

ESTUDO SOBRE MODELOS MATEMÁTICOS PARA CÁLCULO DE FLUXO DE CALOR RADIANTE EM CONDIÇÕES DE ESPALHAMENTO DO FOGO EM PISCINAS DE ETANOL

Kelly Ruoso, kellyruoso@gmail.com¹

Lucas Alberto de Oliveira Teixeira, lucas.laot@gmail.com

Felipe Roman Centeno, frcenteno@mecanica.ufrgs.br

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Departamento de Engenharia Mecânica – Laboratório de Dinâmica de Incêndios, (frcenteno@mecanica.ufrgs.br)

Resumo: A radiação térmica em um incêndio é um grande fator para que os equipamentos ao redor sejam afetados pelo incêndio, o que pode agravar a situação quando este fenômeno acontece em indústrias petroquímicas, como em parques de tanques, os quais armazenam líquidos inflamáveis. Por este motivo, este trabalho estuda o espalhamento do fogo sob a influência de vento cruzado, analisando o quanto a radiação térmica influencia nestes incêndios, no qual os resultados experimentais obtidos serão comparados com dois modelos matemáticos da literatura, o modelo de fonte pontual e modelo de chama sólida. Nos testes experimentais foram utilizadas duas piscinas aqui nomeadas de piscina #1 e #2 de geometria quadrada com dimensões 200 mm x 200 mm feitas de aço inoxidável 304, no qual ambas estavam posicionadas na saída (à jusante) de um túnel de vento e durante os testes era alterado a distância “d” entre essas duas piscinas para analisar o quanto a distância entre elas afetaria a ignição da piscina #2, uma vez que inicialmente sobre a piscina #1 era ignitada. Durante os testes o nível da piscina #1 era mantido constante em 30 mm por um sistema de controle de nível de combustível, e esta piscina #1 ficava a 30 cm de distância da saída do túnel de vento. O combustível utilizado durante os testes experimentais foi o etanol. Para fazer a análise dos resultados, foi analisada a radiação térmica em um sensor de radiação posicionado na frente da piscina #2, o valor estudado foi o que a piscina #2 entrou em ignição. Os resultados obtidos foram que nas condições sem vento cruzado os valores experimentais e os dois modelos matemáticos de chama sólida e fonte pontual ficaram bem próximos, porém houve uma discrepância nos valores com vento cruzado, mas o método da chama sólida ainda foi o mais próximo dos valores experimentais quando comparado com o modelo da fonte pontual.

Palavras-chave: espalhamento do fogo, radiação térmica, modelo de fonte pontual, modelo de chama sólida.

1. INTRODUÇÃO

Duas ou mais piscinas de combustíveis pegando fogo ao mesmo tempo é chamado de “multiple pool fires”, segundo Vasanth *et al.* (2014), mas se estes estiverem próximos a outros leva a um aumento do incêndio, pois há o espalhamento do fogo entre os tanques, então este artigo apresentará estudos sobre distâncias e condições de vento cruzado, no qual levaram ao espalhamento do fogo entre piscinas.

Um estudo de Ding *et al.* (2021) investigou características radiantes de piscinas em linha, na qual o n-heptano queima em piscinas com diferentes razões de aspecto entre 8:1 e 20:1. A taxa de perda de massa e a distribuição da radiação foram investigadas utilizando radiômetros de grande ângulo de visão e fenda, onde os resultados foram combinados com o modelo de múltiplas fontes pontuais ponderadas (WMP).

Zhao *et al.* (2022), estudou o efeito da distância de separação entre as piscinas e o fluxo de calor por radiação. Os experimentos foram realizados com duas piscinas adjacentes com diâmetro de 20 cm, 40 cm e 60 cm e separadas a uma distância que variava de 0 e 60 cm. Com os resultados experimentais, concluiu-se que a altura da chama e o ângulo de inclinação da chama aumentaram monotonamente com o aumento do diâmetro da piscina. Por fim, foram comparados os resultados do fluxo de calor radiante previstos e medidos, no qual analisou quantitativamente o efeito do bloqueio devido aos vapores de combustível e fuligem acima da superfície do combustível.

Wan *et al.* (2019) realizaram um estudo sobre os fluxos de calor radiante das chamas de duas piscinas idênticas sem ar cruzado. O comprimento e o espaçamento do lado da piscina foram alterados. Foram analisados a perda de massa de combustível, a altura da chama e o fluxo de calor radiativo foi medido em alvos distantes em posições verticais. Um novo método de modelo de múltiplas fontes pontuais ponderadas (WMP) foi desenvolvido para calcular a radiação térmica em cada fonte pontual utilizando o volume da chama. Após os testes, os autores mostraram que o modelo SPS

(modelo de fonte única pontual) e WMP preveem bem o fluxo de calor radiativo, quando os alvos estão localizados no centro das duas piscinas.

