

1

Introdução

Gás Natural Liquefeito (GNL) vem sendo transportado desde 1959 em navios metaneiros (*carriers*), e são dotados com o que de mais moderno existe em termos de segurança, representando o elo essencial na movimentação do GNL entre as locações da produção e consumo.

Por outro lado, a indústria de GNL enfrenta atualmente desafios para obter aprovação de novos terminais de recebimento e exportação. Um aspecto que vem despertando interesse cada vez maior da sociedade civil nas audiências públicas para licenciamento desses terminais está relacionado com o perigo da atividade, tendo em vista o receio das consequências de acidentes catastróficos com GNL, associados ao transporte marítimo e atos de terrorismo.

Assim, o presente trabalho tem como meta primordial apresentar contribuições incrementais para a modelagem matemática de plumas térmicas de incêndio de difusão turbulenta de poças de GNL, incluindo a mecânica do escoamento e espalhamento desse fluido criogênico derramado no mar.

Considera-se que os derrames têm como causa perfurações (ou acidentais ou intencionais por atos de terrorismo) perpetradas contra costados de navios metaneiros durante colisões com embarcações de grande porte, no curso de manobras de atracação em águas calmas e costeiras de um terminal terrestre de importação. Já há históricos internacionais recentes que indicam ocorrência desse tipo de abalroamento provocado em navios graneleiros de combustíveis de petróleo nas mesmas circunstâncias. Dois casos emblemáticos são testemunhos desses fatos, ambos ocorridos no Yemen, e referenciados neste trabalho: (i) ataque ao *destroyer* americano USS *Cole*, em outubro de 2000, e (ii) ataque ao petroleiro francês *Limburg*, em outubro de 2002.

O derrame e o espalhamento da poça são modelados com formulação integral conservativa, considerando o balanço entre a quantidade vazada do navio e a que vaporiza na poça. Leva-se em conta, fundamentalmente, as contribuições dos mecanismos de transferência de calor na interface entre o substrato e o filme de criogênico, e a retroalimentação radiativa proveniente da combustão na região mais baixa da pluma térmica e da própria poça.

A modelagem contempla as zonas da combustão e intermitência da pluma térmica do incêndio. Provê esquema consistente e robusto para o desenvolvimento de parâmetros de escala adimensionalizados, possibilitando correlacionar e extrapolar o comprimento (ou altura) da chama visível, com a inclinação da mesma, poder emissivo de sua superfície e vazão mássica de vaporização do combustível líquido na poça.

A modelagem, além de integral conservativa, é também semi-empírica, e considera a variação do poder emissivo com a altura da pluma visível, a dependência com o diâmetro do incêndio e a variação das dimensões da pluma e propriedades do combustível com altura da zona 'luminosa' da base do incêndio e a taxa de produção de fumaça.

O modelo inclui ainda a radiação térmica emitida pelos gases cinza transportando partículas de fuligem na zona de combustão, considerando emissão e absorção nas regiões oticamente fina e espessa da pluma do incêndio.

Os resultados obtidos com a aplicação dos modelos são comparados com os resultados encontrados em medições experimentais de campo com incêndios em poça de GNL de escala próxima da escala industrial relatados na literatura. Incertezas foram analisadas.

Não foram encontradas evidências de que esses dois temas, espalhamento de criogênico e incêndio da poça de difusão turbulenta, tivessem sido tratados em único trabalho. Essa lacuna foi identificada, e os assuntos foram conectados de forma inédita, de modo a descrever as fenomenologias dos dois problemas.