

PRODUÇÃO E ACLIMATAÇÃO DE INÓCULO PARA ENSAIO PME

Eliana de A. M. De Bona^{*1,4}; Ricardo L. R. Steinmetz^{2,3}; Laís de M. Milani¹; Juliana G. Somer¹; Tania Menegol¹; Eduardo M. Trindade¹; Airton Kunz^{2,4}

¹CIBiogás-ER, Foz do Iguaçu-PR-Brasil

²Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC-Brasil

³UFSC/PósENQ, Florianópolis-PR-Brasil

⁴UNIOESTE/PGEAGRI, Cascavel-PR-Brasil

e-mail: eliana@cibiogas.org

RESUMO: Inóculo é a biomassa microbiana que é adicionada no início de um teste biológico ou durante o processo para acelerá-lo, imprescindível para obtenção do potencial biometânico (PME) de uma biomassa residual. É necessário a obtenção de um processo padrão brasileiro para alcançar um inoculo estável, aclimatado às condições de teste e adaptado para o substrato. Este trabalho apresenta um estudo de caso de laboratório para produzir e manter um inóculo mesófilo anaeróbico para teste PME segundo VDI 4630, a partir de efluentes de dejetos animais. Realizaram-se testes de produção de biogás com celulose padrão como substrato da digestão anaeróbia. Os resultados foram satisfatórios a partir de um período de aclimação e estabilidade do lodo.

Palavras-chave: biogás, PME, aclimação.

INTRODUÇÃO

É de senso comum que os resíduos orgânicos agropecuários e agroindustriais têm determinado valor energético intrínseco, por exemplo, pelo uso como matéria-prima para produção de biogás ou biometano. Mas dentre uma gama muito diversa de resíduos há a necessidade de verificar qual destes tem maior ou menor potencial energético. Uma análise que se torna indispensável é a avaliação do Potencial Bioquímico Metanogênico Específico ou Potencial de Biometano (PME) que trata-se de um ensaio biocinético capaz de identificar a quantidade de biogás ou metano possível de ser recuperada de uma quantidade específica do resíduo. Trata-se de um ensaio efetuado em laboratório, em condições controladas, segundo recomendações de normas técnicas (ISO 11734, 1995; VDI 4630, 2006).

Este ensaio preconiza a adição de quantidade conhecida de substrato (amostra do resíduo) em uma grande quantidade de inóculo mesofílico anaeróbico, seguida da incubação na ausência de oxigênio em temperatura controlada e pressão monitorada. Inóculo é a biomassa microbiana que é adicionada no início de um teste biológico ou durante o processo para acelerá-lo. Normalmente se caracteriza como lodo digerido obtido de biodigestores com atividade anaeróbia estabelecida e estável. Um inóculo de boa qualidade para testes de produção de biogás deve conter micro-organismos capazes de digerir diferentes tipos de biomassas e um rendimento de biogás menor do que 2% da produção de biogás da amostra (VDI 4630, 2006).

A obtenção de inóculo mesofílico anaeróbico com tais condições a partir de digestores em grande escala é um fator limitante e alternativamente pode ser utilizado um processo de aclimação em reator de escala laboratorial sob condições de operação controladas (Steinmetz et al. 2014). Com base no exposto, este trabalho apresenta um estudo de caso da aclimação em condições mesofílicas de inóculos obtidos de

diferentes fontes, para fim de atender as recomendações da norma VDI 4630 para aplicação em testes de PME de resíduos agropecuários e agroindustriais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de monitoramento e aclimatação deste inóculo ocorreu entre Maio e Novembro de 2014. O inóculo foi preparado a partir de mistura de dejetos de suínos e bovinos. A coleta de amostra de dejetos foi realizada em propriedades com atividade de suinocultura e bovinocultura leiteira que possuem sistema de tratamento de dejetos por digestão anaeróbia, localizadas na região Oeste do Paraná. Aproximadamente 30 litros de efluente da produção de suínos foram retirados de caixas de passagem, que ligam as canaletas de coleta de resíduos das baias ao biodigestor e também, 20 litros de efluente na caixa de saída do biodigestor. Para compor a porção de dejetos bovino coletou-se aproximadamente 20 litros de dejetos fresco e 30 litros de efluente na caixa de saída de um biodigestor anaeróbio. As amostras foram armazenadas sob condições de resfriamento, para evitar fermentação durante o transporte, e encaminhadas para o Laboratório de Biogás do Centro Internacional de Energias Renováveis com ênfase em Biogás (CIBiogas – ER), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

