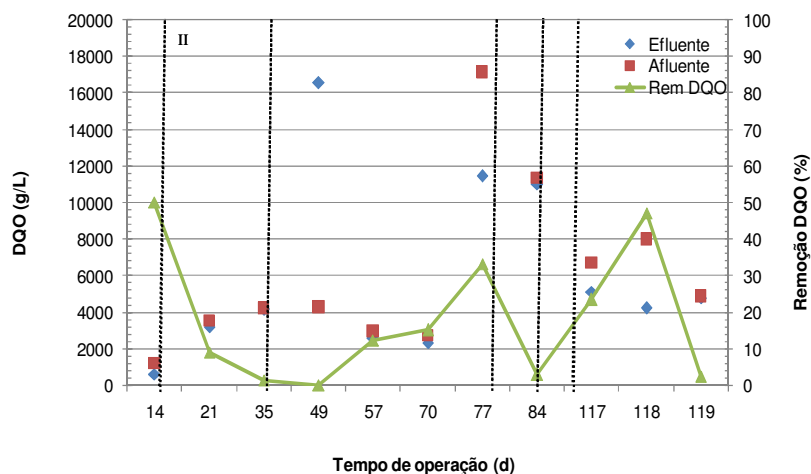


Figura 3. Monitoramento e remoção de DQO durante todas as fases experimentais.

Iniciou-se o aumento gradativo da carga orgânica para aproximadamente 5 gDQO/L. Só que foi observada uma queda de eficiência para 9% de remoção de DQO com 21 dias de operação. A não remoção ocorrida na terceira fase do experimento pode ter sido causada por um aumento de carga orgânica.

O sistema tendeu a se recuperar obtendo redução de 33% na mesma fase do incidente, até o 77º dia. Após o período de interrupção de alimentação do sistema de 19 dias, entre a fase IV e V, o reator gradativamente apresentou recuperação chegando a uma remoção de 47% na fase V.

Analisando-se a alcalinidade a bicarbonato, Figura 4, observou-se que nas duas

primeiras fases, o sistema apresentou produção de alcalinidade a bicarbonato. Na terceira fase houve uma queda acentuada com o aumento da carga orgânica. Mas, após o 49º dia, o sistema se recuperou voltando a gerar alcalinidade a bicarbonato em aproximadamente 1500 mgCaCO₃/L.

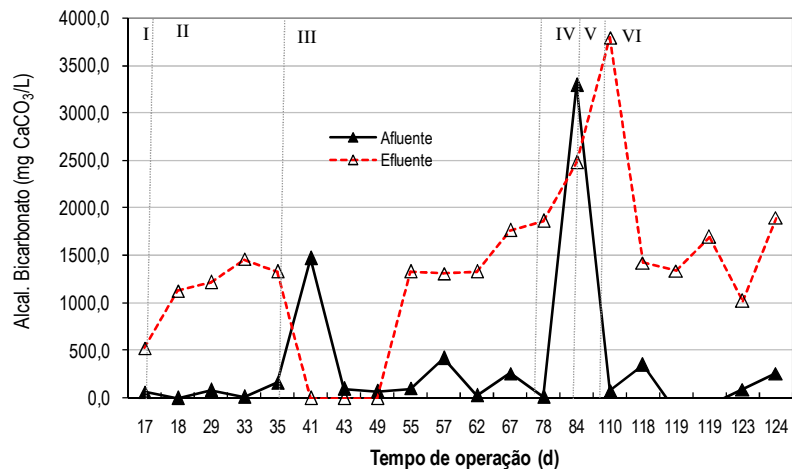


Figura 4. Monitoramento da alcalinidade a bicarbonato afluente e efluente ao longo do experimento.

Na Figura 5 é possível observar que houve produção de ácidos voláteis totais (AVT) ao longo de todas as fases experimentais tanto no afluente como no efluente, o que demonstra que a fase acidogênica que é a fase precursora da produção de metano ocorreu satisfatoriamente

