

INFLUÊNCIA DA DILUIÇÃO NA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS SUÍNOS EM REATORES DE BATELADA

Ítala Zimária do Nascimento Medeiros¹
Camilo Allyson Simões de Farias²
Robêrlúcia Araújo Candeia³
Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga⁴

^{1,2,3} Núcleo de Águas e Meio Ambiente - NAMA, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Pombal-PB, Brasil, italazimariapb@hotmail.com
camilo@ccta.ufcg.edu.br; roberlucia.candeia@ccta.ufcg.edu.br
robertoqueiroga@ccta.ufcg.edu.br

Introdução

Os resíduos provenientes da suinocultura possuem uma grande carga de material orgânico e, quando dispostos de forma inadequada, podem causar diversos impactos ao meio ambiente (CHERUBINI et al., 2015). Na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei n. 12.305/2010, preconiza-se que a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos devem seguir a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Uma opção para se aproveitar e/ou estabilizar os dejetos suínos é a utilização de tecnologias de biodigestão anaeróbia. Como resultado deste processo, obtêm-se o biogás e o biofertilizante, que podem servir como fonte alternativa de energia e adubo orgânico, respectivamente. (KINYUA et al., 2016; KUNZ et al., 2005).

Para ocorrer de maneira satisfatória, a digestão anaeróbia depende de vários parâmetros, incluindo a composição do substrato, concentração de sólidos, temperatura, tempo de retenção hidráulica, entre outros (GRAFI et al., 2016). Diante da incipiência de estudos sobre a influência dos níveis de diluição na biodigestão de dejetos suínos, propôs-se, nesta pesquisa, verificar o desempenho de três tratamentos em biorreatores de batelada.

Material e Métodos

O experimento, em escala de bancada, foi conduzido no Laboratório de Resíduos Sólidos (LABRES) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas são Latitude 6° 48' 16" S e Longitude 37° 49' 15" O. O período de estudo foi de fevereiro a abril de 2016 e seguiu a esquematização mostrada na Figura 1.

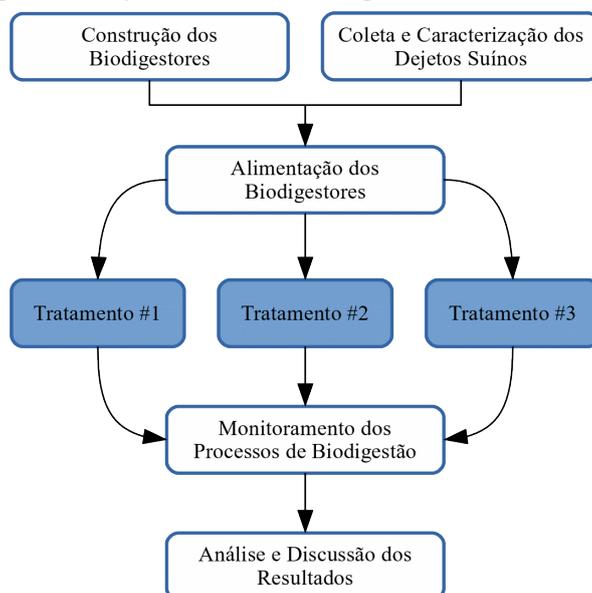


Figura 1. Fluxo metodológico.

Delineamento Experimental e Tratamentos

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições, o que levou à confecção de 15 biorreatores. Os tratamentos constaram de proporções em massa entre dejetos suínos secos e água, a saber: 1:12; 1:16 e 1:20. Para o monitoramento, foram observadas as seguintes variáveis: pH, condutividade elétrica, sólidos totais e voláteis, oxigênio dissolvido e a produção do biogás por massa de matéria seca. Durante o tempo de retenção hidráulica (TRH), tomado como nove semanas (63 dias), todos os biorreatores anaeróbios foram expostos à temperatura ambiente.

Construção dos Biodigestores Anaeróbios

Para a confecção dos biorreatores, reaproveitaram-se vasilhames de óleo para motor diesel, com capacidades de 20 L. Dois registros foram adicionados à parte inferior e superior dos recipientes, visando à retirada de substratos para análise e a captação do biogás, respectivamente (Figura 2).

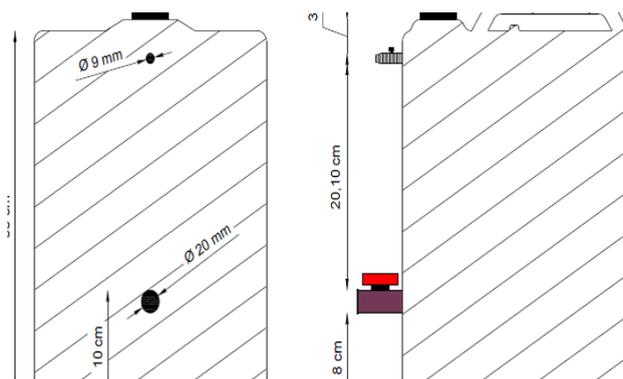


Figura 2. Desenho dos biodigestores de batelada.

