

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE PRODUÇÃO DE METANO DE LIDOS ANAERÓBIOS EM TRATAMENTO DE ESGOTOS E RESÍDUOS SÓLIDOS COMO ESTRATÉGIA DE CONTROLE NO APROVEITAMENTO DE ENERGIA RENOVÁVEL

Ana Luiza Cordeiro¹
Débora Salomé Móller²
Cláudio Leite de Souza³

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos e Energias Renováveis

RESUMO

O teste da atividade metanogênica específica (AME) permite conhecimento sobre o potencial de lodos anaeróbios em digestão de biomassa orgânica, no entanto, ainda não possui protocolo prático para o seu desenvolvimento mais disseminado nas Estações de Tratamento. O presente trabalho faz um comparativo entre dois métodos AME, um simplificado e outro automatizado. Os resultados obtidos com o método simplificado foram mais coerentes, confiáveis e de custo inferior, considerando todos os recursos materiais envolvidos, quando comparados com os obtidos com método automatizado. Além disso, verificou-se que novas praticidades podem ser implementadas.

Palavras-chave: Atividade metanogênica específica; Biodigestor; reator UASB; resíduos alimentares; esgoto doméstico.

INTRODUÇÃO

Há crescente interesse no uso do biogás produzido no tratamento de resíduos sólidos e líquidos em sistemas de reatores anaeróbios. Isso porque o metano (CH₄), principal subproduto gasoso gerado nesses tratamentos, é um gás com elevado poder energético, podendo ser aproveitado para gerar energia elétrica, térmica ou uma combinação de ambas. Por outro lado, também pode ser de grande preocupação, se não adequadamente gerenciado, por ser um relevante gás de efeito estufa. Sua produção se dá na digestão anaeróbia que ocorre nesses reatores, particularmente na etapa final do processo, qual seja, a etapa metanogênica. Esse processo pode ser entendido como uma rota natural de mineralização da matéria orgânica, realizada por comunidade microbiana presente nos reatores de tratamento. Ter um melhor controle da atividade dos microrganismos críticos que atuam no processo é uma vantagem que leva à maior eficiência e ao aperfeiçoamento dos sistemas (AQUINO *et al.*, 2007). Neste sentido, visando conhecer melhor a capacidade de produção de metano por lodos dos tratamentos anaeróbios, o teste de Atividade Metanogênica Específica (AME) permite, em

¹Pós-Graduada em Recuperação de Áreas Degradadas, UFV, Departamento de Solos. ambiental.cordeiro@gmail.com

²Pós-Graduada em Gestão e Tecnologias de Resíduos e Efluentes, IETEC. deborasmoller@gmail.com

³Doutor e professor, UFMG, DESA. claudio@desa.ufmg.br

escala laboratorial, medir a conversão máxima de substrato orgânico em metano a partir do lodo a ser testado (AQUINO *et al.*, 2007). Tal teste ainda não possui protocolo único para sua execução, isso dificulta sua reprodutibilidade e comparação dos resultados obtidos, os quais são influenciados pelas variações nas condições empregadas. Também é pouco utilizado em contextos práticos por ter relativa complexidade, não sendo empregado, por exemplo, nas inúmeras estações de tratamento de esgotos (ETEs) que utilizam reatores UASB como opção tecnológica principal. Mas, na medida em que a produção de biogás emetano começa a ser entendida como algo de interesse no tratamento, haverá maior necessidade de avaliar esse parâmetro de controle da atividade metanogênica. Com isso, a AME poderá ser referência para manutenção de uma massa mínima de lodo que permita obter a produção esperada de biogás, podendo ser usada em contextos das partidas dos reatores e, sobretudo, no controle periódico de descartes do excesso de lodo produzido. Para isso, a necessidade da definição de uma metodologia padronizada e ao máximo simplificada se torna determinante, pois laboratórios e empresas de saneamento no Brasil não têm grandes recursos disponíveis para adquirir equipamentos caros e complexos, a exemplo daqueles importados e/ou automatizados.