A composição do inóculo consistiu em mistura das porções iguais (1:1, v/v) de efluentes de dejetos de suínos e bovinos. Cada frasco de amostra (bombonas plásticas) foi acondicionado em banho de água termostaticado a $37,0 \pm 2,0$ °C para adaptação durante 24 horas, todas os efluentes foram transferidos para um reator em material inox com capacidade de 100 litros com agitação constante em velocidade lenta (30 ± 1) rpm e temperatura constante, $37,0 \pm 2,0$ °C.

O inóculo foi alimentado diariamente, após 24 horas do seu preparo, com mistura de diferentes fontes de carbono na proporção de 0,3 g de SV/L de acordo com a tabela 1. A alimentação foi realizada diariamente com um intervalo de 4 a 6 dias antes de cada retirada para experimento de fermentação. Quando uma porção do inóculo era retirada nova carga de lodo na mesma proporção era adicionada ao reator, para manter volume significativo de inóculo no tanque de armazenamento.

O inóculo foi monitorado, durante 6 meses, diariamente quanto as condições de pH e semanalmente quanto as condições de alcalinidade (AI/AP) e sólidos totais, fixos e voláteis. As análises de AI/AP foram realizadas por titulação potenciométrica de acordo com Buchauer (1998). O pH foi verificado eletrometricamente (APHA, 2012). Realizou-se análise gravimétrica para sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV). Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

Realizou-se mensalmente teste da produção de biogás com o inóculo em laboratório, sob condições de fermentação controlada ($37,0^\circ\text{C} \pm 2,0^\circ\text{C}$), foi determinada de acordo com a norma VDI 4630 (2006) utilizando como substrato padrão celulose microcristalina Sigma-Aldrich®. A medição da quantidade e qualidade do gás foi conduzida de acordo com a DIN 38 414 (1985) com algumas modificações. Os substratos foram incubados em digestores de 250 ml em batelada a 37°C em triplicata. O tempo de retenção hidráulica foi de 40 dias. A quantidade de biogás produzido durante a digestão anaeróbia foi mensurada a partir da escala graduada do conjunto de medição, tubos eudiômetros graduados (divisões de escala de 1 ml) com volume de 500 ml. A produção total do Biogás foi expressa em litros normalizados por kg de sólidos voláteis ($L_N \cdot \text{kgSV}^{-1}$), i.e. O volume de biogás produzido foi baseado em condições normais de pressão: 273 K e 1013 MPA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para AI/AP variaram entre 0,47 a 0,04 (Figura 2), sendo o maior valor obtido na primeira semana de adaptação do inóculo, alcançando a estabilidade em 10 dias após o armazenamento, visto que, de acordo com o de acordo com a Drosch (2013) em geral é considerado para este parâmetro taxa menor do que 0,3 para indicar um processo estável. A média encontrada para AI/AP foi de 0,15, representando estabilidade no processo fermentativo. Ao longo do período de armazenamento o pH manteve-se entre 7,32 e 8,28, sendo que o pH manteve-se acima de 7,7 a partir do segundo mês de incubação (Figura 3).

No atual trabalho os valores obtidos para sólidos voláteis variaram de 1,4 a 4,8 % no inóculo. De acordo com o preconizado nas normativas (ISO 11734, 1995; VDI 4630, 2006) que diz que para o teste PME o inóculo deve apresentar de 1,5 a 2%, o inóculo apresentou-se adequado após 3 meses de aclimação (Figura 4).