O presente artigo tem por objetivo analisar o fluxo de calor radiativo medido e calculado com os modelos de fonte única pontual e de chama sólida e determinar a acurácia dos métodos ao comparar seus resultados aos valores obtidos durante os testes experimentais obtidos no laboratório.

2. METODOLOGIA

2.1. Procedimento experimental

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas duas piscinas quadradas de 20 cm x 20 cm, com profundidade de 4 cm e 0,5 cm de espessura de parede (ambas feitas de aço inox). Estas duas piscinas foram posicionadas na saída de um túnel de vento. A piscina mais próxima do túnel de vento (denominada como piscina #1) ficou posicionada a uma distância de 0,3 m de sua saída, onde está piscina #1 possuía um sistema de controle de nível de combustível que mantinha o nível do combustível constante mesmo durante a queima. Durante os experimentos, a piscina #1 era ignitada intencionalmente no início de cada teste, sendo analisado o tempo necessário para que a piscina #2 entrasse em ignição (espalhamento do fogo da piscina #1 para a piscina #2), conforme as condições de teste eram variadas (velocidade do vento e distância entre as piscinas #1 e #2).

O sistema de controle do nível de combustível era composto por 3 reservatórios. O 1º reservatório fluía para o 2º reservatório por meio da força da gravidade. O nível do combustível neste 2º reservatório era o mesmo da piscina #1. O combustível excedente deste nível ia para o 3º reservatório. Este sistema estava instalado sobre uma balança eletrônica da marca Marte Científica, modelo AD 5002, com precisão de 0,01g, possibilitando a medição do consumo de combustível na piscina #1 ao longo dos testes. Um sistema de alimentação de combustível semelhante a este foi empregado em Rasbash (1956).

Cada teste foi realizado com diferentes distâncias (d) entre as piscinas, como pode ser visto na Figura 1, (essa distância foi alterada entre 5 cm e 20 cm). Para as velocidades de vento cruzado de 1, 2 e 3 m/s foram utilizadas com distância (d) a partir de 10 cm entre as poças, sendo a distância de 5 cm e 6 cm entre as piscinas quando não tinha vento cruzado.

Para medições da radiação térmica foram utilizados apenas 1 sensor de radiação, posicionado na frente da piscina #2, (mostrado na Figura 2) para analisar o fluxo de calor radiante que chegava na piscina #2 e então contribuía para que ela entrasse em ignição.



