ISSN: 2594-6153

Cálculo dos Consumos de óleo Combustível A1 e de Biogás para o Aquecimento de Petróleo na Entrada da Torre de Destilação Atmosférica

Wallace Alfredo Travassos Junior, Paulo Roberto Tazinazo Cândido, Paulo Henrique Martins do Nascimento, Aldo Ramos Santos, Deovaldo de Moraes Junior

Universidade Santa Cecília (Unisanta), Santos-SP, Brasil - Mestrado em Engenharia Mecânica

e-mail: wt_sv@yahoo.com.br

Resumo: Calcula o consumo de Óleo Combustível A1 e Biogás para aquecer uma vazão de petróleo de uma refinaria brasileira de grande porte antes da sua entrada na Torre de Destilação de Petróleo. Analisa o potencial energético da deposição diária de resíduos orgânicos no Aterro Sanitário de Santos para a produção de Biogás e sua possibilidade de substituir o Óleo Combustível A1 para aquecer o petróleo.

Palavras-chave: Biogás; Óleo Combustível A1; aquecimento de petróleo; torre de destilação atmosférica.

Calculation of the consumption of Fuel Oil A1 and Biogas for the heating of oil at the entrance of the Atmospheric Distillation Tower

Abstract: Calculates the consumption of Fuel Oil A1 and Biogas to heat an equal oil flow from a large brazilian refinery before its entry into the Oil Distillation Tower. It analyzes the energetic potential of the daily deposition of organic residues in the Santos sanitary landfill for biogas production and its possibility of replacing the Fuel Oil A1 to heat oil.

Keywords: Biogas, Fuel Oil A1; oil heating; atmospheric distillation tower.

Introdução

Nas refinarias modernas, os processos são otimizados para aproveitar totalmente o petróleo, retirando dele o máximo de produtos comercializáveis como gasolina, diesel, querosene e coque. O reaproveitamento energético do próprio processo produtivo ou a substituição por uma matriz externa também é visto com grande importância. Nesta linha, é interessante avaliar a utilização de uma fonte energética alternativa como o Biogás, em substituição ao Óleo Combustível A1 normalmente utilizado para elevar a temperatura do petróleo antes de sua entrada na Torre de Destilação Atmosférica.

A decomposição de material orgânico de aterros sanitários gera Biogás que pode conter em sua composição de 40% a 80% de metano (CH_4), além de partes de dióxido de carbono, nitrogênio, amônia e outros componentes químicos.

Nos primeiros meses após a deposição do material orgânico começa a geração do

Biogás que pode continuar por até 15 anos após a desativação do aterro. Para que seja viável a utilização do Biogás o aterro sanitário deverá ter pelo menos 10 metros de altura, capacidade operacional mínima de 500.000 ton e receber 200 ton por dia de resíduos orgânicos [1].

A cidade de Santos possui um aterro sanitário que poderia gerar Biogás para diversas finalidades, sendo uma delas em refinarias de petróleo.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é calcular os consumos de Óleo Combustível A1 e de Biogás e determinar a capacidade de Biogás que poderia ser gerado pelo aterro sanitário de Santos, considerando a deposição diária de resíduos orgânicos, para aquecimento de uma vazão diária de 23.042 m^3 de petróleo de uma refinaria brasileira de grande porte antes de sua entrada na Torre de Destilação Atmosférica.

Material e Métodos

O método utilizado será o matemático e baseado nas leis da termodinâmica para o cálculo das vazões do óleo combustível A1, de poder calorífico inferior (PCI) igual a 9.750 kcal/kg , e do Biogás, considerando em sua composição 50% de metano, necessárias para aquecerem uma vazão de 23.042 m^3/dia de petróleo antes de sua entrada na Torre de Destilação Atmosférica da refinaria.

O poder calorífico inferior (PCI) do Biogás em função da porcentagem de metano foi retirado da Figura 1, obtendo-se um valor aproximado de 4.200 kcal/m^3 ou 5.833 kcal/kg, considerando a densidade do Biogás igual do metano, cujo valor é igual a 0,720 kg/m^3.

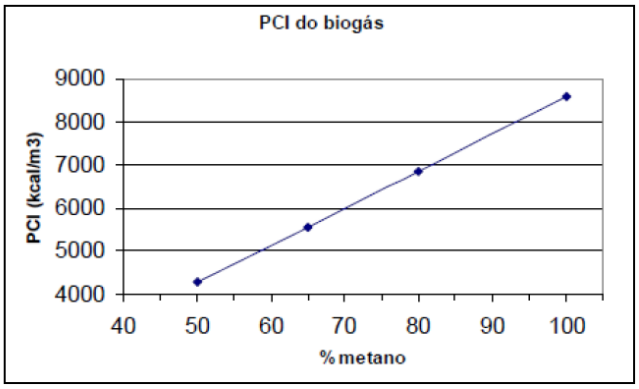

Figura 1 – PCI do Biogás em função da porcentagem de metano [2].

