

XI-070 - DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA AVALIAÇÕES E MEDIÇÕES DO BIOGÁS GERADO EM UMA ETE COM REATOR UASB

Airton Checoni David

Engenheiro Mecânico pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica da USP. Especialização em Engenharia Ambiental e Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP e Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC. Engenheiro da Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da Sabesp.

Endereço: Rua José Roberto, 82 – Nova Gerti – São Caetano do Sul – SP - CEP: 09571-450 - Tel.: (11) 3388-8809 - e-mail: adavid@sabesp.com.br

RESUMO

O biogás gerado nos processos anaeróbios de ETEs tem potencial energético que pode ser aproveitado em diversas situações dentro da própria ETE. O biogás é uma mistura de gases (CH_4 e CO_2 são os principais componentes), é saturado de umidade e, ainda com particulados (líquidos e escumas) arrastados na corrente. Qualquer que seja a forma de aproveitamento da energia disponível no biogás, (geração de energia elétrica, secagem de lodos, aquecimento...) passa-se pela sua queima.

Dependendo do processo de queima do biogás ou dos equipamentos a serem utilizados ou ainda da tecnologia de aproveitamento energético, torna-se necessário algum grau de tratamento do biogás, desde uma simples remoção dos particulados e líquidos condensados quando destinados a uma simples queima para geração de calor, como a retirada de siloxanos e compostos sulfurosos quando se destina a queima em motores de combustão interna para sistemas de cogeração.

A ETE Várzea Paulista, que trata uma vazão média de 280 L/s de esgoto, é composta por reator UASB que produz em média 40 m³/hora de biogás saturado de umidade. Esse biogás possui boa concentração de metano, de 70 a 75 %, e possui também alta concentração de sulfeto de hidrogênio, de 1500 a 2000 ppm. Esse biogás é queimado em flare aberto.

A instalação proposta para a ETE Várzea, com características de bancada de testes, poderá fornecer subsídios importantes da produção e das características do biogás, de forma a permitir decisões apropriadas para o correto aproveitamento energético do biogás. Poderá também proporcionar conhecimentos sobre a medição de vazão do biogás e subsidiar tecnicamente a elaboração de especificações de outras instalações de medição de biogás.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, Medição de vazão, Desumidificação, Queima.

INTRODUÇÃO

A maioria das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) operadas pela Sabesp tratam os esgotos por processos aeróbios. São poucas as ETEs que operam por processos anaeróbios como o de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manto de lodo (UASB) que é o ambiente de desenvolvimento deste trabalho. A busca de mais conhecimentos acerca da geração, da queima e das possibilidades de aproveitamento do biogás gerado em reator UASB é a origem e a maior motivação deste estudo.

Dentre as vantagens da utilização de sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos, a de obtenção do subproduto biogás, seja para o seu aproveitamento energético, ou para a simples queima para disposição na atmosfera, é o particular interesse de discussão deste trabalho. O potencial energético do biogás gerado nos processos anaeróbios pode ser aproveitado em diversas situações na própria ETE, seja para geração de energia elétrica, secagem de lodos, produção de vapor, etc. Qualquer que seja a forma de aproveitamento da energia disponível no biogás deve-se passar necessariamente pela sua queima, já que a célula combustível ainda é uma tecnologia distante.

A busca inicial de identificação e quantificação dos parâmetros que caracterizam a queima do biogás, com vistas a se obter queima completa e vislumbrando ainda as possibilidades de aproveitamento energético para

um futuro não muito distante, encontrou limitações básicas de conhecimento do biogás gerado em termos quantitativos e qualitativos que trazem associadas muitas dúvidas sobre a confiabilidade e a sustentabilidade da adoção de tecnologias de aproveitamento energético. A medição da quantidade e qualidade do biogás gerado na ETE, sua variação ao longo do dia e as variações devidas às sazonalidades, tornaram-se fatores de grande importância para melhorar os conhecimentos acerca do biogás gerado na ETE.