Coleta dos resíduos

A coleta dos resíduos foi efetuada na Fazenda Piões, localizada na zona rural do município de Pombal-PB, no Sertão Paraibano. A fazenda possui uma criação em confinamento de aproximadamente 300 suínos, distribuídos em três galpões com dez compartimentos cada. Os resíduos foram coletados em baldes plásticos de 50 L, vedados e conduzidos até o LABRES/UFCEG. No laboratório, o material bruto foi submetido a um processo de triagem e homogeneização, visando posterior análise física e química.

Alimentação e monitoramento dos biodigestores

Cada biorreator foi alimentado uma única vez com 12 L de material (dejetos suínos secos e água). Os materiais de cada tratamento foram lentamente misturados e homogeneizados em recipientes de 50 L, para, em seguida, serem distribuídos nos biorreatores. Após a alimentação, os biorreatores passaram a ser monitorados semanalmente com respeito à produção de gás. As análises físicas e químicas foram efetuadas nas amostras do início (afluente) e final (efluente) do processo de digestão anaeróbia.

Caracterização dos afluentes e efluentes

As medições de pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e temperatura foram obtidas diretamente in loco. Já os sólidos totais e voláteis seguiram a metodologia descrita por APHA (2005). O volume de biogás gerado foi apurado utilizando-se o método de deslocamento de água. Este método consistiu na utilização de recipiente com volume conhecido, preenchido com água, no qual foi adaptado uma mangueira, conectada à válvula de saída do biogás no biorreator. A válvula era aberta e o volume do biogás era medido com o auxílio de uma proveta, verificando-se o volume de água deslocada.

Todos os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para isto, utilizou-se o programa estatístico SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007).

Resultados e Discussão

Durante o desenvolvimento da pesquisa, a temperatura das misturas nos biorreatores variou de 29 a 35°C, sendo considerada uma condição propícia para as bactérias mesófilas (GARFI et al., 2016; GUO et al., 2013). A temperatura interfere na cinética da reação metabólica, favorecendo o aumento ou diminuição da produção de biogás (GARFI et al., 2016). Associada ao pH, a temperatura influencia nas

etapas metabólicas da digestão anaeróbia, principalmente na presença das bactérias acidogênicas e metanogênicas. As acidogênicas, por exemplo, são mais tolerantes a pH ácidos e temperaturas baixas do que as bactérias metanogênicas (TAMKIM et al., 2015; CIOTOLA et al., 2013).

Observaram-se pequenas variações de pH nos tratamentos ao longo dos processos de digestão, com pH variando de 6,9 a 7,1 (meio neutro) e de 4,8 e 5,2 (meio ácido) no início e final dos processos, respectivamente. A diluição 1:12 foi mais acidificada do que as proporções 1:16 e 1:20, o que provavelmente comprometeu a produção do biogás. Duarte (2014), investigando a interferência de condições ambientais na produção de biogás, também observou comportamento similar em biorreatores de bancada com resíduos sólidos, constatando um decaimento nos valores de pH (de 7,5 para 5,5).

Ao analisar os resultados para sólidos totais (ST) e voláteis (SV), apresentados nas Figuras 3 e 4, verificou-se que os índices de ST e SV diminuíram em todos os tratamentos, demonstrando que houve consumo da matéria orgânica presente no meio.

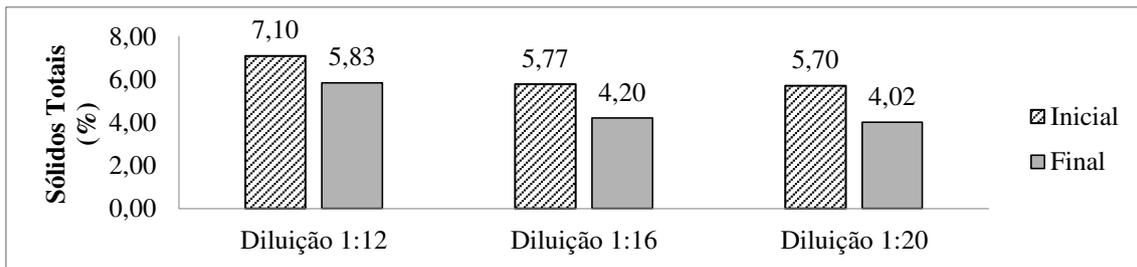


Figura 3. Comparação dos sólidos totais entre os afluentes e efluentes de cada tratamento.

