

# ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DE UM SEDIMENTADOR CONTÍNUO PARA REMOÇÃO DE ENXOFRE DE UMA UNIDADE LABORATORIAL DE PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS

Thales Rossi Spartalis (PIBIC/CNPq), Fernanda Naiara de Almeida, Djeine Cristina Schiavon Maia, Nehemias Curvelo Pereira  
e-mail: nehemiascp@yahoo.com.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

**Operações industriais e equipamentos para engenharia química – Operações de separação e mistura.**

**Palavras-chave:** Biogás, absorção, sedimentador;

## Resumo

O biogás apresenta alto poder calorífico devido a sua elevada concentração de metano, tornando-o um combustível atraente. Apesar da alta capacidade energética, nele se encontra em pequenas quantidades um gás altamente tóxico e corrosivo, o sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S). Portanto, para que o biogás seja utilizado como fonte de energia é preciso remover o H<sub>2</sub>S. O sulfeto de hidrogênio pode ser removido por meio de um processo de absorção utilizando uma solução de Fe/EDTA, esse processo transforma o H<sub>2</sub>S em enxofre elementar. O enxofre elementar se encontra na fase sólida, de modo que a sedimentação se encaixa perfeitamente no processo a fim de removê-lo da solução absorptiva. Este trabalho visa desenvolver um sedimentador contínuo, para a remoção de partículas de enxofre de uma coluna de absorção de H<sub>2</sub>S, utilizada para purificação de biogás. O sedimentador para remoção das partículas de enxofre deve ter uma área de 44,32 cm<sup>2</sup> e altura da zona de compressão igual a 1,26 cm.

## Introdução

A diversidade de recursos naturais, capacidade agrícola e grande território fazem o Brasil possuir grande potencial na busca por fontes alternativas de geração de energia. O biogás é produto da digestão anaeróbica da matéria orgânica e é composto, entre outros, pelos gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>S. A decomposição da matéria orgânica resulta nos gases CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, enquanto que o H<sub>2</sub>S é produto da redução de compostos de enxofre presente na solução (SCHIAVON MAIA 2015). Por apresentar quantidades significativas de metano, o biogás é visto como um combustível atraente, podendo ser utilizado em uma variedade de aplicações domésticas e industriais. (YANG *et al.*, 2014).

A presença do sulfeto de hidrogênio é indesejada pelo seu poder corrosivo em tubulações ou tanques, além disso, a oxidação do H<sub>2</sub>S permite a formação do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), um dos principais causadores da

chuva ácida. O  $H_2S$  também é maléfico a saúde, podendo causar náuseas, tontura e fadiga quando exposto a respiração humana de forma pouco intensa (SCHIAVON MAIA *et al.*, 2015).

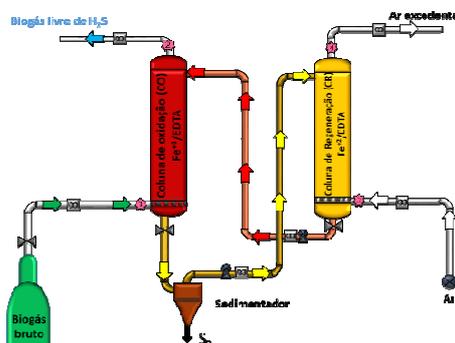
A absorção oxidativa do  $H_2S$  em solução de Fe/EDTA converte o sulfeto de hidrogênio em enxofre sólido. Métodos de purificação que produzem enxofre elementar são de interesse econômico, uma vez que o sólido produzido pode ser facilmente recolhido e comercializado ou depositado em aterros sanitários sem causar danos ambientais. O enxofre produzido é facilmente recuperável a partir da suspensão, por operações de sedimentação ou filtração (SCHIAVON MAIA *et al.*, 2015).

Portanto este trabalho busca desenvolver um sedimentador contínuo para a remoção de partículas de enxofre de uma coluna de absorção de  $H_2S$  utilizada para purificação de biogás.

## Materiais e métodos

### *Materiais*

Os ensaios foram realizados com um biogás sintético, cuja composição de  $H_2S$  era igual a 2,2 % (v/v) e solução de Fe/EDTA 0,4 mol/L. Uma representação esquemática do aparato experimental utilizada neste trabalho é apresentada na Figura 1.



**Figura 1** - Diagrama da unidade experimental utilizada na purificação de biogás

### *Caracterização das partículas*

Os tamanhos das partículas de enxofre presente em solução foram observados por um período de 5 horas e analisados por meio de microscopia ótica, com auxílio de um microscópio Olympus – BX50 e utilizando um software para a contagem (Image Pró Plus 4.1). A concentração de sólidos foi obtida por secagem em estufa de volumes de 100 ml, até massa constante. A massa específica ( $\rho$ ) foi determinada por meio de picnômetro de 50 ml.

### *Projeto do sedimentador*

O projeto de uma unidade contínua de sedimentação foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Gomide (1980).

Para determinar área do sedimentador foi realizado o teste da proveta. Na qual uma amostra de 300 mL de solução de Fe/EDTA com partículas de enxofre, retiradas da coluna após 60 min de operação, foram homogeneizadas e colocadas em uma proveta de 500 ml. Este ensaio foi realizado em triplicata.