Na busca de tecnologias de medição de vazão para biogás, um dos problemas encontrado está associado à confiabilidade no medidor propriamente. São ofertados pelo mercado medidores dos tipos: vortex, termal, ultrassônico... Todos são ditos aplicáveis a biogás, mas sempre há restrições, seja quanto à umidade, à composição de metano ou CO₂, ou ainda quanto à faixa de variação da vazão a ser medida. Concluiu-se pela necessidade de testar os medidores ofertados pelo mercado, e para isso, instalar uma bancada de medições de vazão e composição de biogás na própria ETE.

A ETE Várzea Paulista trata uma vazão média de 280 L/s dos esgotos gerados nos municípios de Campo Limpo e Várzea Paulista. É uma ETE composta por reator UASB que produz biogás saturado de umidade em quantidade variável ao longo do dia. A geração diária de biogás é de aproximadamente 1000 m³, o que dá uma vazão média de 40 m³/hora, variando desde 10 até 65 m³/hora. O biogás gerado na ETE, com composição média de: 70 a 75% de metano, 20 a 25 % de gás carbônico, 1500 a 2000 ppm de sulfeto de hidrogênio, é recuperado dos reatores e queimado em flare aberto sem qualquer tratamento.

OBJETIVO

Desenvolvimento de um sistema para avaliações qualitativas e quantitativas do biogás gerado na Estação de Tratamento de Esgoto de Várzea Paulista, que opera com reator UASB, com vistas a se obter subsídios para estudos de possibilidades de aproveitamento energético.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho consistiu em pesquisar critérios e buscar formas de disposição dos equipamentos necessários ao tratamento de desumidificação do biogás para realização das medições de vazão e composição de biogás gerado na ETE de forma a se obter confiabilidade nos resultados e segurança da operação.

Consistiu também em buscar no mercado equipamentos com características e capacidades adequadas às condições operacionais da ETE, e medidores capazes de realizar as medições de vazão na faixa de variação de geração da ETE.

RESULTADOS ESPERADOS

O biogás gerado em processos anaeróbios de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) é composto basicamente de metano e gás carbônico. Concentrações menores de outros componentes como sulfeto de hidrogênio e outros compostos sulfurados, siloxanos, amônia e compostos orgânicos voláteis também estão sempre presentes, além de umidade em concentração de saturação. A Tabela 1 apresenta valores típicos da composição do biogás apontados pela literatura.

Tabela 1 – Composição típica do biogás.

Gás	Concentração (%)
Metano (CH ₄)	50 a 75
Dióxido de Carbono (CO ₂)	25 a 40
Hidrogênio (H ₂)	1 a 3
Nitrogênio (N ₂)	0,5 a 2,5
Oxigênio (O ₂)	0 a 1
Gás sulfídrico (H ₂ S)	0 a 0,5
Monóxido de Carbono (CO)	0 a 0,1

Além dos componentes mostrados na Tabela 1 o biogás contém umidade em concentração de saturação.

O componente de valor no biogás é o metano, cujo poder calorífico inferior (PCI) é 11940 kcal/kg (8550 kcal/m³). O valor energético do biogás depende do teor de metano que contém. Para uma concentração de 65%, valor típico de reatores anaeróbios de digestão de lodos o poder calorífico do biogás é de aproximadamente 5.500 kcal/m³. Biogás gerado em reatores UASB, cuja concentração de metano é maior que 70 %, o PCI é superior a 6000 kcal/m³ (PROBIOGÁS, 2015).

Em uma ETE, o biogás pode ser usado em diversas aplicações, como: aquecimento de digestores, secagem de lodos e acionamento de moto gerador para geração de energia elétrica. Neste último caso, o calor rejeitado pelos motores pode ainda ser usado para secagem do lodo ou aquecimento de digestores. Cada aplicação requer algum grau de tratamento no biogás, depende das concentrações dos contaminantes no seu estado bruto e dos requisitos do queimador ou equipamento onde será utilizado.

Para se definir uma aplicação ou uma forma de utilização do biogás, é necessário conhecer as suas características e propriedades. Para isso, é necessário realizar medições. Em geral, o procedimento de medição da concentração de um gás consiste nas etapas:

- desconectar a tubulação de transporte de biogás em algum ponto da rede;
- inserir na tubulação de biogás o sensor do equipamento de medição;
- aguardar um tempo até que a leitura no visor se estabilize;
- verificar e conferir os valores.