Nesse contexto, o presente estudo visou contribuir com avanços na definição de uma metodologia de Atividade Metanogênica Específica que seja simples e confiável para o conhecimento efetivo do potencial de produção de biogás de lodos anaeróbios no tratamento de esgotos e resíduos sólidos. Para tanto, utilizou-se de metodologia simples que vem sendo desenvolvida nos laboratórios do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG, e também de um equipamento importado e automatizado, como perspectiva comparativa. Além disso, avançou-se em avaliação de simplificações adicionais para o teste.

METODOLOGIA

Os lodos usados nos testes foram coletados em reatores UASB de tratamento de esgoto doméstico e biodigestores de resíduos sólidos alimentares, no primeiro semestre de 2018. Os reatores UASB em escala piloto (350 L), denominados de R1 e R2, estão instalados no Centro de Pesquisa e Treinamento em Saneamento (CePTS) da UFMG em parceria com a COPASA (Companhia de Saneamento - MG), localizado na ETE Arrudas. As vazões são contínuas e constantes. Quanto ao biodigestor de resíduos alimentares (B1), este tem escala industrial (18,8m³) e está instalado em plataforma experimental no Campus Pampulha, UFMG. Ele recebe os resíduos alimentares produzidos no restaurante universitário, com alimentação em bateladas sequenciadas. As amostras de lodo foram coletadas nos pontos mais adequados a

partir dos registros de amostragem dos reatores. As mesmas foram analisadas conforme protocolo padrão para sólidos totais e voláteis (ST e SV). Em geral, as concentrações selecionadas para o teste apresentaram valores de sólidos voláteis próximos de 30 g/L. Foram dois os métodos empregados para determinação da AME: o simplificado e o automatizado. No simplificado, os frascos do tipo antibióticotinham o monitoramento da produção de biogás, 2 ou 1 vez por dia, feito por meio de seringas de vidro esmerilhadas, de forma manual, com análise da composição do biogás em termos de metano e CO₂(%). Por sua vez, no método automatizado, utilizou-se de equipamento importado denominado *Automatic Methane Potential Test System* (AMPTS), que mede continuamente (dentro da sensibilidade mínima do aparelho) a produção de metano, após frascos lavadores de CO₂, em cada linha de produção. Tal equipamento, de elevado custo de compra, apresenta a limitação máxima de somente 15 frascos por teste. Os testes foram realizados em triplicatas, duração: 3 a 4 dias. Para cada lodo, houve também triplicatas do tipo branco, sem adição de substrato orgânico (acetato de sódio), para desconto da produção inerente ao próprio lodo. Os resultados de produção de metano foram expressos em gramas de DQO (demanda química de oxigênio) por g de SV de lodo por dia (gDQO_{CH₄}/gSV.d). A Tabela 1 mostra as principais particularidades utilizadas no preparo e medições dos testes. Ao final, foram feitos outros testes para buscar simplificações adicionais em termos de substituir a solução nutritiva por esgoto bruto e a análise de cromatografia por lavagem alcalina.

Tabela 1: Detalhes metodológicos dos testes AME: simplificado e automatizado.

Método AME	Critérios utilizados
Simplificado	<ul style="list-style-type: none"> - Frascos antibiótico 275 mL: volume útil de 120 mL. - Solução nutritiva/diluição: segundo Abreu e Araújo (2011). - Concentrações finais: 4,5 g/L SV (lodo) e 2 g/L (acetato). - Amostras incubadas e agitadas continuamente a 35°C e 125 rpm. - Análise do biogás quanto ao CH₄ (%) por cromatografia gasosa.
Automatizado	<ul style="list-style-type: none"> - Frascos AMPTS 600 mL: volume útil de 300 mL. - Solução nutritiva/diluição (Abreu e Araújo, 2011). - Concentrações finais: 4,5 g/L SV (lodo) e 2 g/L (acetato). - Amostras incubadas em banho maria a 35°C e agitadas por dispositivo eletromecânico do AMPTS. - Análise do biogás quanto ao CH₄ (%) por lavagem alcalina em AMPTS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos foram processados e representados em gráficos para melhor análise. A Figura 1a apresenta os resultados para o lodo do reator UASB R1. É possível verificar que, para o método automatizado, a AME máxima foi de 0,09 gDQO_{CH₄}/gSV.d, alcançada nas primeiras 24 horas de teste. Os demais valores se mantiveram relativamente estáveis. Por sua