Nos cálculos considerou-se que a vazão de petróleo será em regime permanente e não haverá geração de trabalho. Arbitrou-se o valor de 25 para o grau API do petróleo cuja densidade calculada é de 904,15 kg/m^3 [3], a elevação da temperatura do petróleo de 180 ºC a

350 ºC e o rendimento da Fornalha igual a 80%. A Figura 2 mostra o desenho esquemático da Torre de Destilação Atmosférica e da Fornalha onde será aquecido o petróleo.

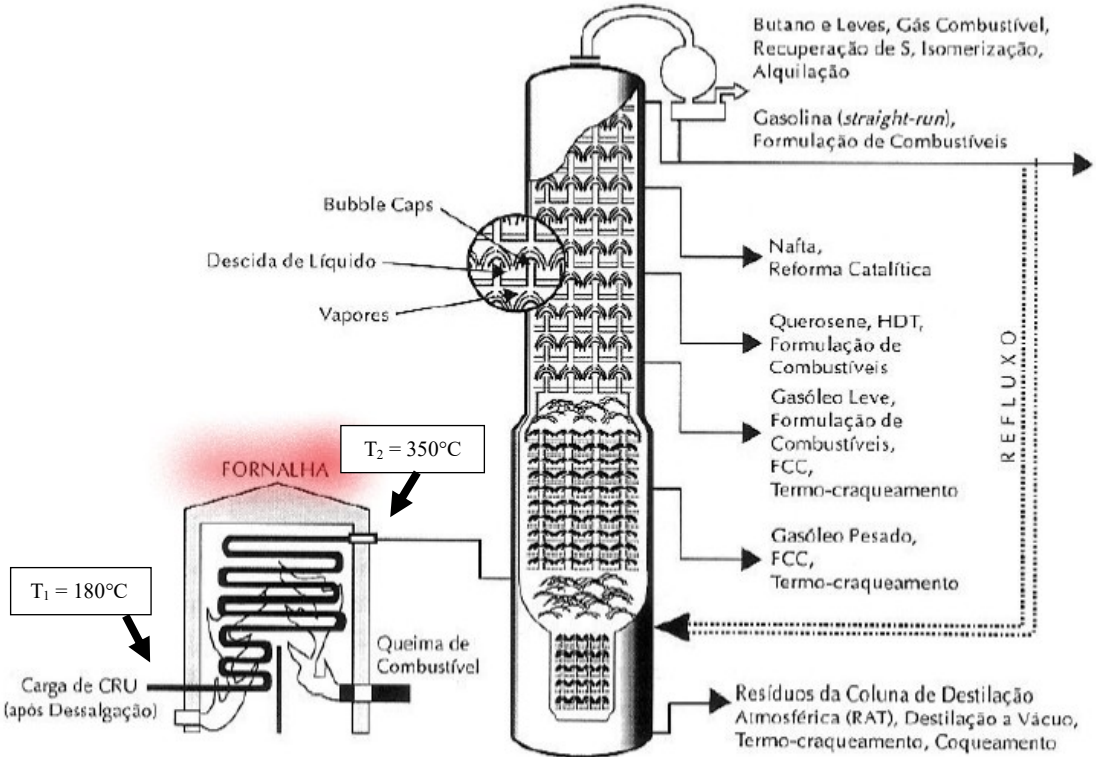

Figura 2 – Torre de Destilação Atmosférica. Fonte Szklo 2005 [3].

Na Figura 3 tem-se a indicação do volume de controle em torno da Fornalha, onde Qc é o calor gerado pela chama, Qp é o calor perdido por ela, e T_1 e T_2 são respectivamente as temperaturas de entrada e saída do petróleo da Fornalha.

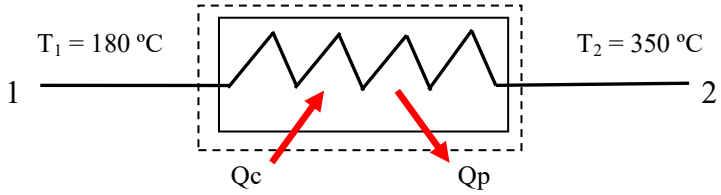

Figura 3 – Volume de controle em torno da Fornalha.