Isso demanda tempo de operador e analista e há muita dificuldade para se executar as medições das vazões e das concentrações dos componentes do biogás em toda a faixa de variação, ou seja, ao longo das 24 horas do dia. A Figura 1 mostra a variação da produção de biogás ao longo de um dia da ETE Várzea Paulista que opera com reatores do tipo UASB. Os valores apresentados no gráfico da Figura 1 representam a vazão média de biogás de vários dias para cada hora ao longo do dia. Esses valores foram extraídos do banco de dados do Projeto de Medições de Biogás da Probiogás, levantados ao longo de um período de um mês no ano de 2016.

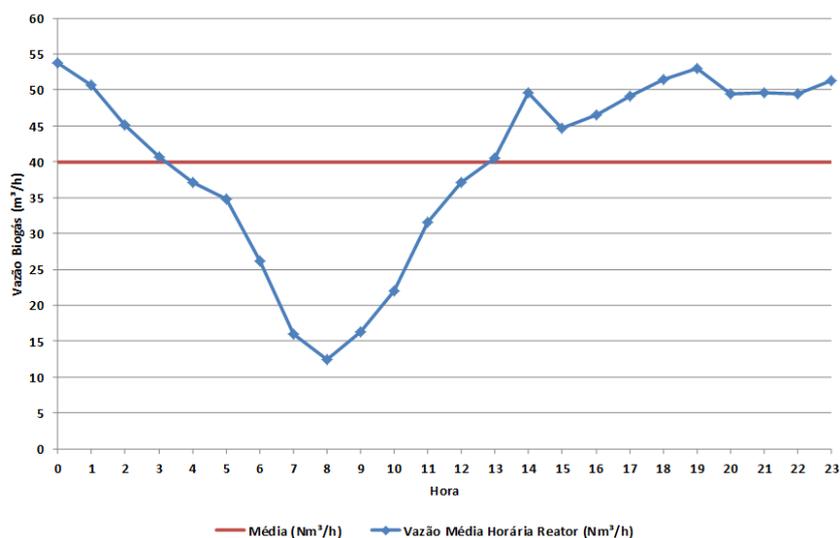


Figura 1: Variação diária da produção de biogás em reator UASB

Para se avaliar as características do biogás gerado na ETE Várzea Paulista pretende-se instalar equipamento analisador de gases para medições contínuas das concentrações dos componentes do biogás e medidores de vazão e pressão. A Figura 2 apresenta um esquema da instalação proposta para medição contínua de vazão e composição do biogás.

