

VI-024 – AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA POSSIBILIDADE DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE EFLUENTE DE ATERRO SANITÁRIO

Claudia Marlize Quintana⁽¹⁾

Licenciada em Física (ULBRA), Mestre em Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais (PPGEAM/ULBRA-RS).

Nádia Teresinha Schröder⁽²⁾

Bióloga (PUC-RS), Mestre em Geociências (UFRGS), Doutora em Biociências (PUC-RS), Professora do curso de Eng. Ambiental e Diretora de Pós-Graduação da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)

Endereço^(1, 2): Universidade Luterana do Brasil, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Diretoria de Pós-Graduação. Av. Farroupilha, Nº8001, Prédio 14, Sala 221, São José. CEP 92425-900 - Canoas, RS - Brasil - Caixa-Postal: 124. Telefone: (51) 34779218 ; Fax: (51) 34779239. E-mail: clau_quintana@brturbo.com.br; nadia.schroder@ulbra.br

RESUMO

A existência da possibilidade de contaminação de solos ou águas superficiais e/ou subterrâneas devido a presença de chorume oriundo de aterros sanitários consiste em uma preocupação cotidiana. O aproveitamento desse efluente é uma opção para minimizar seus efeitos sobre o meio ambiente. Este trabalho consistiu em avaliar experimentalmente a produção de biogás, a partir da degradação da matéria orgânica presente no chorume de um Aterro Sanitário no Município de São Leopoldo/RS. O trabalho foi desenvolvido em um reator anaeróbio de batelada, com capacidade de 180L, no Laboratório de Resíduos da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. Foram coletadas quatro amostras de chorume, 80L cada, no Aterro Sanitário de São Leopoldo, região metropolitana de Porto Alegre, em diferentes períodos do ano de 2010, sendo uma coleta no inverno, uma na primavera e duas durante o verão. Para dar a partida no biodigestor, foi utilizado 10L de lodo proveniente do processamento de proteína da soja, rico em bactérias metanogênicas, 80.000mg/L SSV, visando favorecer o processo de biodegradação do chorume, tendo como produto dessa reação bioquímica a produção de biogás. O tempo de avaliação da mistura, chorume e lodo no biodigestor foi de 72 horas. Os parâmetros DBO₅, DQO, pH e temperatura foram analisados após a mistura do lodo ao biodigestor. Foi medido o volume de gás gerado, e sua composição foi analisada por cromatografia gasosa. Os resultados mostraram uma concentração máxima de 11% de metano no biogás analisado. Observa-se que esse resultado pode estar associado à baixa biodegradabilidade do chorume que é caracterizado pela razão DBO/DQO, pois apresentou um valor de aproximadamente 0,18, sendo que a relação ideal é em torno de 0,7. Os resultados mostraram que o percentual de metano presente no biogás obtido no processo de biodegradação do efluente deste aterro não foi favorável para obtenção de energia através da biodegradação anaeróbia do efluente.

PALAVRAS-CHAVE: Chorume, biodigestão anaeróbia, biogás, metano.

INTRODUÇÃO

A preocupação com os resíduos sólidos urbanos (RSU) tornou-se mais evidentes a partir da Constituição Federal de 1988, em seu artigo 30, que atribuiu aos municípios a responsabilidade sobre o destino final dos resíduos sólidos domésticos. Já a AGENDA 21/2001, ao citar a Resolução nº 44/228 que em sua seção I, parágrafo 12g da Assembléia Geral, dispõe sobre o manejo ambientalmente saudável dos resíduos.

O governo federal sancionou a Lei nº 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), definindo e organizando normas relativas à prevenção e manejo; geração, acondicionamento, coleta, tratamento, minimização, transporte e disposição final dos resíduos sólidos; reaproveitamento e reciclagem. Estabeleceu, também, as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos, tornando-se essencial para a maximização do potencial de reaproveitamento.

A PNRS prevê a responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos sólidos, e tem o desafio de eliminar os lixões até 2015, substituindo por aterros sanitários e desenvolvendo o aproveitamento energético do metano.

O grande volume de RSU requer a construção de aterros sanitários, que devem ser bem projetados, construídos e operados de forma a garantir a impermeabilização do solo e impedir a contaminação de corpos hídricos por efluentes. Este é o método utilizado no Brasil para deposição dos resíduos domiciliares.