De acordo com a VDI, considerou-se a recuperação de biogás satisfatória acima de $600 \text{ mL}_{\text{N.gVS}}^{-1}$ (80%). O inóculo apresentou recuperação satisfatória a partir da segunda batelada (Figura 5). O inóculo apresentou o melhor fator de recuperação (82,3%) nas duas últimas bateladas.

CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos conclui-se que é possível obter inóculo mesofílico anaeróbico, com condições que atendem a norma técnica, a partir de amostras de dejetos de suíno e bovino, condicionadas em laboratório. Sugere-se que o lodo seja utilizado após estabilidade, respeitando o período de aclimação do inóculo necessário para alcançar um lodo estável e com melhor degradabilidade do substrato. Após este período a manutenção do inóculo tende a estabilizar as condições por reposição de pequenas frações dos inóculos iniciadores da mistura.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Rede BiogásFert Embrapa/Itaipu Binacional.

REFERÊNCIAS

- Buchauer K. 1998. A comparison of two simple titration procedures to determine volatile fatty acids in influents to waste-water and sludge treatment processes. *Water S.A.*, 24(1), 49-56.
- ISO 11734. 1995 Evaluation of "ultimate" anaerobic biodegradability of organic compounds in digested sludge – Method by measurement of the biogas production. International Organization for Standardization, 14 p.
- Steinmetz R.L.R., Kunz A., Amaral A.C., Soares H.M., Schmidt T., Wedwitschka H. (2014). Suggested method for mesophilic inoculum acclimation to PME assay. IN: XI Simposio Latinoamericano de Digestión Anaerobia (DAAL), Cuba. (in press).
- VDI 4630. 2006 Fermentation of organic materials - Characterisation of the substrate, sampling, collection of material data and fermentation tests. Verein Deutscher Ingenieure (Germany Association of Engineers), 96 p.

Tabela 1 – Mistura de substratos utilizados na alimentação do inóculo durante o período de aclimação.

Substrato	Composição		Carga g/(L.dia ⁻¹)
	MS%	SV%	
Farinha de milho	87,66	87,27	0,10
Gramma	97,29	89,89	0,09
Leite em pó	94,38	88,68	0,10
Óleo de soja	100,00	99,99	0,05
Proteína de soja	93,33	87,97	0,04
Total			0,37

Valores expressos em base natural dos substratos. Carga total respeitando 0,3 g_{SV}/m³ de inóculo. MS = Matéria seca; SV= Sólidos voláteis.