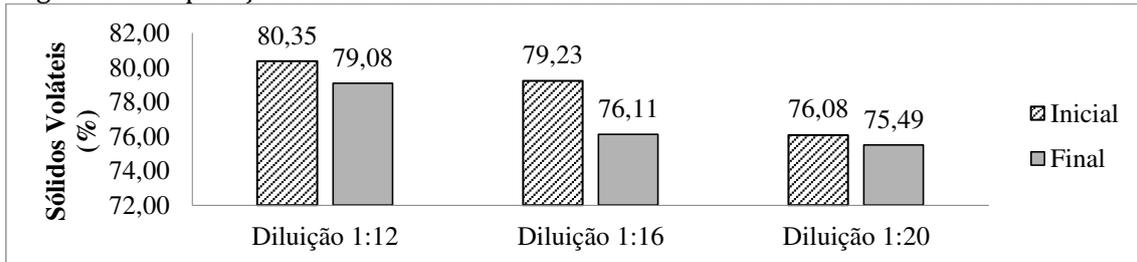


Figura 4. Comparação dos sólidos voláteis entre os afluentes e efluentes de cada tratamento.

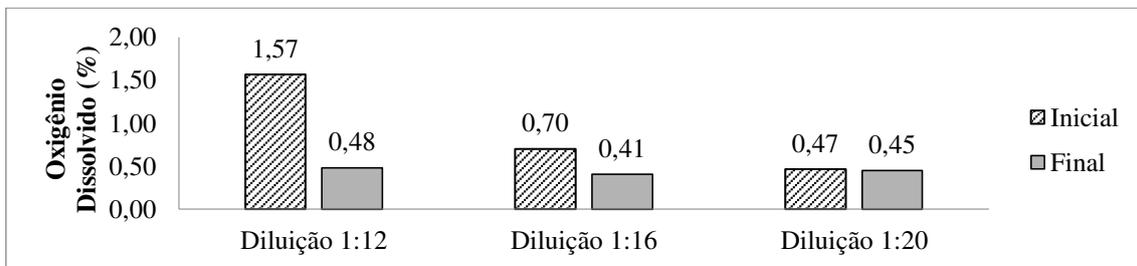


Figura 5. Comparação dos teores inicial e final de oxigênio dissolvido.

A partir dos resultados para oxigênio dissolvido (OD), dispostos na Figura 5, observou-se que houve redução de OD em todos os tratamentos, indicando, também, que houve degradação da matéria orgânica. Ao confrontar as diluições, averiguou-se que os níveis de OD nas amostras de afluentes foram decrescentes com o aumento da diluição, provavelmente em virtude do aumento da quantidade da água na solução. A presença de altos teores de OD no meio pode impedir o metabolismo de bactérias anaeróbias obrigatórias (não tolerantes ao oxigênio) e prejudicar e/ou retardar o processo anaeróbio de degradação.

Com relação aos valores de condutividade elétrica (CE), constatou-se aumento na concentração de sais dissolvidos ao final dos processos de biodigestão (Figura 6). Observou-se, ainda, que quanto maior era a diluição, menores eram os aumentos nas concentrações de sais dissolvidos, provavelmente por conta do acréscimo das frações aquosas.

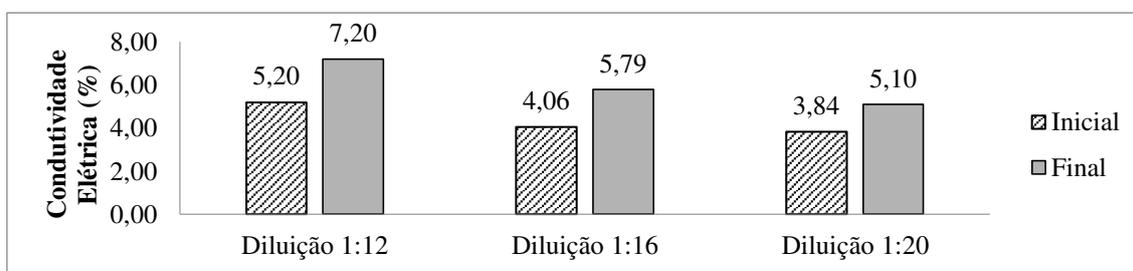


Figura 6. Comparação dos teores inicial e final de condutividade elétrica.