O cálculo da a área mínima do sedimentador foi determinado de acordo com método Talmagde e Fitch. O volume e altura mínima da zona de compressão foi determinado de acordo com Gomide (1980).

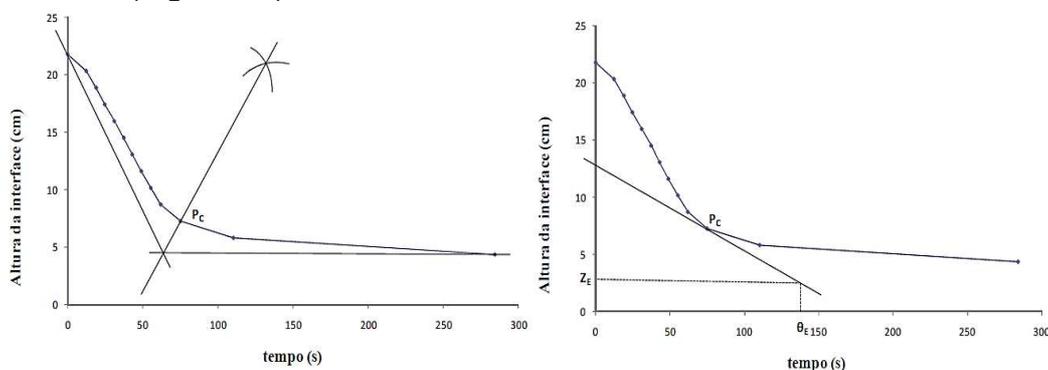
## Resultados e Discussão

### Caracterização das partículas

Com o decorrer do tempo, verificou-se que além da formação de novas partículas pequenas, surgiram aglomerados, aumentando o diâmetro médio das partículas. De modo que para uma hora de reação, o diâmetro médio das partículas foi de  $6,20 \pm 5,24 \mu\text{m}$ , enquanto que para 5 horas aumentou para  $11,31 \pm 11,10 \mu\text{m}$ .

### Dimensionamento do sedimentador

Para o desenvolvimento do sedimentador foram realizados os ensaios de provetas. De posse dos dados de altura da interface e tempo do teste de proveta, traçou-se a curva de sedimentação. A partir da curva de sedimentação foi possível encontrar graficamente o ponto crítico pelo Método da Bissetriz (Figura 2a) e o valor de  $\theta_E$  (0,0378 h) para um  $Z_E$  de 0,029 m (Figura 2b).



**Figura 2** – (a) Método da Bissetriz para encontrar o Ponto Crítico (PC). (b) Construção gráfica de Talmadge e Fitch para obter  $\theta_E$

Para determinação da área, volume e altura mínima do sedimentador foram utilizados os dados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Dados para cálculo da área, volume e altura do sedimentador

Qa (m <sup>3</sup> /h)	Ca (kg/m <sup>3</sup> )	Co (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>E</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	Zo (m)	$\theta_E$ (h)	$\theta_C$ (h)	$\rho_{liq}$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_m$ (kg/m <sup>3</sup> )
0,015	3,4648	3,4648	25,986	0,2175	0,0378	0,0208	1156	1960	1167

A área mínima obtida para o sedimentador foi de 26,07 cm<sup>2</sup>. De acordo com Gomide (1980), um fator de segurança pode ser adotado entre 1,3 e 1,7. Deste modo, aplicando um fator de segurança de 1,7, resultou em uma área de 44,32 cm<sup>2</sup>. O volume mínimo da zona de compressão obtido foi de 32,95 cm<sup>3</sup>, com o fator de segurança resultou em 56,01 cm<sup>3</sup>. Assim sendo, o valor da altura mínima da zona de compressão foi de 1,26 cm.

## Conclusões

As partículas de enxofre aumentaram seu diâmetro com o decorrer da reação, devido a aglomeração que ocorre entre elas. O sedimentador para remoção das partículas de enxofre deve ter uma área de 44,32 cm<sup>2</sup> e altura da zona de compressão igual a 1,26 cm.

## Agradecimentos

Agradeço ao CNPQ pelo apoio financeiro, à Universidade Estadual de Maringá pelo fornecimento do espaço para realizar os experimentos e ao professor Nehemias Curvelo Pereira e doutoranda Fernanda Naiara por compartilharem seus conhecimentos que permitiram a realização da pesquisa.

## Referências

FRARE, L. M. **Estudos para a Implementação de uma Planta para Remoção de Ácido Sulfídrico de Processos de Produção de Biogás** – Tese de Doutorado, PEQ, Universidade Estadual de Maringá, Brasil, 2006.

GOMIDE, R. **Operações Unitárias – Separações Mecânicas**. V2. Edição do Autor. 1980.

HORIKAWA, M.S.; ROSSI, F.; GIMENES, M.L.; COSTA, C.M.M.; SILVA, M.G.C. Chemical Absorption of H<sub>2</sub>S for Biogas Purification. **Brazilian J. Chem. Eng.**, v. 21, p. 415 - 422, 2004.

SCHIAVON MAIA, C.D. **Desenvolvimento de um processo de purificação de biogás para uso energético** – Tese de doutorado, PEQ, Universidade Estadual de Maringá. Brasil, 2015.

YANG, L.; GE, X.; WAN, C.; YU, F.; LI, Y. Progress and perspectives in converting biogas to transportation fuels. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 40, p. 1133-1152, 2014.