

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO DIGESTATO DE BOVINO EM DIFERENTES TEMPOS DE RETENÇÃO HIDRÁULICA

Matos, C.F.*¹; Silva, R.M.¹; Oliveira, R.S.; Pinheiro, E.F.M.¹; Leal, M.A.A.²; Stafanato, J.B.¹

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Seropédica, RJ – Brasil.

²Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ - Brasil.

*email: camilamatos1@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da digestão anaeróbia de dejetos de bovinos, provenientes do sistema orgânico de produção, nas características químicas e físicas do digestato produzido em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH). Para a realização do experimento foram construídos dezoito protótipos de biodigestores de bancada. Os tratamentos consistiam de diferentes TRH, a saber: T0 - 0 dias, T15 - 15 dias, T30 - 30 dias, T45 - 45 dias, T60 - 60 dias, T75 - 75 dias e T90 - 90 dias. Após 90 dias de digestão anaeróbia, foi observada uma redução do pH do digestato ao longo do processo, sendo justificado pela transformação dos ácidos orgânicos contidos nos dejetos em produtos gasosos. Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos para os parâmetros umidade e sólidos totais. Pode-se constatar o efeito da digestão anaeróbia na redução de sólidos voláteis, uma vez que o tratamento T0 diferiu estatisticamente dos demais. Os teores de C e N ao final do processo (T90) não diferiram estatisticamente de T0 e a relação C/N inicial se encontrou próximo à indicada como ideal para o crescimento bacteriano. Os teores dos nutrientes Ca, Mg e Fe apresentaram um aumento ao final da digestão anaeróbia. Conclui-se, portanto, que os diferentes TRH interferiram em alguns parâmetros estudados, principalmente, no que tange os conteúdos de SV, Mg e a relação C/N. Recomenda-se que sejam avaliadas as características químicas do digestato, de modo a verificar se ocorreu a estabilização do material orgânico, antes de se recomendar a adição do mesmo ao solo.

Palavras-chave: digestão anaeróbia, dejetos animais, sistema orgânico de produção.

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BOVINE DIGESTATE IN DIFFERENT HYDRAULIC RETENTION TIMES

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of anaerobic digestion of bovine manure from the organic production system on the chemical and physical characteristics of the digestate produced in different hydraulic retention times (HRT). For the accomplishment of the experiment eighteen prototypes of bench biodigesters were constructed. Treatments consisted of different HRT: T0- 0 days, T15- 15 days, T3- 30 days, T45- 45 days, T60- 60 days, T75- 75 days and T9- 90 days. After 90 days of anaerobic digestion a reduction in the pH of the digestate was observed, being justified by the transformation of the organic acids into gaseous products. No statistical difference was observed between the treatments for the parameters humidity and total solids. The effect of anaerobic digestion on the reduction of volatile solids can be verified, since the T0 treatment differed statistically from the others. The C and N contents at the end of the process (T90) did not differ statistically from T0 and the initial C/N ratio was found close to that indicated as ideal for bacterial growth. The contents of nutrients Ca, Mg and Fe showed an increase at the end of the process. It is concluded that the different HRT interfered in some studied parameters, mainly, regarding the contents of SV, Mg and C/N ratio. It is recommended that the chemical characteristics of the digestate be evaluated in order to verify the stabilization of the organic material, before recommending the addition of the same to the soil.

Keywords: anaerobic digestion, animal waste, organic production system.

INTRODUÇÃO

As grandes quantidades de estrume animal e lodos produzidos pelo setor de criação de animais, bem como os fluxos de resíduos orgânicos, representam um risco de poluição constante, uma vez que apresentam um potencial de impacto negativo sobre o meio ambiente quando não gerenciados de forma adequada (HOLM-NIELSEN et al., 2009). A digestão anaeróbia apresenta-se como uma alternativa capaz de amenizar os impactos causados pelo manejo inadequado dos resíduos orgânicos, uma vez que esse processo biológico

degrada a matéria orgânica contida na biomassa, na ausência de oxigênio, produzindo biogás (Tambone et al., 2010) e digestato que, dependendo das suas características, pode possuir valor fertilizante.