Figura 1. Vista lateral da instalação experimental

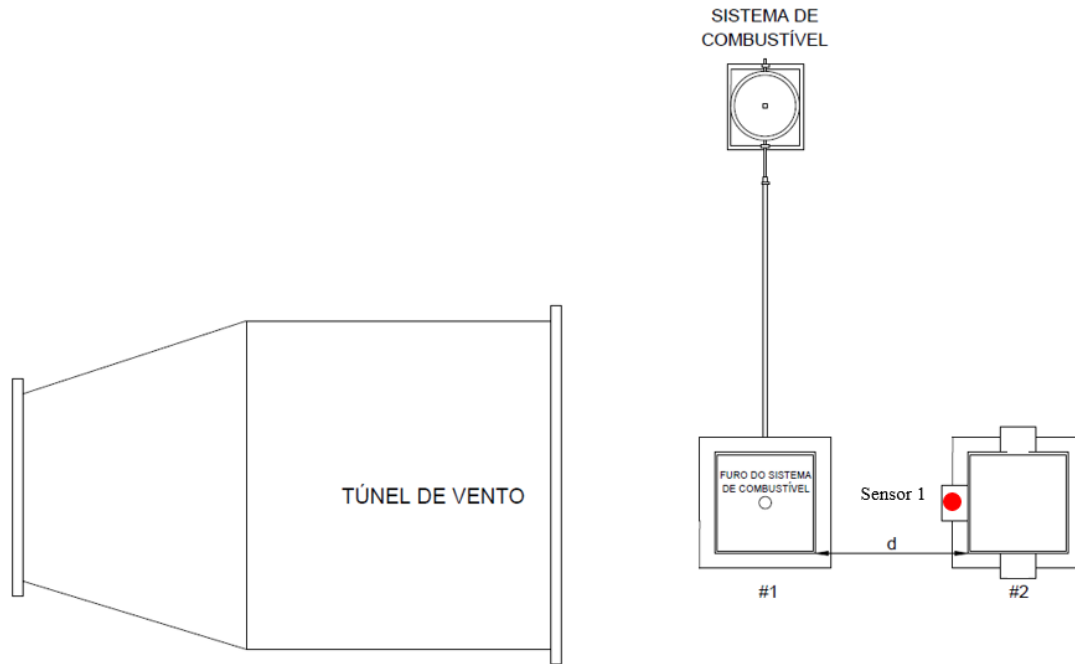


Figura 2. Vista superior bem como a posição do sensor de radiação.

2.2. Modelo de Radiação de uma Única Fonte Pontual

O modelo de radiação de única fonte pontual (SPS – *Single Point Source*) considera que a chama é representada por um ponto emissor de radiação térmica localizado no centro da chama, sendo um dos modelos mais simples para prever o campo de radiação térmica de chamas. Neste modelo, supõem-se uma fonte pontual de radiação emitindo para todas as direções, considerando então um alvo localizado a uma distância R posicionado na superfície imaginária de uma esfera Drysdale (2011).

O fluxo de calor radiativo incidente no alvo na posição R é dado pela Equação 1:

$$q'' = \frac{Q_r \cos \theta}{4\pi R^2} \quad (1)$$

Onde Q_r é energia radiativa total emitida pela chama, θ é o ângulo entre a normal e o alvo e a linha de visão desde o alvo até o ponto de localização da fonte pontual, R é a distância da fonte pontual até o alvo e x é a distância do centro da piscina até o alvo, conforme mostra a Figura 3, sendo T o alvo nesta figura.

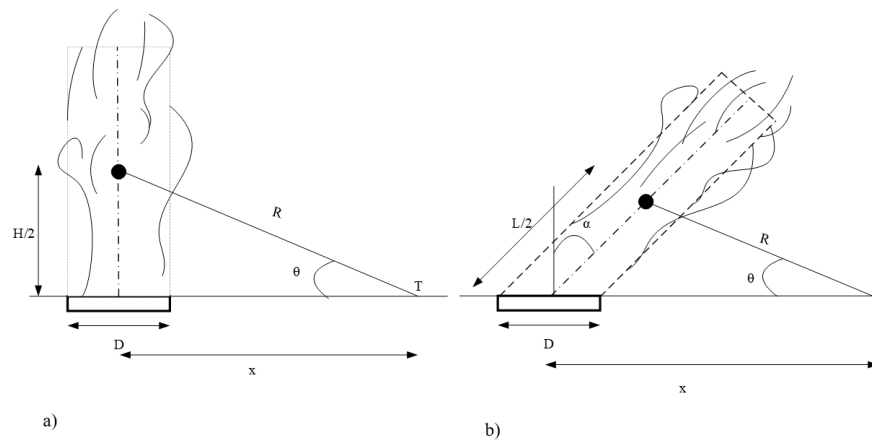


Figura 3. Nomenclatura para utilização com o modelo da fonte pontual a) Modelo da fonte pontual sem vento b) Modelo da fonte pontual com vento.

Para a determinação de H (altura da chama), L (comprimento da chama) e α (ângulo de inclinação da chama) foram utilizados valores já apresentados em Ruoso *et al.* (2022) sobre a geometria da chama. Na condição sem vento, para a

determinação de R foi utilizado o teorema de Pitágoras, sendo $R = \sqrt{x^2 + H/2^2}$, e para a condição de vento cruzado foi usado a lei dos senos e cossenos para cada velocidade de vento.

A energia radiativa total de saída do fogo é dada pela seguinte Equação 2, dada por Beyler (2002) e Igba e Salley (2004):

$$Q_r = \chi_r Q = (0,21 - 0,0034D) \frac{\pi D^2}{4} m'' \Delta H_c (1 - e^{-k\beta D}) \quad (2)$$

No qual, χ_r é a fração radiativa e Q é a taxa total de liberação de calor, m'' é a taxa de queima (kg/m²s), ΔH_c é o calor de combustão (kJ/kg), e $k\beta$ é a constante empírica (1/m), no qual a fração radiativa é uma função do combustível e D é o diâmetro da piscina. Após a obtenção de todos os dados, determina-se o fluxo de calor incidente dado pela Equação 1.

