ANÁLISE DE DISPERSÃO DE GASES ORIUNDOS DO EQUIPAMENTO VENT STACK NO TERMINAL MADRE DE DEUS

G. J. SIMÕES¹, A. F. SIMÕES²

¹ Petróleo Brasileiro S.A.

² Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo – IEE/USP
E-mail para contato: josimoes@petrobras.com.br

RESUMO – Neste trabalho analisa-se a possibilidade de substituição de “flares” existentes no terminal aquaviário Madre de Deus (TEMADRE) pelo equipamento Vent Stack. Para este objetivo são utilizadas informações relativas aos “flares” existentes para simulação do Vent Stack. Logo, são analisadas as condições existentes nos flares de alta pressão e de baixa pressão. É feita uma análise da dispersão dos gases inflamáveis e tóxicos oriundos da tocha do Terminal de Madre de Deus (TEMADRE), utilizando a fluidodinâmica computacional (CFD, computational fluid dynamics, em inglês).

1. INTRODUÇÃO

No decorrer das operações processuais nas indústrias de exploração e refinação de petróleo, são produzidos variados efluentes nas várias etapas dos processos. Dependendo da composição, estes seguem um tratamento específico com vista a sua reutilização ou eliminação definitiva. Os sistemas de flares são um dos processos que permitem assegurar a integridade das unidades processuais quando ocorre o aumento de descargas de efluentes e a posterior eliminação destes, essencialmente compostos orgânicos voláteis, por combustão controlada. A operação ótima destes sistemas nas instalações industriais está a tornar-se cada vez mais importante, à medida que as pressões processuais e ambientais aumentam. O desenvolvimento de novas aplicações e configurações dos sistemas de flares são cada vez mais necessários para a otimização destes processos de eliminação de efluentes.

O equipamento flare foi utilizado de forma eficiente durante anos no terminal aquaviário Madre de Deus (TEMADRE). Entretanto, recentemente devido à proximidade de um tanque e das condições ambientais ocorreu um incidente. Tendo em vista que existe uma comunidade que pode eventualmente ser atingida por um problema operacional desta natureza, optou-se pela substituição do equipamento flare pelo equipamento Vent Stack. Para isso foram realizadas simulações utilizando a fluidodinâmica computacional (CFD), tendo como objetivo principal avaliar a pluma formada, para que a substituição do flare existente pelo equipamento Vent Stack.

O IPCC (junção das siglas em inglês para Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) em seu mais recente relatório de avaliação, o *Fifth Assessment Report – AR 5* (IPCC, 2014), enfatiza que a influência humana nas mudanças climáticas é clara e crescente,

com impactos observados em todos os continentes e oceanos. Sob esta égide, avalia-se em relação ao impacto ambiental a substituição do flare pelo o equipamento Vent Stack.

2. CONSIDERAÇÕES DO ESTUDO DE DISPERSÃO DE GASES

2.1. Premissas das análises

O estudo de dispersão foi elaborado considerando liberação de gás oriundo do flare para a atmosfera, sem que ocorra queima da corrente. Foram avaliados os diâmetros de 406,4 mm (flare de Alta pressão) e 609,6 mm (flare de baixa pressão) para este equipamento com uma altura de 80m. Adotou-se em todas as simulações a velocidade de 0,5 m/s. Esta foi o menor valor coletado e que apresenta a condição mais crítica quanto aos objetivos do trabalho.

Além disso, adotou-se os seguintes dados para o flare de alta pressão: diâmetro de 0,406m; vazão de 1104,8 Kg/h; temperatura de operação de 27°C e pressão de 7 kgf/cm². Assim como, para o flare de baixa pressão: diâmetro de 0,609m; vazão de 960 kg/h; temperatura de operação de 12°C e pressão atmosférica. Foram considerados 16 casos, variando-se a vazão, o diâmetro e a direção do vento. As vazões consideradas são as mínimas, por serem as mais críticas. Para este estudo foram avaliadas uma composição de GLP, com uma composição molar de 25,39% de Propano; 17,93% i-butano, 11,66% de n-butano, 11,48% de i-butenos, 8,94% de tr2-butenos, 7,52% de propeno, além de outros componentes com menores frações.

O estudo de dispersão de gases consiste na análise do escoamento do gás liberado para a atmosfera através da saída da tocha, considerando sua interação com o ar/vento. O cálculo da dispersão de gases foi efetuado através do programa computacional STAR-CCM+.

