

ATIVIDADE METANOGÊNICA ESPECÍFICA (AME) DE LODOS PARA PARTIDA DE BIODIGESTOR

Rachel Barros Pires¹; Simone Machado Santos²

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil.- CAA – UFPE; E-mail: rachel_barros123@hotmail.com,

²Docente/pesquisador do Núcleo de Tecnologia – CAA – UFPE. E-mail: smachados@hotmail.com.

Sumário: A partida de um biodigestor pode ser definida por um momento transiente inicial, possivelmente instável e, portanto, muito importante ao funcionamento do sistema. Um dos principais problemas, neste processo, ocorre quando as populações de microrganismos não estão balanceadas, o que é muito comum no início do processo, quando se pode dizer que o reator não partiu, devido ao desequilíbrio entre suas populações microbianas. Quando ocorre essa falha do início de processo, a causa mais frequente pode ser atribuída a uma possível falta de aclimatação do inóculo utilizado, sendo a escolha desse inóculo, uma das etapas fundamentais ao sucesso da biodigestão. Diante desse contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de testes de atividade metanogênica específica (AME), três tipos de inóculos para uso na partida de um biodigestor de resíduos sólidos. Nos testes de AME, foi avaliada a capacidade máxima de produção de metano pelos microrganismos anaeróbios presentes em cada inóculo, onde a maior produção de metano foi associada ao melhor funcionamento do sistema de tratamento. Dentre os três inóculos testados, o lodo de cervejaria apresentou maior AME, com média de 0,104 gDQOCH₄/gSSV*d e, portanto, sendo o mais indicado à partida do biodigestor.

Palavras-chave: atividade metanogênica específica; biodigestor; inóculo; partida; resíduos sólidos orgânicos

INTRODUÇÃO

A digestão anaeróbia (DA) de resíduos sólidos, também conhecida como biometanização, biogaseificação ou biodigestão, é um processo natural de decomposição bioquímica de matéria orgânica, na ausência de oxigênio. O processo de digestão anaeróbia da matéria orgânica é realizado por microrganismos e caracteriza-se pela formação de subprodutos importantes: o biogás, uma importante fonte de energia e um efluente com altos teores de nutrientes, que pode ser utilizado como fertilizante. A produção do biogás e do efluente nutritivo, durante a estabilização anaeróbia da matéria orgânica, ocorre como consequência das seguintes etapas: hidrólise, quando há a conversão de materiais particulados complexos (polímeros) em materiais dissolvidos mais simples (monômeros), realizada por microrganismos hidrolíticos; acidogênese, quando as bactérias fermentativas degradam os monômeros produzindo Ácidos Graxos Voláteis (AGV), hidrogênio (H₂) e CO₂; acetogênese, quando tanto os ácidos graxos de cadeia longa quanto os AGVs são degradados por bactérias formadoras de acetato, gerando acetato, H₂ e CO₂. Dois grupos de bactérias atuam como acetogênicas, um utiliza ácidos graxos de cadeia longa e outro, ácidos graxos voláteis; e, por fim, metanogênese, quando há a conversão bacteriana do hidrogênio e ácido acético formados, em CH₄ e CO₂.

A partida de um biodigestor (digestor anaeróbio) pode ser definida por um momento transiente inicial, possivelmente instável operacionalmente e, portanto, muito importante ao funcionamento do sistema. Um dos principais problemas, neste processo, ocorre quando as populações de microrganismos não estão balanceadas, o que é muito comum no início

do processo, quando se pode dizer que o reator não partiu, devido ao desequilíbrio entre suas populações microbianas. As bactérias metanogênicas não conseguem se desenvolver, enquanto que as bactérias acidogênicas (formadoras de ácidos) continuam a trabalhar, produzindo mais ácidos, os quais irão inibir a atividade das metanogênicas. Este desbalanceamento em um reator pode levar a sua falha operacional, segundo Mata-Alvarez (2003), especialmente durante a sua partida (Forster-Carneiro et al., 2008).