2.3. Modelo de Radiação da Chama Sólida

O modelo da chama sólida assume que a chama é um cilindro com diâmetro igual ao diâmetro da base do fogo, no qual assume-se que a chama irradia uniformemente sobre toda a superfície do cilindro. O fluxo de calor por radiação térmica é dado pela seguinte Equação 3:

$$q'' = EF\tau \quad (3)$$

onde, E é o poder emissivo médio da superfície da chama (kW/m²), τ é transmissividade atmosférica que neste artigo será usado 1 e F é fator de visão geométrico.

Para a determinação do fator de visão geométrico, será considerado um fator com vento inclinado e outro sem vento, como mostra na Figura 4. Primeiramente será apresentado o fator de visão geométrico para condições sem vento cruzado, no qual foi desenvolvido por Mudan (1984). Então, o fator de visão para condições sem vento cruzado apresenta o fator de forma horizontal F_H e o fator de forma F_V .

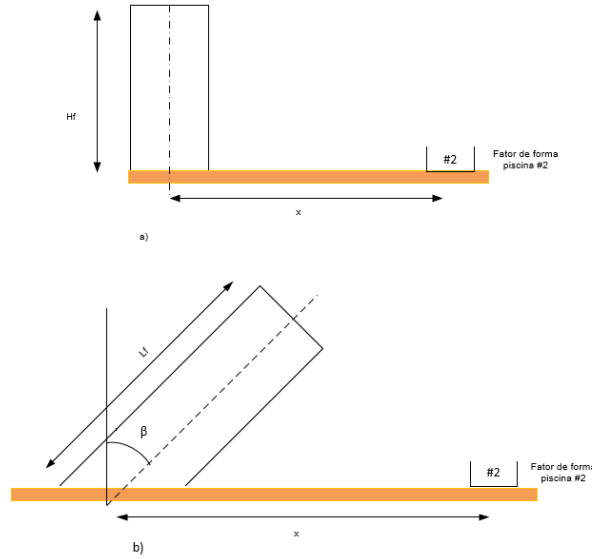


Figura 4. Configuração geométrica para cálculo do fator de forma a) Cilindro não inclinado b) Cilindro inclinado.

$$F_H = \frac{1}{\pi} \left[\frac{(B_1 - 1/S)}{\sqrt{B_1^2 - 1}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{(B_1 + 1)(S - 1)}{(B_1 - 1)(S + 1)}} - \frac{(A_1 - 1/S)}{\sqrt{A_1^2 - 1}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{(A_1 + 1)(S - 1)}{(A_1 - 1)(S + 1)}} \right] \quad (4)$$

$$F_V = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{S} \tan^{-1} \frac{y}{\sqrt{A_1^2 - 1}} + \frac{y}{S} \left\{ \tan^{-1} \sqrt{\frac{S - 1}{S + 1}} - \frac{A_1}{\sqrt{A_1^2 - 1}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{(A_1 + 1)(S - 1)}{(A_1 - 1)(S + 1)}} \right\} \right] \quad (5)$$

onde y , neste caso é $y = (2H_f)/D$ e S é $S = 2x/D$, onde D é a dimensão lateral da piscina e x é a distância do centro da piscina #1 até o alvo que para este caso é o centro da piscina #2.

$$A_1 = \frac{y^2 + S^2 + 1}{2S} \quad (6)$$

$$B_1 = \frac{1 + S^2}{2S} \quad (7)$$

Agora para condições nas quais possuem vento cruzado é utilizado o seguinte equacionamento, o qual foi apresentado por Sparrow (1986):

$$\begin{aligned} \pi F_V = & \frac{a \cos \beta}{b - a \sin \beta} \frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2b(1 + a \sin \theta)}{\sqrt{A_2 B_2}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{A_2}{B_2} \left(\frac{b - 1}{b + 1} \right)^{\frac{1}{2}}} \\ & + \frac{\cos \beta}{\sqrt{C_2}} X \left[\tan^{-1} \frac{ab - (b^2 - 1) \sin \beta}{\sqrt{b^2 - 1} \sqrt{C_2}} + \tan^{-1} \frac{(b^2 - 1) \sin \beta}{\sqrt{b^2 - 1} \sqrt{C_2}} \right] \\ & - \frac{a \cos \beta}{(b - a \sin \beta)} \tan^{-1} \sqrt{\frac{b - 1}{b + 1}} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \pi F_H = & \tan^{-1} \sqrt{\frac{b + 1}{b - 1}} - \frac{a^2 + (b + 1)^2 - 2(b + 1 + ab \sin \beta)}{\sqrt{A_2 B_2}} X \tan^{-1} \sqrt{\frac{A_2}{B_2} \left(\frac{b - 1}{b + 1} \right)^{1/2}} \\ & + \frac{\sin \beta}{\sqrt{C_2}} X \left[\tan^{-1} \frac{ab - (b^2 - 1) \sin \beta}{\sqrt{b^2 - 1} \sqrt{C_2}} + \tan^{-1} \frac{(b^2 - 1)^{1/2} \sin \beta}{\sqrt{C_2}} \right] \end{aligned} \quad (9)$$