Os RSU dispostos em aterros sanitários geram efluentes (chorume), devido a decomposição da matéria-orgânica como resultado de reações bioquímicas neste resíduo. O chorume é um líquido escuro, turvo e mau cheiroso formado através da solubilização das substâncias presentes nos resíduos sólidos e, portanto, apresenta uma composição química variável com características poluentes, ao meio ambiente, e prejudicial à saúde pública. Este resíduo apresenta, em geral, elevada concentração de matéria orgânica e compostos nocivos ao ecossistema e, portanto é necessário que passe por um tratamento químico e/ou biológico antes do descarte no meio ambiente.

Existem diferentes técnicas de tratamento do chorume, antes do seu descarte ou disposição final, sendo as mais comuns o tratamento biológico aeróbio, que pode ser por lodo ativado, lagoa aerada ou filtros biológicos e ambos removem a matéria orgânica do efluente, na presença do oxigênio. Todas as opções de tratamento apresentam um custo, mesmo assim torna-se impossível a disposição final de efluentes de aterros sanitários sem um tratamento adequado para impedir a contaminação de solos e recursos hídricos.

É comum eliminar o biogás gerado a partir da decomposição dos RSU através da combustão em queimadores instalados no próprio aterro sanitário (flaire), mas cada vez são mais numerosos os casos em que se realiza uma recuperação energética através de seu uso como combustível em caldeiras, motores ou turbinas. No Brasil, a COMGÁS – Companhia de Gás de São Paulo é a pioneira em exploração de biogás gerado em aterros de RSU.

A proposta deste estudo foi verificar, experimentalmente, a possibilidade da produção de biogás a partir do chorume resultante da deposição de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário, acrescido com lodo rico em matéria orgânica. Além disso, efetuar o monitoramento do sistema operacional do reator de biodigestão anaeróbia e do controle de aquisição automática dos dados, buscando as melhores condições de funcionamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em biodigestor anaeróbio por batelada, de aço inoxidável, com capacidade de 180L instalado no Laboratório de Resíduos da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. O sistema de aquisição de dados, sensores de temperatura, válvula de controle de pressão e liberação de gás foram conectados ao biodigestor. Para aquisição de dados foi utilizado um registrador virtual – FIELDLOGGER, da marca NOVUS.

O software utilizado foi o Fieldchart, desenvolvido pela NOVUS, que foi programado para efetuar leituras constantes de pressão e temperatura do biogás, permitindo a visualização gráfica na área de trabalho e a exportação desses dados para outros softwares ou planilhas caso seja necessário.

As amostras de chorume foram coletadas no Aterro Municipal de São Leopoldo, Região Metropolitana de Porto Alegre, entre o ano de 2010 e 2011, mais especificamente durante o inverno, primavera, e verão. O chorume coletado foi oriundo de uma célula de aproximadamente dois anos de idade que encerrou o recebimento de RSU em março 2011. Esta célula ainda apresenta uma vazão de chorume de aproximadamente 18 m³/dia e acumulava ao mês um volume de RSU de 3400 m³, devido as 140 toneladas de RSU, que recebia diariamente. Para as coletas das amostras de chorume do aterro sanitário foram utilizados quatro recipientes de 20L cada para armazenar e transportar o chorume *in natura*, totalizando 80L, e também um recipiente plástico de 2L, para coletar o chorume diretamente no duto proveniente da célula de aterro ativa.

O volume total de chorume foi misturado no biodigestor, ao mesmo tempo foram verificados os parâmetros: temperatura e pH. O chorume foi homogeneizado e deste foi retirado uma amostra de 2L para sua caracterização. Para favorecer o processo de biodigestão anaeróbia do chorume coletado, foi utilizado 10L lodo, rico em micro-organismos metanogênicos proveniente do tratamento de efluentes do processamento da proteína de soja da Solae do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos. Este foi misturado em sua totalidade

aos 80L de chorume no biodigestor anaeróbio e, em seguida foi feita a homogeneização e realizada a verificação dos parâmetros temperatura e pH. Conforme análises realizadas no laboratório da estação de tratamento da Indústria Solae, o lodo utilizado apresenta 80 g/L de sólidos solúveis voláteis (SSV), o que indica a presença de micro-organismos, favorecendo a biodegradação da matéria orgânica presente na amostra de chorume.