O desempenho de um biodigestor é afetado por diversos fatores, entre eles, destaca-se a população microbiana, pH, relação carbono/nitrogênio (relação C/N), temperatura de operação, tempo de retenção hidráulica (TRH), teor de sólidos e modo de alimentação do reator (batelada ou contínuo) (NAIK et al., 2014). Para que a qualidade do digestato produzido possa ser acessada, torna-se necessário a sua caracterização química em diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH), permitindo assim analisar seu comportamento ao longo do processo de digestão anaeróbia. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da digestão anaeróbia de dejetos bovinos, provenientes do sistema orgânico de produção, nas características químicas do digestato em diferentes TRH.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Campus Seropédica, nas dependências do Instituto de Agronomia, Departamento de Solos. A coleta do dejetos bovino que abasteceu os biodigestores foi realizada no Setor Experimental de Produção Animal da Fazendinha Agroecológica do km 47, localizada no município de Seropédica (RJ).

Para a realização do experimento foram construídos dezoito protótipos de biodigestores de bancada, sendo o sistema de abastecimento em batelada. A câmara de biodigestão e o gasômetro que constituíam o biodigestor foram inseridos no interior de um recipiente preenchido com água, para servir de suporte para o gasômetro flutuar, proporcionar condições anaeróbias e armazenar o gás produzido. O volume total da câmara de biodigestão foi de 2,35 L e os biodigestores foram abastecidos com dejetos de bovinos sob sistema orgânico de produção. Os tratamentos consistiam de diferentes TRH, a saber: T0 - 0 dias (afluente), T15 - 15 dias, T30 - 30 dias, T45 - 45 dias, T60 - 60 dias, T75 - 75 dias e T90 - 90 dias (efluente).

Após a coleta, para a preparação do substrato, foi realizada a determinação de sólidos totais (ST), com base na metodologia descrita pela Apha (1995). Posteriormente, determinou-se a quantidade de água a ser adicionada à matéria-prima, a fim de se obter uma concentração de 8% de sólidos totais em todos os dezoito protótipos de biodigestores. Os diferentes tratamentos foram caracterizados por meio das análises de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e pH, conforme as recomendações do Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes (SILVA et al., 2009). As análises de metais pesados foram realizadas através da digestão nitro-perclórica, segundo o método SW-846 3051A (USEPA, 2007). A análise dos teores de carbono e nitrogênio foi realizada através do uso de um analisador CHNS, modelo 2400, Perkin Elmer, padrão acetanilida 71,09 % C e 10,36 % N.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições para cada tratamento. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa estatístico "R-Project" versão 3.2.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014). As análises constaram do teste de normalidade e homocedasticidade. Após a constatação da normalidade e homogeneidade dos dados, estes foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste Tukey à 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, destacam-se os valores de pH, umidade (U), sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e suas respectivas reduções e relação SV/ST, nos diferentes TRH. Tratando-se do pH, observou-se uma redução ao longo do processo, e um posterior aumento nos tempos de retenção de 75 e 90 dias. Os tratamentos T0, T15, T75 e T90 se estabeleceram dentro da faixa favorável aos microrganismos responsáveis pelo processo de digestão anaeróbia (pH entre 6,4-7,8) (MAO et al., 2015). O aumento do pH no último TRH (T90) pode ser justificado pela transformação dos ácidos orgânicos contidos em produtos gasosos. Além disso, a degradação de proteínas e uréia em meio anaeróbio produz amônia que, em meio aquoso e alcalino, passa para a forma de hidróxido de amônio, acarretando em um aumento dos valores do pH (SILVA et al. 2007; SOARES et al. 2017).

Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos para os parâmetros umidade e ST. Com relação aos SV, pode-se constatar o efeito da digestão anaeróbia na sua redução, uma vez que o material de entrada diferiu estatisticamente dos demais. A remoção de SV, que é uma medida da capacidade do sistema de digestão anaeróbica em decompor material orgânico, juntamente com o rendimento de biogás, são parâmetros que podem ser utilizados para avaliar a eficiência do processo de digestão (HARYANTO et al., 2018). Observou-se baixa redução de ST e SV ao final do processo de digestão quando comparados a outros trabalhos (TAMBONE et al., 2009, ORRICO JR et al., 2009). A contínua e lenta degradação anaeróbia do

material orgânico e a produção de biogás, ainda presente de forma significativa no último TRH (T90), justifica a baixa redução de ST e SV, demonstrando ainda uma possível redução dos sólidos em TRH maiores que 90 dias. De acordo com recomendações da Legislação do CONAMA 375/06 (Brasil, 2006), o material em questão deve apresentar relação SV/ST inferior à 0,70 para que seja considerável estável. Os resultados demonstram uma relação SV/ST de 0,81 ao final do processo (T90), indicando que o digestato não se apresentava estável, evidenciando assim a necessidade de maiores TRH para degradar a matéria orgânica.

Não foi observada diferença estatística no conteúdo de Ca nos diferentes TRH (Tabela 2). Para o Fe, foi constatado um aumento ao final da digestão anaeróbia, demonstrando que o Fe estava na forma precipitada no início do processo (T0) e, conforme houve uma redução do pH, este elemento foi sendo disponibilizado (Tabela 1). Já para o Mg, torna-se importante destacar o considerável aumento de tal nutriente ao final dos 90 dias, característico do processo de digestão anaeróbia, apresentando diferença estatística entre o começo (T0) e o final da digestão anaeróbia (T90). Segundo Orrico Jr et al. (2009), esse aumento na concentração de nutrientes era esperado em função da redução da fração orgânica, por meio da produção de biogás, acarretando, assim, a concentração dos constituintes inorgânicos.

Observou-se uma ligeira redução no conteúdo de C com um posterior aumento, onde o conteúdo de C ao final do processo (T90) não diferiu estatisticamente do material afluente (T0). Para N, foi observado um declínio seguido de um posterior aumento, não apresentando diferença estatística entre T0 e T90. Pode-se observar que a relação C/N inicial do processo se encontra próximo à ótima para o crescimento bacteriano (25/1) (LI et al., 2011, PANG et al., 2008), apesar da sua baixa redução ao final do processo. De acordo com Tambone et al. (2009), com a degradação do carbono orgânico total e a concentração de nitrogênio, a proporção carbono e nitrogênio (C/N) tende a diminuir no decorrer do processo, fato este que é observado no presente estudo, com uma redução de 4,6% para este parâmetro. A baixa redução da relação C/N relaciona-se à baixa degradação de matéria orgânica, demonstrando assim que a digestão anaeróbia do presente sistema ainda apresenta potencial para maior degradação do material afluente, uma vez que a produção de biogás aos 90 dias de TRH ainda se fazia presente.

CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que os diferentes TRH interferiram nos valores de pH, nos conteúdos de SV, teores de Mg, Fe, C e N e relação C/N. Ao comparar o material de entrada (afluente) com o de saída (efluente), observou-se uma mudança significativa nos teores de Mg, na relação C/N e no conteúdo de SV. Ademais, a relação SV/ST apresentou-se acima do recomendado pelo Conama 375/06 para ser considerado como um material estabilizado. Um maior TRH é recomendado para que ocorra a estabilização do material orgânico e recomendação do seu uso como adubo orgânico.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Comitê Guandu e Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP.

REFERÊNCIAS

- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington: American Water Works Association, 2005, p.1386.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 375**. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 167, p. 141-146, 30 ago 2006.
- HARYANTO, A.; TRIYONO, S.; WICAKSONO, N.H. Effect of hydraulic retention time on biogas production from cow dung in a semi continuous anaerobic digester. **International journal of renewable energy development**, v. 7, 93. 2018.
- HOLM-NIELSEN, J.B.; AL SEADI, T.; OLESKOWICZ-POPIEL, P. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5478-5484. 2009.
- LI, Y.; PARK, S.Y.; ZHU, J. Solid-state anaerobic digestion for methane production from organic waste. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 15, p. 821–826. 2011.
- MAO, C.; FENG, Y.; WANG, X.; REN, G. Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 45, p. 540–555.