Os dados obtidos a partir do compilamento das análises de variância (ANOVA), avaliando os resultados em conjunto com o teste de Tukey a um nível de 5% de probabilidade, seguem expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios das amostras de efluentes em relação aos sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE) e produção acumulada de biogás por massa de matéria seca (PG) para os tratamentos estudados

Diluição	ST %	SV %	OD %	CE dS.m ⁻¹	PG L.kg ⁻¹ de massa seca	pH
1:12	5,83 a	79,08 a	0,48 a	7,20 a	344,30 b	5,25 ^a
1:16	4,20 b	76,11 b	0,40 b	5,79 b	630,03 a	5,21 ^a
1:20	4,01 b	75,49 b	0,44 ab	5,09 c	652,07 a	5,24 ^a
CV (%)**	14,289	0,852	7,866	1,144	10,397	
DMS***	1,1285	1,1049	0,0589	0,1163	95,0362	

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

CV = coeficiente de variação; *DMS = diferença mínima significativa.

Para os ST, as diluições em água apresentaram diferença significativa entre si. Os valores de ST na diluição 1:12 mostraram-se superiores aos das demais diluições, certamente devido à maior quantidade de material seco inicial presente na diluição. Os SV nas diluições 1:16 e 1:20 indicaram maiores níveis de degradação e diferiram estatisticamente em relação aos valores da diluição 1:12. Observou-se que houve diferença significativa ao nível de 5% sobre a característica OD em função da diluição. Percebe-se que as diluições 1:12 e 1:20 não diferiram entre si, assim como as diluições 1:16 e 1:20, apresentando diferenças apenas entre as diluições 1:12 e 1:16.

Com respeito à CE, observou-se que houveram diferenças significativas em todos os tratamentos. De acordo com os valores obtidos, é possível pressupor que os efluentes estabilizados neste estudo (biofertilizante) podem ser aplicados e fornecer crescimento satisfatório para algumas espécies de planta (MAAS & HOFFMAN, 1977). Na avaliação do pH, observou-se que o mesmo não apresentou variação significativa de comportamento entre os tratamentos.

Mesmo com as condições identificadas para os dados de pH, a produção acumulada de biogás por unidade de matéria seca (PG) apresentou-se com diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que as diluições 1:16 e 1:20 destacaram-se com resultados superiores aos obtidos no tratamento 1:12. Estes valores são compatíveis com os resultados apresentados para SV, provando que o teor de degradação da matéria orgânica está diretamente correlacionado com a PG.

Conclusão

Constatou-se que a diluição em água influenciou significativamente no processo de biodigestão anaeróbia de dejetos suínos, principalmente no que se refere ao comportamento dos sólidos voláteis, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e produção acumulada de biogás por massa de matéria seca.

Verificou-se, também, a possibilidade de utilizar os materiais estabilizados como adubo orgânico em algumas espécies de plantas, com a devida atenção aos limites máximos de salinidade de cada espécie.

Revelou-se, por fim, que os tratamentos com as diluições 1:16 e 1:20 apresentaram uma maior taxa de decomposição da matéria orgânica (menores teores de sólidos voláteis) e produziram mais biogás por massa de matéria seca do que aqueles operados com a diluição 1:12.

Referências

- APHA. American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1368p.
- BRASIL. Lei n. 12.505 de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Direcionamento Resíduos Sólidos (PNDRS). 2.a Edição.
- CHERUBINI, E.; ZANGHELINI, G. M.; ALVARENGA, R. A. F.; FRANCO, D.; SOARES, S. R. Life cycle assessment of swine production in Brazil: a comparison of four manure management systems. *Journal of Cleaner Production*, v.87, p.68-77, 2015.
- CIOTOLA, R., MARTIN, J., CASTANO, J., LEE, J., MICHEL, F. Microbial community response to seasonal temperature variation in a small-scale anaerobic digester. *Energies*, v.6, p.5182-5199, 2013.
- DUARTE, K. L. S. Interferências das condições ambientais e operacionais nas concentrações de biogás em biorreatores de bancada com resíduos sólidos. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande, 2014.
- GARFI, M.; MARTÍ-HERRERO, J.; GARWOOD, A; FERRER, I. Household anaerobic digesters for biogas production in Latin America: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.60, p.599-614, 2016.
- GUO, J.; DONG, R.; CLEMENS, J.; WEI, W. Thermal modelling of the completely stirred anaerobic reactor treating pig manure at low range of mesophilic conditions. *Journal of Environmental Management*, v.127, p.18-22, 30. 2013.
- KINYUA, M. N.; ROWSE, L. E.; ERGAS, S. J. Review of small-scale tubular anaerobic digesters treating livestock waste in the developing world. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.58, p.896-910, 2016.
- KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. DE. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.22, n.3, p.651-665, 2005.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance-current assessment. *Journal of the Irrigation and Drainage Engineering*, v.103, p.115-134, 1977.
- SAEG. Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.