Para caracterização físico-química das amostras de chorume e da mistura, foram determinados os parâmetros: DQO, DBO₅, temperatura e pH. A caracterização foi realizada no Laboratório de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Os parâmetros DBO₅ e DQO foram analisados com objetivo de quantificar a carga orgânica poluidora, a temperatura porque é responsável pela atividade metabólica dos micro-organismos, enquanto que a faixa de pH considerada ideal é 6,0 a 8,3. Se o pH estiver fora da faixa ideal, favorece a inibição do processo de biodegradação.

O biodigestor foi lacrado e as conexões das mangueiras foram colocadas para que ocorressem as reações de decomposição da matéria orgânica no interior do biodigestor. O volume de biogás produzido foi armazenado até atingir o limite de pressão. Os dispositivos controladores foram configurados para que ao atingir valores superiores, a válvula solenóide efetuasse a liberação do biogás para o meio ambiente. O intervalo de tempo considerado neste trabalho foi de 72 horas a partir do preenchimento do biodigestor com a mistura. Para cada batelada do experimento foram coletadas amostras de biogás através seringas de 20 mL cada, cuidadosamente conectadas na parte superior do reator ao duto, que permite a passagem do biogás na medida em que era liberado através de um comando manual da válvula. As amostras em triplicatas foram encaminhadas ao Centro de Pesquisas Petroquímicas (CEPPED/ULBRA) para determinação da concentração de biogás pelo método de cromatografia gasosa (equipamento Varian CP 3800, com detectores FID e TCD com coluna cromatográfica Chrompack CP – Wax52CB).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi realizada uma análise piloto das condições físico-químicas do chorume, para verificar ou não a presença de contaminantes. Nos resultados foram identificadas as condições necessárias para realização do experimento. Os valores de metais da amostra piloto, quando comparados aos valores limites estabelecidos pela portaria nº05/89 da Secretaria de Saúde e Meio Ambientes (SSMA) do Rio Grande do Sul, não apresentaram valores superiores aos recomendados, para metais.

Na tabela 1 é possível visualizar os resultados obtidos dos parâmetros estabelecidos para a caracterização do chorume bruto do aterro sanitário, em cada coleta realizada.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-química do chorume

PARÂMETROS	COLETAS		
	Jun/2010	Nov/2010	Jan/2011
pH	8,3	7,0	8,1
DBO ₅ (mg/L)	>2800	>1600	>1400
DQO (mg/L)	15818	8830	7574
DBO/DQO	0,177	0,181	0,184
Temperatura (°C)	23	31	36

Os valores de pH registrados encontram-se dentro do intervalo de 6,0 a 8,3 considerado ótimo para este parâmetro. Os valores de DQO encontrados viabilizam a utilização de tratamento anaeróbio, conforme indica Wilberg (2007), que efluentes com valores de DQO superiores a 5000 mg/L, o tratamento anaeróbio é indicado. Já a razão DBO/DQO manteve valores próximos para as três coletas consideradas. Conforme Dacanal (2010), valores entre 0,4 e 0,6 indicam boa biodegradabilidade, porém os valores encontrados caracterizam índices registrados em aterros mais velhos com valores entre 0,05 e 0,2.

Na primeira batelada, para o intervalo de 72h, foi realizado um controle e ajuste na temperatura, permitindo que essa fosse constante, devido a mesma ter sido realizada no inverno (época em que a temperatura ambiental tende a ser inferior à temperatura ideal para a realização do processo). Na figura 1 visualiza-se o gráfico obtido com os dados gerados durante as 72 h de monitoramento constante, sendo possível verificar que a temperatura

O gráfico da figura 3 apresenta os dados adquiridos durante o intervalo de tempo de 72 horas da terceira batelada, a qual apresentou um comportamento similar ao da segunda batelada. A produção acumulada de biogás foi de aproximadamente 15m³. Foi possível observar no gráfico que a temperatura oscilou em uma faixa de temperatura mais ampla, partindo de um pico de aproximadamente 60°C e em seguida mantendo-se entre 30°C e 40°C.