- NAIK, L.; GEBREEGZIABHER, Z.; TUMWESIGE, V.; BALANA, B.B.; MWIRIGI, J.; AUSTIN, G. Factors determining the stability and productivity of small scale anaerobic digesters. **Biomass and Bioenergy**. v. 70, p. 51–57. 2014.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos com e sem separação da fração sólida em diferentes tempos de retenção hidráulica. **Revista Engenharia agrícola**, p. 474-482, 2009.
- PANG, Y.Z.; LIU, Y.P.; LI, XJ, WANG, K.S.; YUAN, H.R. Improving biodegradability and biogas production of corn stover through sodium hydroxide solid state pretreatment. **Energy & fuels**. v. 22, n. 4, p. 2761–6. 2008.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Version 3.1.0. Vienna: R foundation for statistical computing. 2014.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed, Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2009.
- SILVA, W.T.L.; FAUSTINO, A.S.; NOVAES, A.P. **Eficiência do processo de biodigestão em fossa séptica biodigestora inoculada com esterco de ovino**. Documentos Embrapa Instrumentação Agropecuária, v. 34, n.1. 2007.
- SOARES, M.T.S.; CALHEIROS, D.F.F.; GALVANI, F.; FEIDEN, A.; CAMPOLIN, A.I.; DA SILVA, W.T.L. Parâmetros físico-químicos e eficiência de fossa séptica biodigestora na redução da carga orgânica de esgoto originado de água doce ou salobra, na borda oeste do pantanal. **Cadernos de agroecologia**, v. 11. 2017.
- TAMBONE, F.; GENEVINI, P.L.; D'IMPORZANO, G.; ADANI, F. Assessing amendment properties of digestate by studying the organic matter composition and the degree of biological stability during the anaerobic digestion of the organic fraction of msw. **Bioresource Technology**. v.100, p. 3140–3142. 2009.
- TAMBONE, F.; SCAGLIA, B.; D'IMPORZANO, G.; SCHIEVANO, A.; ORZI, V.; SALATI, S.; ADANI, F. Assessing amendment and fertilizing properties of digestate from anaerobic digestion through a comparative study with digested sludge and compost. **Chemosphere**. v. 81, p. 577–583. 2010.
- USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Microwave assisted acid digestion of sediments sludge, soils, and oils. EPA SW 846 3051a**. 30p, 2007. Disponível em: <http://www.epa.gov/epawaste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3051a.pdf>. Acesso em: 3 set. 2018.

Tabela 1. Médias de cada parâmetro físico e químico avaliado nos diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).

TRH (dias)	pH	U (%)	ST (%)	Redução ST	SV (%)	Redução SV	Relação SV/ST
T0	7,8 a	92,68 a	7,21 a		6,43 a		0,89
T15	6,49 bc	92,66 a	7,14 a		5,83 b		0,81
T30	6,31 bc	92,57 a	7,26 a	2,22 %	5,91 b	10,74%	0,81
T45	6,26 c	92,62 a	7,20 a		5,88 b		0,81
T60	6,01 c	92,75 a	7,07 a		5,75 b		0,81
T75	6,67 bc	92,71 a	7,25 a		5,94 b		0,81
T90	7,17 ab	92,74 a	7,05 a		5,74 b		0,81

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

Tabela 2. Médias de cada parâmetro químico avaliado nos diferentes tempos de retenção hidráulica (TRH).

TRH (dias)	Ca total	Mg total	Fe total	C total	N total	C/N
	-----mg kg ⁻¹ -----			-----(%)-----		
T0	12.352,92 a	11.686,60 c	359,34 b	36,16 ab	1,37 ab	26,41 a
T15	12.149,83 a	12.922,92 c	405,67 ab	36,62 ab	1,36 b	27,05 ab
T30	11.045,76 a	13.599,36 bc	429,45 ab	35,54 ab	1,20 c	29,71 ab
T45	12.850,54 a	16.985,11 a	382,01 ab	34,74 b	1,50 ab	23,23 ab
T60	10.697,41 a	16.315,65 ab	632,20 a	37,56 a	1,38 ab	27,22 ab
T75	11.532,2 a	16.373,71 ab	574,49 ab	38,20 a	1,43 ab	26,53 b
T90	14.434,13 a	19.033,04 a	545,40 ab	36,74 ab	1,52 a	24,09 b

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).