vez, ométodo simplificado, diferentemente, obteve AMEmáxima de 0,30 gDQO_{CH4}/gSV.d, logo com 4 horas de teste. Em seguida os valores de atividade diminuíram bastante (para cerca de 0,15), mas ainda assim, ficando acima dos valores resultantes do teste automatizado. A Figura 1b mostra os resultados de AME obtidos para o lodo do reator UASB R2. O valor máximo para o método automatizado foi de 0,10 gDQO_{CH4}/gSV.d, também alcançado com 24 horas de teste. Já para o método simplificado obteve-se AME máxima de 0,26 gDQO_{CH4}/gSV.d, com 4 horas de teste. Pode-se considerar que, tipicamente, os valores esperados de AME para lodos anaeróbios de reatores UASB tratando esgoto doméstico seja em torno de 0,20 gDQO_{CH4}/gSV.d (CHERNICHARO, 2007). Portanto, o método simplificado não só apresentou valores maiores para a AME, mas também mais dentro da expectativa técnica, apesar da simplificação da metodologia.

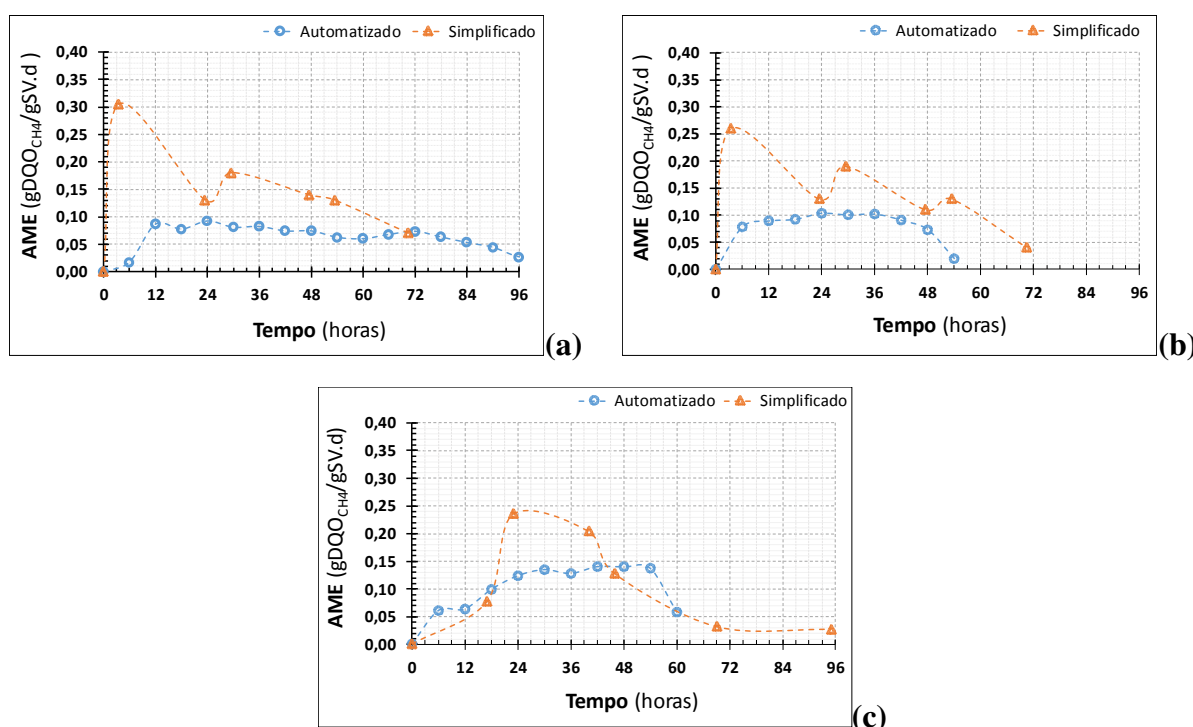


Figura 1: Séries temporais dos testes de AME, métodos Automatizado e Simplificado, para os lodos anaeróbios: reator UASB R1 (a); reator UASB R2 (b); biodigestor B1 (c).