A presença metanogênicas é que garantirá a eficiência e a completude do processo de DA; portanto, torna-se necessário o monitoramento desses microrganismos. A determinação da capacidade de produção de metano de um inóculo, a ser utilizado na DA, é importante porque, segundo Aquino et al. (2007), a remoção de compostos reduzidos causadores da demanda química de oxigênio (DQO), da água residuária a ser tratada, só ocorrerá com a formação do metano. Assim, o teste de atividade metanogênica específica (AME) constitui-se em uma importante ferramenta, não só para o controle operacional de reatores anaeróbios (Foresti et al., 1999), como também para a escolha de inóculo de partida para um digestor anaeróbio. Normalmente, a maior produção de metano é associada ao melhor funcionamento do sistema de tratamento. O conhecimento da AME do lodo de determinado reator permite estabelecer a capacidade máxima de remoção de DQO da fase líquida, e por isso permite estimar a carga orgânica máxima que pode ser aplicada, com minimização do risco de desbalanceamento do processo anaeróbio (Aquino et al., 2007), evitando-se uma possível falha operacional. Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de testes de AME, três tipos de inóculos para uso na partida de um biodigestor de resíduos sólidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, os três inóculos (lodo de biodigestor, lodo de cervejaria e rúmen bovino) foram caracterizados, em termos de teor de sólidos e demanda química de oxigênio (DQO) (Tabela 1). Essa caracterização é necessária visto que a quantidade de lodo usado como inóculo, em cada reator, é função do seu teor de sólidos voláteis, e a quantidade de suplementação, com bicarbonato, é função da DQO.

Tabela 1. Resultados da série de sólidos e DQO.

Inóculo	Sólidos	Sólidos Totais	Sólidos Totais	DQO (mg/L de O ₂)
	Totais (mg/L)	Fixos (mg/L)	Voláteis (mg/L)	
Lodo Biodigestor	671,17	618,50	52,67	34.615,40
Rúmen Bovino	143,46	7,74	135,72	7692,30
Lodo Cervejaria	93,89	18,06	75,83	53.415,60

Os testes de AME foram realizados em reatores (frascos de vidro de 595 mL), sendo três reatores para cada inóculo. Como o volume ocupado pelo gás equivale a 10% do volume, o volume útil final do reator foi de 535,5 mL (inóculo+solução nutritiva+bicarbonato+substrato+água). A solução de nutrientes foi quantificada a fim de ocupar 20% do volume útil do reator. Os lodos foram quantificados a partir do teor de sólidos voláteis, afim de que tivessem uma concentração de 3 g/L de SV (AQUINO et al., 2007). Ao final, foram usados 30,5 g de lodo do biodigestor, 11,8 g de rúmen bovino e 21,2 g de lodo de cervejaria, em cada reator. Depois de misturados, todos os materiais foram colocados nos reatores e estes vedados com tampa rosqueável com borracha, para introdução de agulhas, e envoltos com papel alumínio, que tanto tinha a função de ajudar contra a perda de calor, quanto de evitar a luminosidade no interior dos reatores, o que prejudicaria a atividade bacteriana. Os reatores foram então conectados com uma solução

de soda, através de mangueiras, as quais conduziram o biogás produzido para lavagem na solução de hidróxido de sódio (NaOH 3%). O biogás (composto essencialmente, por metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂)), ao passar pela solução de hidróxido de sódio, tem o CO₂ retido no meio líquido, ficando apenas o metano na forma gasosa. O metano gera uma pressão no recipiente com soda, a qual é expelida e depositada em terceiro recipiente, que então foi monitorado através de pesagem. Foram utilizadas lâmpadas incandescentes de 60 watts, para aquecimento dos reatores. Os detalhes do experimento são mostrados na Figura 1a, b e c.

Em alguns testes os inóculos foram lavados, para melhor homogeneização. Depois, optou-se por testá-los na forma bruta, por considerar possível perda de biomassa. Quando a produção de metano não era considerada satisfatória, em um determinado tempo, procedia-se a uma realimentação com solução nutriente e AGV (ácidos propiônico, butírico e acético).

Após estabilização, a AME foi calculada pela seguinte equação:

$$AME = \frac{v_{m\acute{a}xima}}{V * C_i * 394}$$

Onde:

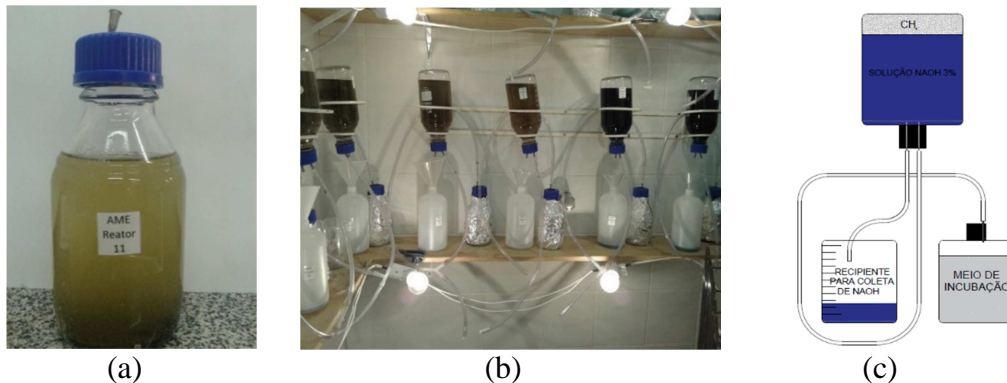
$v_{m\acute{a}xima}$ - taxa máxima de produção de metano obtida pela inclinação do gráfico da produção acumulada (gDQO_{CH₄}/gSSV*d)