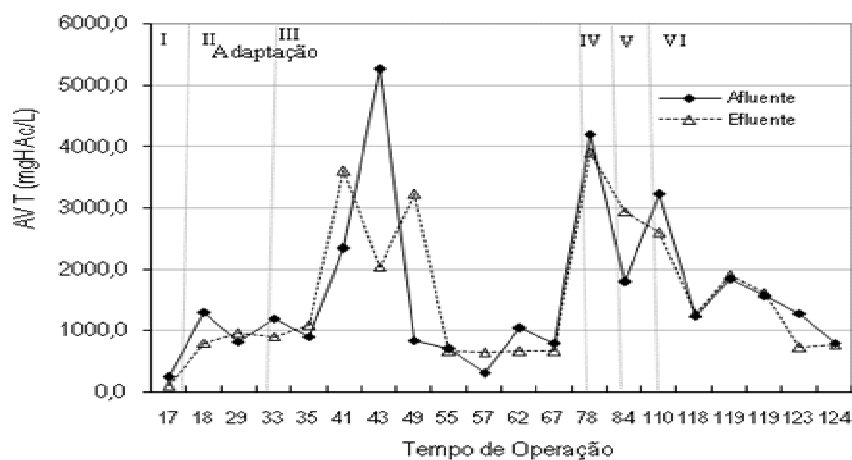


Figura 5. Monitoramento dos ácidos voláteis totais ao longo do experimento.

Mas, isso pôde ter prejudicado a fase metanogênica, pois em concentração elevada de ácidos orgânicos, as arqueias metanogênicas não conseguem degradá-los e convertê-los a metano, por não terem mesma velocidade de consumo do substrato.

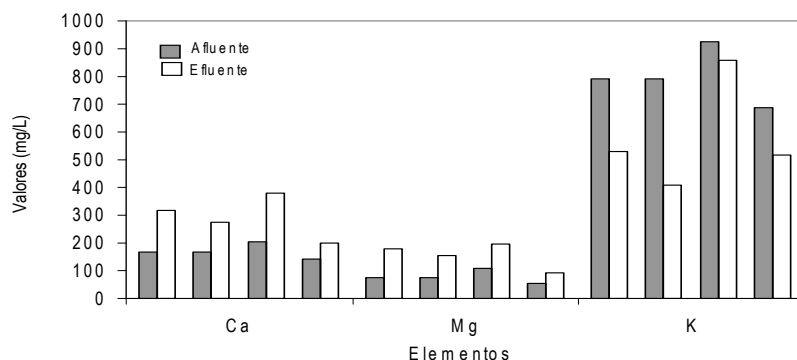


Figura 6. Quantidades de Ca, Mg e K para os dias 02, 03, 04 e 05 de julho respectivamente

Observa-se na Figura 6 que os teores de Ca e Mg, aumentaram no efluente de todas as amostragens (à solubilização das pedras de calcário) e que o teor de K diminuiu em todas as amostragens (provavelmente a reação deste elemento com os materiais solúveis no meio do reator) com relação ao afluente, o que caracteriza possivelmente um biofertilizante de melhor qualidade. Mas, para comprovar tal hipótese, seria necessárias sua aplicação no solo e analisar seus efeitos na cultura.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstraram que o sistema proposto aperfeiçoou em um único compartimento físico a redução de matéria orgânica e de potássio que são os maiores inconvenientes da vinhaça quando disposta em solo. O efluente apresentou aumento nos teores de cálcio, magnésio, pH e alcalinidade que promovem efeitos benéficos ao solo, o que representa uma motivação ao setor alcooleiro para implantar o tratamento prévio da vinhaça antes de ser disposta em solos agrícolas.

5 REFERENCES

- APHA - American Public Health Association, American Watert Works Association, **Water Environment Federation** (1995). 19 ed, Standard methods for the examination of water and wastewater, Washington D.C., USA.
- ARMENANTE, P.M. (1993). **Biotreatment of industrial and hazardous waste**. In.: Levin, M. A., Gealt, M.A., McGraw-Hill, New York.
- DILALLO, R., ALBERTON, O.E. (1961). Volatile acids by direct titration. **Journal of water pollution control federation**, **33**(4), 356-356.
- LEVENSPIEL, O. (2003). **Engenharia das Reações Químicas**, 3 ed., John Wiley, New York.
- NOGUEIRA L. A. H. – **BIODIGESTÃO**: a alternativa energética, São Paulo Nobel, pág. 14 a 16, 1986
- RESOLUÇÃO CONAMA n. 357**. (2005). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 23p.

RIBAS, M.M.F., BARANA, A.C. (2003). Start-up adjustment of a plug-flow digester for cassava wastewater (Manipueira) treatment. **Scientia Agricola**, 60(3).

RIPLEY, L.E., BOYLE, W.C., CONVERSE, J.C. (1986). Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal of water pollution control federation**, 58 (5), 406-411.

WILKIE, A. C., RIEDESEL, K. J. AND OWENS, J. M. (2000). Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks. **Biomass and Bioenergy**, 19, 63 - 102.