2.2. Modelo geométrico

Foram adotados dois modelos geométricos para a realização da simulação do “flare” (16” e 20” de diâmetro). Inseridas em um domínio volumétrico cujas dimensões são 500m de largura, 500m de comprimento e 400m de altura. Este domínio representa o ambiente onde o gás se dispersará. A altura do “flare” é de 80m. No modelo geométrico também foi representado o Tanque TQ-203. A distância do Tanque mais próximo (TQ-203) é de 77m.

2.3. Modelos e condições de contorno utilizados nas simulações de CFD

As condições de contorno selecionadas para definir as simulações do estudo de dispersão foram: condição de aderência no chão e superfícies do domínio; vazão na saída do tubo que representa o Vent-Stack. A direção do GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) na saída do tubo foi considerada vertical. O caso foi resolvido utilizando os seguintes modelos: solver segregado, estacionário, gás multicomponente, compressível (gás natural) e turbulento (realizable k-epsilon).

A malha utilizada é do tipo Trimmed (hexa-dominante) e o número de elementos da malha foi de 530mil. Além disto, foram realizados refinamentos ao redor da saída do flare e na pluma, conforme a Figura 1, a seguir.

Figura 1: Refino na pluma.

4. RESULTADOS

O solo foi considerado plano, sem diferença de nível. Para a caracterização da pluma foi utilizado o critério de concentração de 25% do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) do n-butano (API 505, 2013). O LII (TINO, 2005) do butano é de 1,5% em volume, portanto o valor utilizado para a caracterização da pluma é de 0,375%, em volume.

Para avaliação da pluma (LEES 1996) foram extraídos dos casos os seguintes valores: volume da pluma (m^3) e a menor distância da pluma em relação ao solo (m), dentro dos critérios de detecção estabelecidos. A figura 2, a seguir, mostra a pluma de hidrocarboneto (HC) oriundas do flare, considerando o caso o em que a direção do vento é de 45° , para um diâmetro do flare de 0,406m, para uma distância da pluma de 56,5m e um volume da pluma de $298,2m^3$. Os resultados são baseados no critério de concentração de 25% do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) do n-butano.

Figura 2: Pluma de HC.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho informações relativas aos “flares” existentes foram consideradas para a simulação de dezesseis casos utilizando a fluidodinâmica computacional (CFD, computational fluid dynamics em inglês). Tendo como objetivo principal avaliar a pluma formada, para que a substituição do flare existente pelo equipamento Vent Stack fosse aprovada.

O estudo de dispersão foi elaborado considerando liberação de gás oriundo do flare para a atmosfera, sem que ocorra queima da corrente. Foram avaliados os diâmetros de 406,4 mm (flare de Alta pressão) e 609,6 mm (flare de baixa pressão) para este equipamento com uma altura de 80m. Adotou-se em todas as simulações a velocidade de 0,5 m/s. Este foi o menor valor coletado e que apresenta a condição mais crítica quanto aos objetivos do trabalho. Além disso, utilizou-se os valores mínimos de vazão por representarem também as condições mais críticas.

Para a caracterização da pluma foi utilizado o critério de concentração de 25% do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) do n-butano. O LII do butano é de 1,5% em volume, portanto o valor utilizado para a caracterização da pluma é de 0,375% em volume. Para avaliação da pluma foram extraídos dos casos os seguintes valores: volume da pluma (m^3) e a menor distância da pluma em relação ao solo (m).

Após a análise dos resultados obtidos verificou-se que a menor distância da pluma em relação ao solo, pelo critério estabelecido, ocorreu para o caso 11 com um valor de 55,6m. Esta distância mínima obtida permite concluir que a pluma formada não se aproxima do tanque ou da comunidade próxima dada as condições de vento e vazão do flare. Logo, é considerado aceitável a substituição dos “flares” existentes no terminal Aquaviário Madre de Deus (TEMADRE) pelo equipamento “vent-stack”.

A substituição do flare pelo equipamento Vent Stack, não representa, a princípio, uma redução significativa das emissões de gases com efeito de estufa. Entretanto, comparativamente, se o combustível do flare fosse o gás natural, e não o GLP, a contribuição deletéria para o aquecimento global seria maior.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

API 505, “Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, and Zone 2”, 2013.

IPCC, (2014). *Fifth Assessment Report: Climate Change 2014: The AR5 Synthesis Report* (IPCC, Geneva, 2014), disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar5/>.

Lees, F.P.; “Loss Prevention in the Process Industries – Hazard Identification, Assessment and Control”, 2ª Ed., Oxford, Butterworth Heinemann, 1996, v.1, 1276p.

TNO, “Methods for the calculation of physical Effects” (Yellow Book) – CPR14E, 3ªEd., 2005.