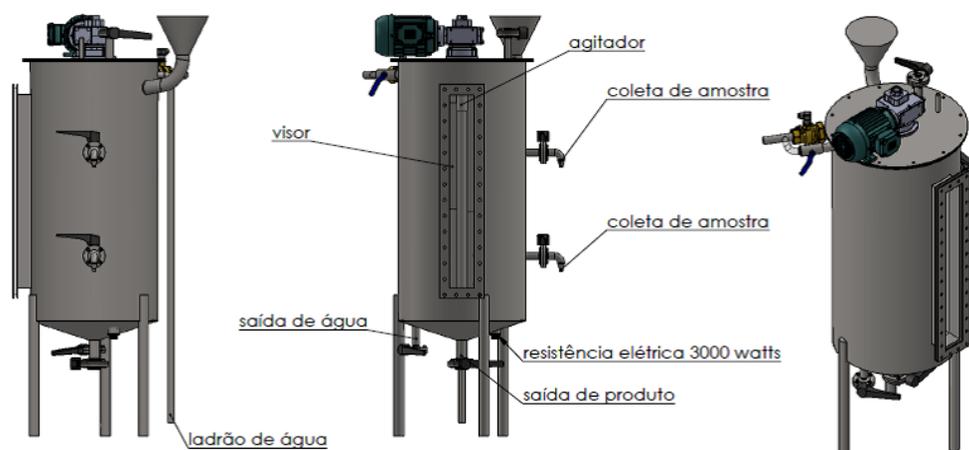


Figura 1 – Reator anaeróbico de mistura completa

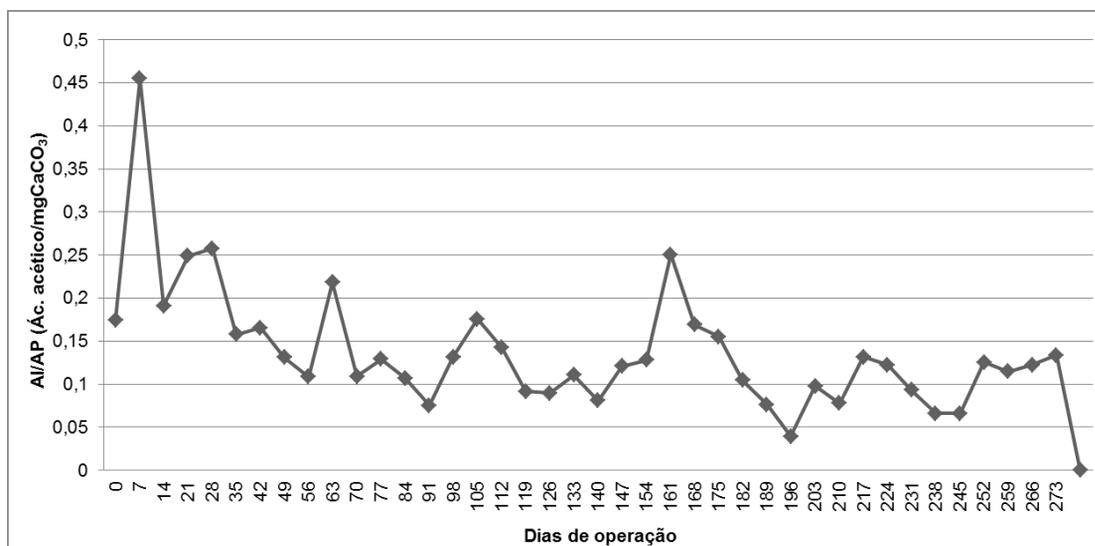


Figura 2 – Valores de alcalinidade obtidos para o inóculo

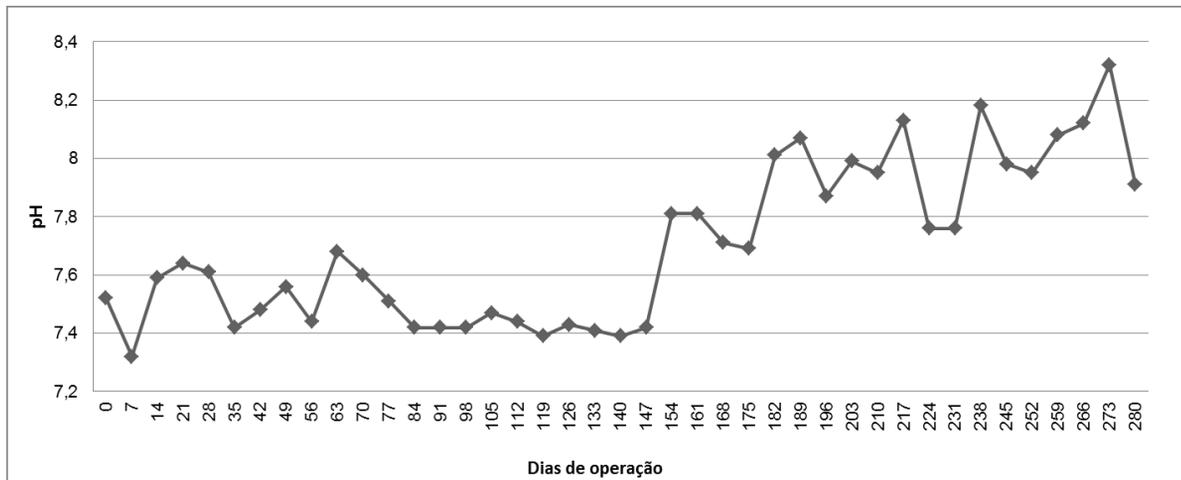


Figura 3 – Valores de pH obtidos no monitoramento do inóculo.