onde $a = L_f/R$ e $b = x/r$, no qual r é o raio da chama. Após determinar a e b usa-se as seguintes equações $A_2 = a^2 + (b + 1)^2 - 2a(b + 1) \sin \beta$, $B_2 = a^2 + (b - 1)^2 - 2a(b - 1) \sin \beta$ e $C_2 = 1 + (b^2 - 1) \cos^2 \beta$ aplica-se nas Equações 8 e 9 e assim encontra-se os valores de F_v e F_H , e por fim determina-se o fator de forma máxima no alvo (piscina #2).

$$F = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} \quad (10)$$

Após encontrar o valor do fator de Forma F , precisa-se encontrar o valor do poder emissivo E , que por sua vez, foi utilizada a que foi determinada por Muñoz (2007):

$$E = \frac{\eta_{rad} m \Delta H_c}{1 + 4 \frac{H_f}{D}} \quad (11)$$

Onde, $\eta_{rad} = 0,158 D^{0,15}$ para diâmetros menores que 5 m, o H_f utilizado na Equação 11, também pode ser L_f quando se está analisando em condições com vento cruzado, como pode ser visto na Figura 4. Por fim, aplicam-se os valores encontrados nas Equações 10 e 11 e encontra-se a radiação térmica com a Equação 3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Radiação incidente no momento de ignição da piscina #2

Na Figura 5, tem-se o tempo de ignição em relação ao d/D (d : distância entre as piscinas #1 e #2, D : dimensão lateral das piscinas), para as velocidades de vento de 0, 1, 2 e 3 m/s no qual apresenta o tempo que a piscina #2 levou para ignitar. O que se pode levar em consideração que a velocidade do vento e a distância entre as piscinas #1 e #2 influenciam no tempo de ignição, pois quanto maior a velocidade e menor for a distância entre as piscinas, menor será o tempo de ignição. Já a Figura 6 apresenta o fluxo de calor radiante em função da distância entre as piscinas normalizada pela sua dimensão lateral (d/D) para as velocidades de 0, 1, 2 e 3 m/s. Conforme aumenta-se a velocidade, a radiação térmica ficou um pouco mais baixa em relação a condições sem vento, isso pode estar relacionado ao fato de o vento deixar a chama mais turbulenta e faz com que o calor no ponto onde estava o sensor 1 sofresse essa variação.