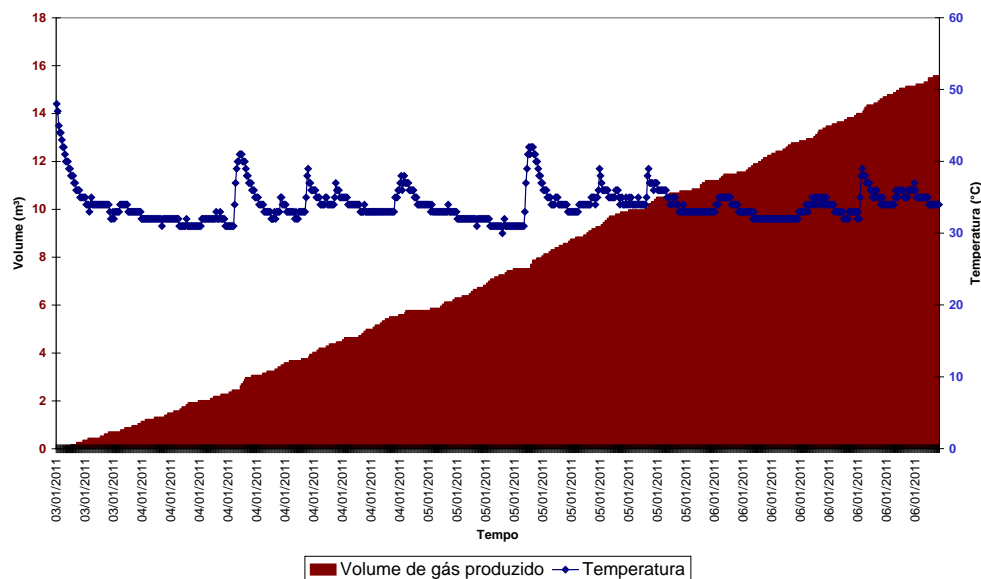


Figura 3 – Volume de biogás e temperatura do experimento obtidos na terceira batelada de biodigestão anaeróbia.

Comparativamente aos resultados encontrados por John (2003), que em sua melhor batelada, utilizando o mesmo equipamento, atingiu um volume acumulado de aproximadamente 1m³ de biogás para 10 dias considerados, o volume de biogás gerado neste estudo foi maior. Convém considerar que o resíduo utilizado no estudo de John (2003) apresentou características distintas do utilizado nesse estudo, sendo constituído basicamente de sobras de origem vegetal.

CONCLUSÃO

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A obtenção de biogás com concentração de 10,9% de CH₄ sob o ponto de vista do poder calorífero tornar-se interessante. Porém observou-se que há necessidade da realização de um monitoramento constante dos parâmetros que podem ocasionar problemas operacionais em processos de tratamentos anaeróbios causando um decréscimo na concentração de metano, verificado no segundo e terceiro experimento.

De acordo com os experimentos realizados em diferentes épocas do ano, foi possível observar que a relação DBO/DQO, no qual indica a biodegradabilidade, oscilou na faixa de 0,177 à 0,184, não apresentando diferenças relevantes, porém as concentrações de metano no biogás se modificaram.

Há necessidade de um acompanhamento mais detalhado de outros parâmetros que, neste experimento não foi considerado. O nitrogênio amoniacal, por exemplo, foi um composto que não foi monitorado e provavelmente deve ter interferido no processo de produção de metano.

REFERÊNCIAS

1. AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 3 Ed. – Brasília, Senado Federal, Subsecretarias de Edições Técnicas, 2001.
2. BRASIL, Constituição Federal 1988. Artigo 30. Disponível em: http://www.dji.com.br/constituicao_federal/cf029a031.htm Acesso em 10/04/2011.

3. BRASIL, Lei 12.305. Política Nacional dos Resíduos Sólidos Urbanos. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/lei12305.pdf>. Acesso em 07/04/2011.
4. DACANAL, Marisa; BEAL, Lademir L. **Filtro Anaeróbio Associado à Membrana de Microfiltração Tratando Lixiviado de Aterro Sanitário**. ABES vol. 15 no 1, jan/mar 2010.
5. JOHN, Carlos. **Implantação de um Biorreator para Estudo de Resíduos Sólidos Urbanos: Problemas, Ajustes e Soluções de Laboratório**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Mineral. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2004. **NOVUS Produtos Eletrônicos LTDA**. Disponível em: [http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/v11x%20 manual fieldlogger bd portuguese.pdf](http://www.novus.com.br/downloads/Arquivos/v11x%20manual_fieldlogger_bd_portuguese.pdf)> Acesso e: 23/03/2011.
6. RIO GRANDE DO SUL, Portaria 05/89. **Secretaria de Saúde e Meio Ambiente do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://gaia.liberato.com.br/quimicaonline/Disciplinas/Processos%20Industriais/portaria5rs.pdf>. Acesso em 01/04/2010.
7. WILBERG, Kátia de Quadros. **Ciências Biológicas – Biotecnologia**. Caderno Universitário. Editora ULBRA, 2007.