Aplicou-se a 1ª lei da termodinâmica [4] no volume de controle da Figura 3, com as condições já mencionadas para a Fornalha e encontrou-se a massa dos combustíveis pela equação:

$$m_c = (m_p \, . \, C_p . \Delta T_{12}) / (\eta \, . \, PCI) \quad \text{Equação 1}$$

onde:

m_c é a vazão do combustível

m_p é a vazão do petróleo

C_p é o calor específico do petróleo igual a 0,51 kcal/kg ºC

ISSN: 2594-6153

ΔT_{12} é a diferença entre a temperaturas de saída T_2 e a de entrada T_1 da Fornalha

η é o rendimento da Fornalha

PCI é o poder calorífico inferior do combustível

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os valores das vazões calculadas pela Equação 1 para o Óleo Combustível A1 e o Biogás, para aquecimento de 23.042 m^3/dia de petróleo de grau API 25, de 180°C a 350°C, numa Fornalha de rendimento 80%.

Tabela 1 – Consumo diário de Óleo Combustível A1 e o Biogás.

Combustível	PCI	Vazão mássica	Densidade	Vazão volumétrica
Óleo Combustível A1	9.750 kcal/kg	231.572 kg/dia	1,024 kg/m^3	226.144 m^3/dia
Biogás	5.833 kcal/kg	387.077 kg/dia	0,720 kg/m^3	537.607 m^3/dia

Analisando a Tabela 1 observou-se que o poder calorífico inferior (PCI) do Biogás é muito inferior ao do Óleo Combustível A1, tornando-se necessário uma vazão de Biogás muito superior para atender o calor requerido pela Fornalha. Uma vantagem do Biogás é que devido a sua compressibilidade, o seu armazenamento seria em tanques menores que os de Óleo Combustível A1.

O estudo não considerou as questões financeiras para obtenção e transporte do Biogás, mas somente a viabilidade de que se ele fosse gerado pelo aterro sanitário de Santos, pudesse ser utilizado para aquecer a demanda diária de petróleo de 23.042 m^3.

O cálculo para a utilização do Biogás do aterro foi baseado somente na deposição diária de resíduo orgânico no local, não sendo considerado o potencial energético do combustível já armazenado.

Uma tonelada de resíduo orgânico depositado em aterro sanitário gera aproximadamente 216 m^3 de Biogás [5]. O aterro sanitário de Santos, segundo o Diagnóstico da Geração e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos na Região Metropolitana da Baixada Santista [6], no ano de 2016 recebeu 79.500,89 ton de resíduos orgânicos,

Considerando o ano de 2016, a geração diária de Biogás do aterro somente por deposição de resíduos orgânicos é dada pelo cálculo a seguir:

$$\frac{79.500{,}89 * 216}{365} = 47.047\,\mathrm{m^3/dia}$$

O número de dias para a produção de 537.607 m^3 de Biogás pelo aterro, suficientes para aquecer o petróleo nas condições citadas anteriormente, é dado pela divisão:

$$\frac{537.607}{47047} = 11{,}5\,\text{dias}$$

Conclusões

O aquecimento de uma vazão de 23.042 m^3/dia de petróleo grau API 25, de 180 °C a 350 °C, antes de sua entrada na Torre de Destilação Atmosférica, com rendimento da Fornalha igual a 80%, resultaram-se em:

a) Vazões mássicas iguais a 231.572 kg/dia de Óleo Combustível A1 e 387.077 kg/dia de Biogás.
b) Vazões volumétricas iguais a 226.144 m^3/dia de Óleo Combustível A1 e 537.607 m^3/dia de Biogás.

O aterro sanitário de Santos, considerando somente a deposição diária de resíduos orgânicos, levariam aproximadamente 11 dias e meio para produzir o Biogás necessário para aquecer a vazão diária de 23.042 m^3 de petróleo correspondente ao requerido por uma refinaria brasileira de grande porte.

Referências

1. Abreu FV, Rosa LP, Avelino MR, Souza MCL, Nascimento VC, Souza ES. Estudo técnico, econômico e ambiental de produção de energia através do biogas de lixo. Conem, 2010.
2. Lima, FP. Energia no tratamento de esgotos: Análise tecnológica e institucional para conservação de energia e o uso de biogas. Dissertação de mestrado – Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia. Universidade de São Paulo, 2005.
3. Szklo, AS. Fundamentos do refino de petróleo. Interciência, 2005.
4. Wylen GJ, Sonntag RE. Fundamentos da termodinâmica clássica. 2ª Edição. Edgard Blucher, 1976.
5. Necker HS, Rosa ALD. Estimativa teórica da geração de biogas no futuro aterro sanitário de Ji-Paraná – RO, 2013.
6. Diagnóstico da geração e gerenciamento dos resíduos sólidos na região metropolitana da Baixada Santista, AGEM, 2017.