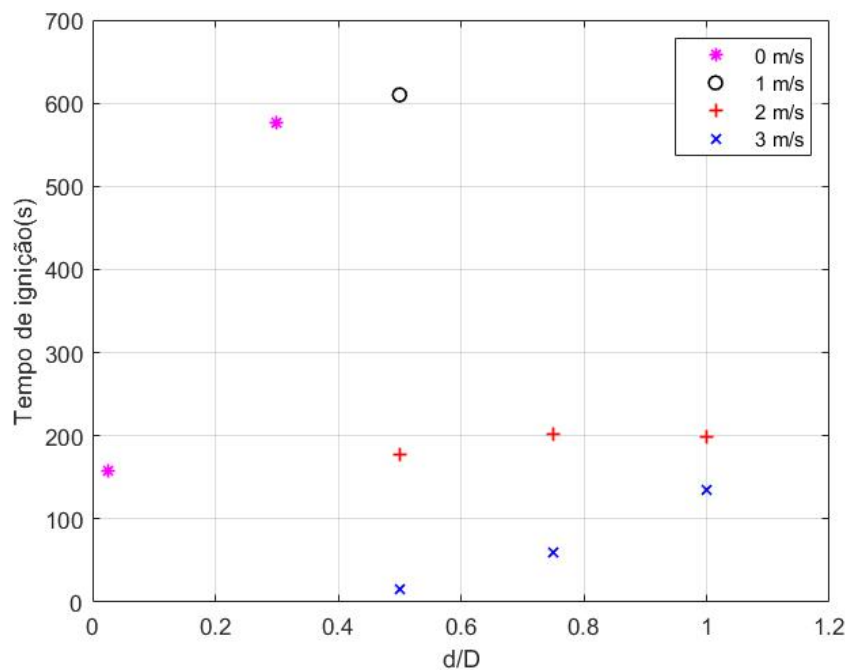


Figura 5. Tempo de ignição da piscina #2

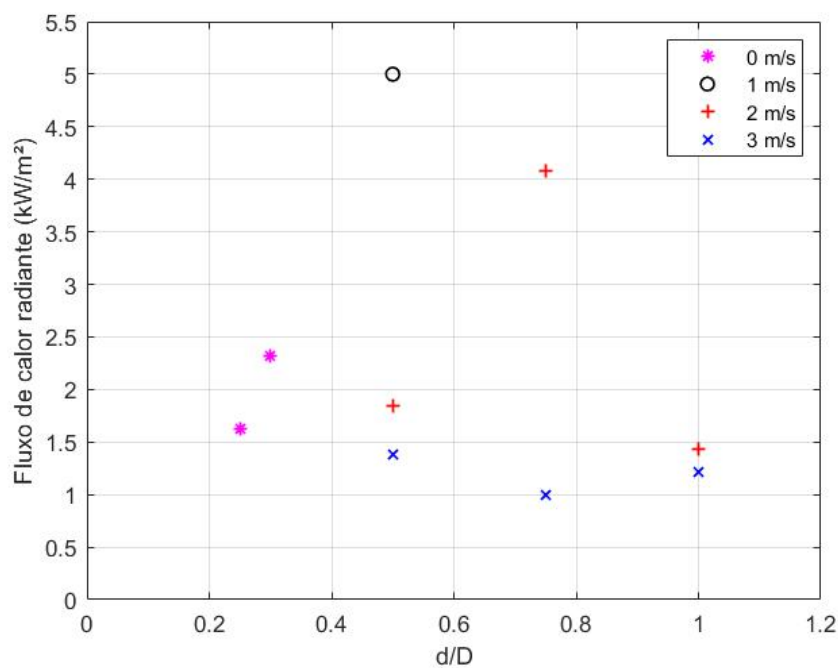


Figura 6. Fluxo de calor radiante no Radiômetro 1 no momento em que a piscina #2 entrou em ignição

3.2 Comparação entre dados experimentais e resultados do modelo de fonte única pontual

Na Figura 7 está apresentado o fluxo de calor por radiação térmica em função da velocidade do vento cruzado para as diversas distâncias entre as piscinas (d), mostrando dados experimentais com marcadores vazados e também os resultados obtidos com o modelo de fonte única pontual com marcadores pintados. Assim como na Figura 6, este fluxo de calor refere-se ao valor obtido nas condições do momento da ignição da piscina #2. Ao aplicar o modelo de fonte única pontual, verifica-se que os valores do fluxo de radiação térmica com vento cruzado foram discrepantes em relação aos valores medidos nos testes experimentais, com uma diferença média de mais de 50 % em alguns casos, mesmo após as adequações necessárias no modelo para atender as condições de vento cruzado. Observa-se que os resultados do

modelo na condição sem vento cruzado ficaram bem próximos dos valores medidos com uma diferença média de 10%. Assim, deve-se observar que a concordância entre o modelo e o experimento melhorou conforme a velocidade do vento foi reduzida e conforme a distância entre as piscinas foi aumentada; isso se deve ao fato de que nestas situações a chama é “vista” pelo alvo (piscina #2) como um ponto quando a distância entre eles for grande, o que acontece para grandes distâncias (d) e com pouco ou nenhum vento (visto que o vento aproxima a chama da piscina #2).