V - volume útil do reator (L)

C_i - concentração do inóculo (gSV/L)

394 - valor utilizado para correção do cálculo de AME (1 gDQO produz um valor de 394 mL de metano, a 30°C)

Figura 1. (a) Reator montado para teste de AME; (b) Reatores em operação. (c) Esquema de teste de AME montado



RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a média dos testes AME, os valores de AME e DQO consumida, realizados para cada inóculo.

Tabela 2. Resultados do Teste de AME

Inóculo	Reator 1 gDQO _{CH₄} /gSSV*d	DQO Consumida g/L de O ₂	Produção de metano média (mL)
Lodo Biodigestor-L	0,0284	2,71	101,9
Lodo Biodigestor-LR	0,0617	5,30	573,7
Rúmen Bovino-L	0,0115	3,99	84,2
Rúmen Bovino-LR	0,0279	4,93	97,6
Rúmen Bovino-B	0,0249	4,16	507,9

Lodo Cervejaria-B	0,1041	3,14	879,6
Lodo Cervejaria-BR	0,0441	4,90	515,7

Legenda: L-Lavado B-Bruto R-Realimentado

Dentre todos os inóculos testados, o lodo de cervejaria bruto, na primeira alimentação, apresentou a maior produção de metano, seguido pelo lodo de biodigestor, em sua segunda alimentação. As menores produções de metano foram fornecidas pelo lodo de biodigestor lavado (1ª alimentação) e rúmen lavado (1ª / 2ª alimentação). A maior atividade metanogênica específica (0,104 gDQOCH₄/gSSV*d) foi apresentada pelo lodo de cervejaria bruto.

DISCUSSÃO

Na realimentação, o rúmen bovino lavado produziu 100mL de metano e AME de 0,0279 gDQO CH₄/g SSV*d, em 25 dias de operação, demonstrando baixa eficiência. O rúmen bruto (não lavado) apresentou atividade metanogênica inferior à esperada (0,0249 g DQO CH₄/g SSV*d), possivelmente devido à queda de temperatura no município que, apesar da utilização de lâmpadas para aquecimento, no experimento, a temperatura na cidade estava em 18°C.

O lodo de biodigestor lavado apresentou AME de 0,0284 DQO CH₄/g SSV*d (101,9 mL de metano), na primeira alimentação, e de 0,0617 g DQO CH₄/g SSV*d (573,72 mL de metano), na realimentação.

O lodo da cervejaria não foi lavado e, na primeira alimentação produziu cerca de 850 mL de metano com AME de 0,1041 g DQO CH₄/g SSV*d, com 20 dias de operação; na realimentação, a produção de metano diminuiu para 515,7 mL e AME de 0,0441 g DQO CH₄/g SSV*d, possivelmente pela queda de temperatura.

CONCLUSÕES

Dentre os três inóculos testados, o lodo de cervejaria apresentou maior atividade metanogênica específica, com AME média de 0,1041 g DQO CH₄/g SSV*d, quase 2 vezes superior que a média representativa do segundo maior produtor de metano. Portanto, o lodo de cervejaria é o inóculo mais indicado à partida do biodigestor.

AGRADECIMENTOS

À Propesq – Pró-reitoria para assuntos de pesquisa e pós-graduação, pela bolsa concedida, ao LEA – Laboratório de Engenharia Ambiental, onde foi realizado o experimento e à professora Dra. Luiza Souza, pelas orientações com a montagem e execução dos testes de AME.

REFERÊNCIAS

- Aquino, S.. Chernicharo, C., Foresti, E. Santos, M., Monteggia, L. 2007. Metodologias para determinação da Atividade Metanogênica Específica (AME) em Lodos Anaeróbios. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 192-201.
- Foresti, E., Florêncio, L.; van Haandel, A.; Zaiat, M., Cavalcanti, P. 1999. Fundamentos do Tratamento Anaeróbio. Cap. 2. In: CAMPOS, J.R. (coordenador). Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo. PROSAB, Rio de Janeiro, 436 p.
- Foster-Carneiro, T., Pérez, M., and Romero, L. 2008. Influence of total solid and inoculum contents on performance of anaerobic reactors treating food waste. Bioresource Technology, 99: 6994-7002. doi: 10.1016/j.biortech.2008.01.018.

Mata-Alvarez, J. Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes. IWA Publishing. 2003. Cornwall.