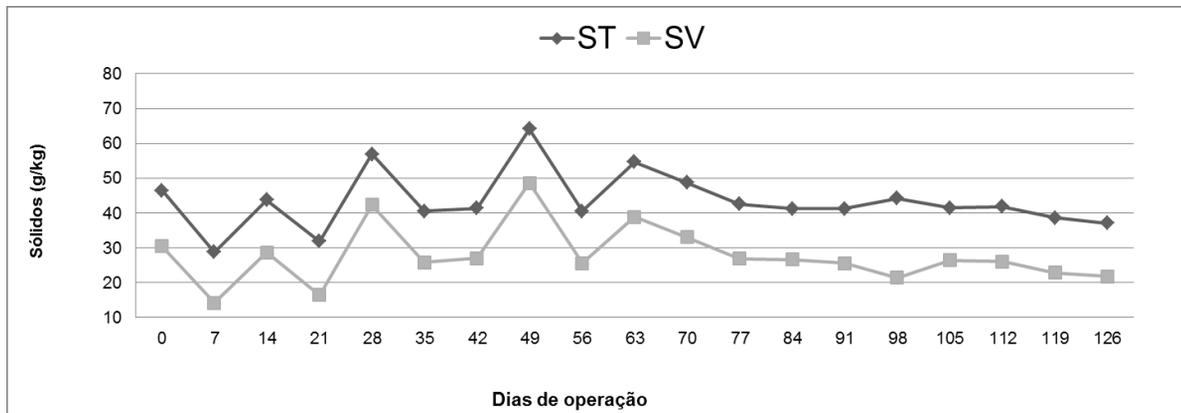


Figura 4 – Valores de sólidos totais e voláteis obtidos no monitoramento do inóculo.

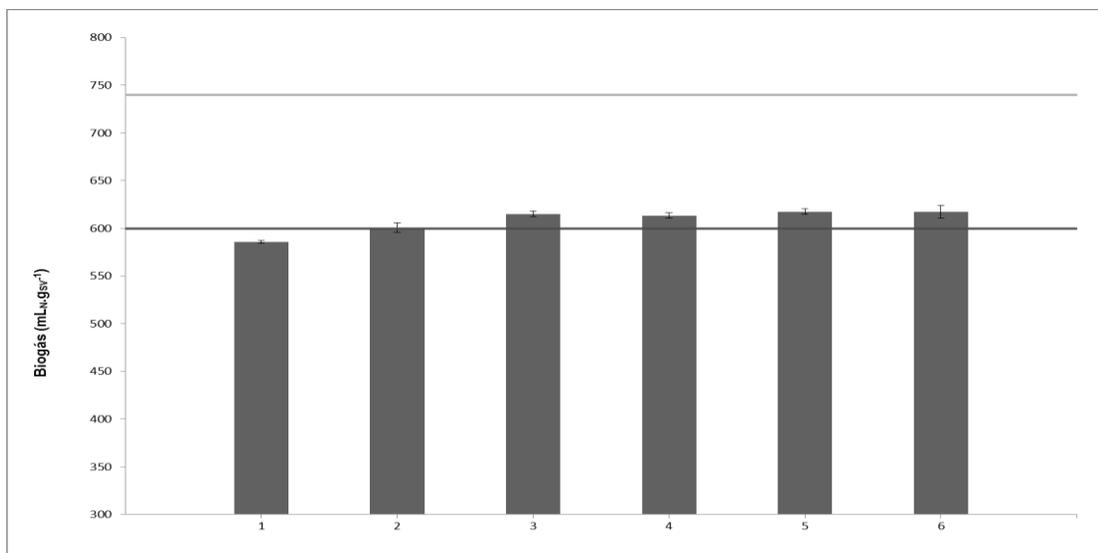


Figura 5 - Produção média de Biogás dos testes com celulose (bateladas n° 1 ao 6).