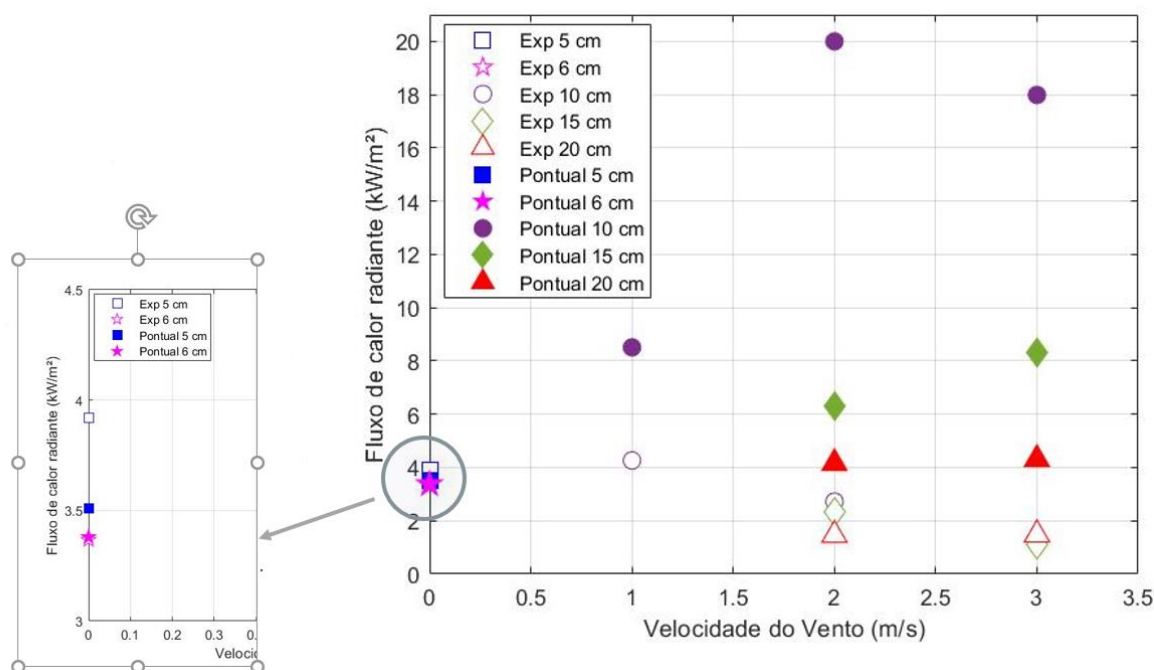


Figura 7. Fluxo de calor radiante na posição do radiômetro 1: comparação entre dados experimentais e resultados do modelo de fonte única pontual

3.3 Comparação entre dados experimentais e resultados do modelo de chama sólida

A Figura 8 apresenta um gráfico do fluxo de calor por radiação térmica em relação à velocidade do vento cruzado, no qual mostra os dados experimentais com marcadores vazados e do modelo da chama sólida com marcadores pintados para as distâncias entre as piscinas #1 e #2 no momento da ignição da piscina #2. Pode-se notar uma discrepância dos valores entre os resultados do modelo da chama sólida e os experimentais, com uma diferença média menor de 50 % para casos com vento cruzado, para condições sem vento cruzado a diferença média ficou em 65 %, no entanto, este modelo apresentou resultados mais próximos dos experimentais do que o modelo de fonte única pontual. Isso se deve ao fato de que neste modelo a chama é modelada como um cilindro, sendo esta uma aproximação mais realista da chama, principalmente para condições em que a chama e o alvo estão próximos. Possivelmente, os resultados deste modelo poderiam ser melhorados tratando de outra forma o cálculo do poder emissivo (E) (Eq. 11), o qual é válido para piscinas de dimensão até 5 m, enquanto a piscina estudada aqui possui dimensões 0,2 m x 0,2 m, sendo está uma possibilidade de estudo futuro.

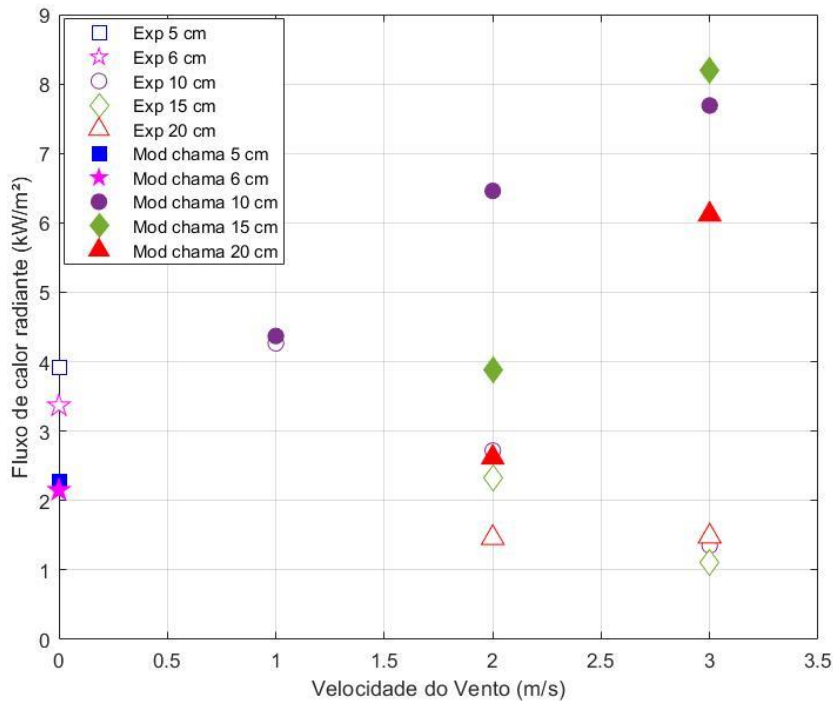


Figura 8. Fluxo de calor radiante na posição do radiômetro 1: comparação entre dados experimentais e resultados do modelo de chama sólida