Os resultados para o lodo do biodigestor B1 estão apresentados na Figura 1c. Verificou-se que, para o método automatizado, a AME máxima foi de 0,14 gDQO_{CH4}/gSV.d, dentro de 48 horas de teste. Por sua vez, para ométodo simplificado, com mesmo lodo, obteve-se um valor máximo de 0,23 gDQO_{CH4}/gSV.d, dentro de 24 horas. Diferentemente dos lodos dos reatores de esgoto doméstico, o lodo do biodigestor de resíduos alimentares teve valores de AME do teste automatizado mais próximos dos obtidos para o teste simplificado, considerando toda a sua série temporal. Isso, possivelmente, tem relação com a atividade real média menor desse lodo, em função da alimentação intermitente que ele recebe ao longo da

semana, normalmente na segunda, quarta e sexta, contra a alimentação contínua e constante para o lodo dos reatores UASBs.

Com respeito à simplificação adicional para o teste AME, particularmente, no que diz respeito a não utilização de solução de nutrientes (macro e micro), e sua substituição pelo próprio esgoto bruto afluente à ETE, os resultados obtidos se mostraram muito positivos no sentido dessa praticidade. Dos 3 testes realizados, com lodos dos reatores UASB, os valores obtidos para a máxima AME foram, respectivamente, para solução de nutriente e esgoto bruto: 0,19 / 0,14 / 0,18 gDQO_{CH4}/gSV.d e 0,19 / 0,16 / 0,17 gDQO_{CH4}/gSV.d. Portanto, as médias das 3 determinações foram praticamente idênticas a 0,17, inclusive próximas do valor esperado para esse tipo de lodo, em torno de 0,20 gDQO_{CH4}/gSV.d, como discutido anteriormente. Tais resultados mostram ser válida a simplificação nos casos práticos.

Além disso, testes preliminares, também desenvolvidos, com a lavagem alcalina do biogás mostrou que é possível sua aplicação com os devidos cuidados e calibração. Por exemplo, para um biogás de biodigestor, que na análise instrumental resultou em 48 % de CH₄, na lavagem alcalina resultou em 54 %, portanto, uma boa proximidade.

CONCLUSÕES

Foi possível entender que, em função da relevância de maior aplicação prática do teste de atividade metanogênica específica em lodos anaeróbios de reatores UASB e biodigestores no tratamento de esgotos domésticos e resíduos alimentares, é possível e indicado o uso de metodologia simplificada. Isso porque, os resultados obtidos nesse trabalho com o método simplificado foram mais coerentes, confiáveis e de custo inferior, considerando todos os recursos materiais envolvidos, quando comparados com os obtidos com método e aparato automatizado. Além disso, verificou-se que novas praticidades podem ser implementadas.

REFERÊNCIAS

ABREU, E. F.; ARAÚJO, J. C. **Ensaio de Atividade Metanogênica Específica (AME) para Lodos Anaeróbios. Procedimento Operacional Padrão.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ UFMG. Documento da Rede PROSAB: Microbiologia para o Saneamento Ambiental. 27p. 2011.

AQUINO, S. F.; CHERNICHARO, C. A. L.; FORESTI, E.; SANTOS, M. L. F.; MONTEGGIA, L. O. **Metodologias para determinação da atividade metanogênica Específica (AME) em Lodos Anaeróbios.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.12, n.2, p.192-201, 2007.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios.** Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. v.5, 2ª ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG. 379 p. 2007.

SCHNEIDERS, D.; SILVA, J. D.; TILL, A.; LAPA, K. R.; PINHEIRO, A. **Atividade metanogênica específica (AME) de lodos industriais provenientes do tratamento biológico aeróbio e anaeróbio.** Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 8, n.2, 2013.