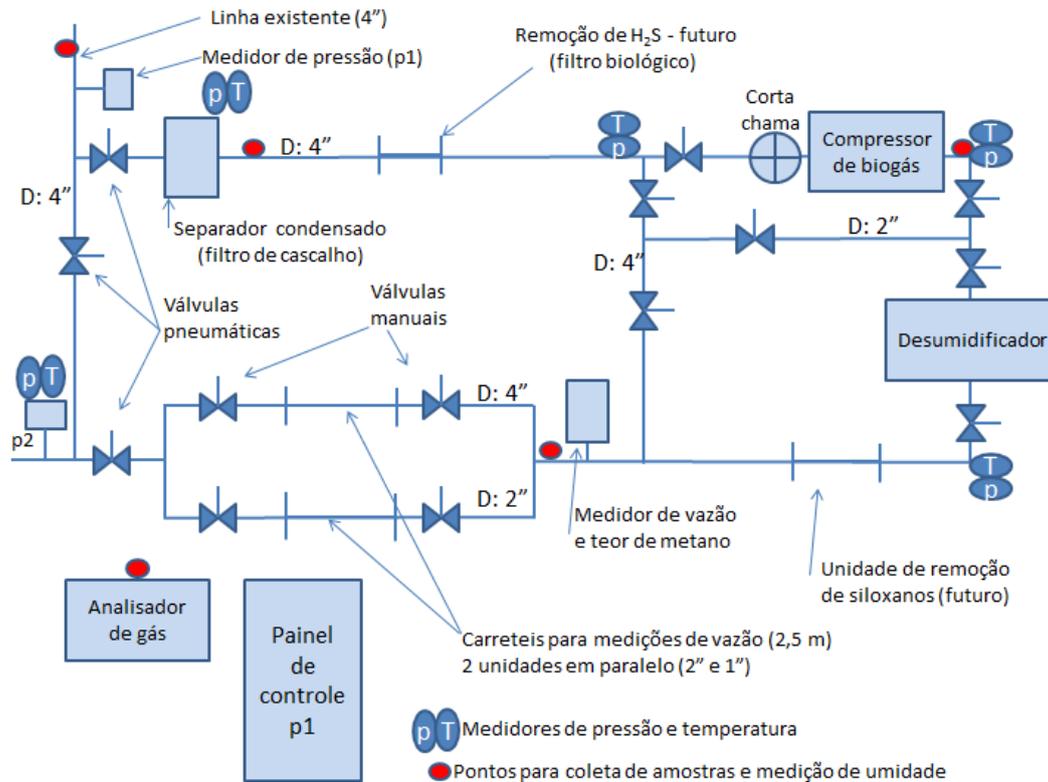


Figura 2: Esquema da instalação de tratamento e medições de biogás

Nessa instalação pretende-se instalar separadores de condensado, desumidificador do tipo chiller para remoção da umidade por resfriamento do biogás, compressor para vencer as perdas de carga do sistema e unidades removedoras de siloxanos e sulfeto de hidrogênio. Pretende-se ainda deixar trechos retos de tubulação com espaços suficientes para montagem de medidores de vazão, que poderão ser testados para diferentes condições de umidade do biogás. A queima do biogás gerado na ETE continuará sendo realizada em flare aberto, da mesma forma como é realizada atualmente e no mesmo queimador de forma simples, sem aproveitamento da energia.

Para avaliação da influência da umidade do biogás nas medições de vazão, foi colocado como requisito para o resfriador de biogás (chiller) que este tenha a possibilidade de regulação da temperatura de resfriamento. Com isso, pretende-se atingir a condensação da umidade em diferentes valores, e consequentemente fazer uma regulação da umidade do biogás antes da medição da vazão. A intenção deste requisito é ter a possibilidade de avaliar a influência da umidade do biogás na medição de vazão para as diferentes tecnologias de medição aplicáveis ao biogás.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados esperados dessa instalação com características de bancada de testes é ter a possibilidade de realizar medições do biogás no seu estado bruto, de alterar suas características e propriedades mediante a aplicação de tratamentos como a simples retirada da umidade, e na segunda etapa, a retirada de sulfetos e siloxanos. Pontos para retiradas de amostras de gás serão instalados antes e após cada equipamento de tratamento ou de mudança do estado do biogás, de modo a permitir analisá-lo e determinar a eficiência de cada equipamento do tratamento.

O barrilete de medidores de vazão permitirá testar os diferentes medidores ofertados pelo mercado, comparando os resultados com os de um medidor primário, calibrado em laboratório, que será utilizado como referência. Espera-se que essa instalação ajude a comparar as diferentes tecnologias de medição de vazão de

biogás e a elucidar diferenças de aplicabilidade associadas à confiabilidade dos resultados das medições de cada tipo de medidor frente às variações quantitativas e qualitativas das características do biogás.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A forma de fazer o aproveitamento energético do biogás requer conhecimento das suas características e propriedades, cada processo de queima possui restrições com algum dos componentes do biogás e se esse fato não for corretamente observado, o aproveitamento energético pode trazer problemas que comprometem a sustentabilidade da solução.

Dessa instalação com características de bancada de testes espera-se tirar subsídios importantes da produção e das características do biogás, de forma a permitir decisões apropriadas para o correto aproveitamento energético do biogás.

Uma bancada de testes de medidores de vazão de biogás proporcionará melhoria nos conhecimentos sobre a medição de vazão e experiência prática que poderá ser utilizada como subsídio técnico para elaboração de especificações de outras instalações de medição de biogás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT, NBR 12209, Projetos de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários, 2011.
2. PROBIOGÁS, Guia Técnico de Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgotos, Ministério das Cidades – GIZ, 2015.
3. PROBIOGÁS, Guia Prático do Biogás – Geração e Utilização, Ministério das Cidades – GIZ, 2010.