4. CONCLUSÕES

Este estudo analisou o espalhamento do fogo entre duas piscinas adjacentes, sendo a piscina #1 ignitada no início do experimento e a piscina #2 ignitada pela chama da piscina #1 ao longo do experimento. Foi analisado o fluxo de calor por radiação térmica incidente no momento em que a piscina #2 entrou em ignição, e foi feita uma comparação do cálculo do fluxo de calor radiante usando dois modelos matemáticos: modelo de chama sólida, no qual assume-se a chama como um cilindro, e o outro modelo é o da fonte única pontual, que analisa um ponto no centro da chama irradiando até o alvo (que neste caso é a piscina #2).

Pode-se concluir que a velocidade do vento contribui para que a piscina #2 entre em ignição mais rapidamente, pois a inclinação da chama (proveniente da piscina #1) sobre a piscina #2 faz com que a mesma aqueça mais rápido.

A comparação entre os modelos de cálculo do fluxo de calor por radiação e os dados experimentais mostrou que o modelo de fonte única pontual apresenta resultados mais discrepantes do que o modelo de chama sólida para as condições do presente estudo, em especial para casos em que as piscinas estão próximas e a velocidade do vento é mais elevada, condições essas em que a chama não é adequadamente modelada como um ponto emissor de radiação, fazendo o modelo falhar. Já o modelo de chama sólida apresenta resultados melhores, pois este considera a chama como um cilindro emissor de radiação, representando a chama de forma mais adequada. Ainda assim, o modelo de chama sólida também apresentou diferenças significativas em relação aos dados experimentais, porém se mostrou um modelo promissor que pode ser objeto de estudos futuros.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro da CNPq e Capes.

6. REFERÊNCIAS

- Beyler, C. L., *Fire Hazard Calculations for Large, Open Hydrocarbon Fires*. In: Andrau R, ed. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering: National Fire Protection Association, 2002.
- Ding, L. et al. *Experimental study on flame radiation characteristic from line pool fires of n-heptane fuel in open space*, Energy, Volume 218, 2021.
- Drysdale, D. *An Introduction to Fire Dynamics*, 3rd ed., John Wiley and Sons, New York, p. 148, 2011.

- Iqba, N.I, Salley, M.H, Chapter 5: *Estimating Radiant Heat Flux from Fire to a Target*. *Fire Dynamics Tools: Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the US Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program* U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2004.
- Mudan, K, S. *Thermal radiation hazards from hydrocarbon pool fires*, Progress in Energy and Combustion Science, volume 10, Issue 1, 1984.]
- Muñoz, M, et al. *Predicting the emissive power of hydrocarbon pool fires*. Journal of Hazardous Materials 144: 725–729, 2007.
- Rasbash, D, J; Rogowski, Z, W; Stark, G, W, V; *Fuel* 31, 1956, 94–107.
- Ruoso, K. et al. *Um estudo experimental sobre a influência do vento cruzado no espalhamento do fogo entre piscinas de etanol*. Submetido para publicação no CILASCI 6 – Congresso Íbero-Latino-Americano em Segurança Contra Incêndios, 2022.
- Sparrow, E, M; *A New Simpler Formulation for Radiative Angle Factors*, Journal of Heat Transfer, ASME, 85, 1986, p. 81–88.
- Vasanth, S, et al., *Multiple pool fires: Occurrence, simulation, modeling and management*, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 29, 2014.
- Wan, H. et al. *Experimental study on flame radiant heat flux from two heptane storage pools and its application to estimating safety distance*, Energy, Volume 182, 2019.
- Zhao, K et al., *Experimental study on the diffusion burning and radiative heat delivery of two adjacent heptane pool fires*, International Journal of Thermal Sciences, Volume 171, 2022.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

A STUDY ON THE INFLUENCE OF THERMAL RADIATION FOR FIRE SPREADING IN POOLS FIRES IN ETHANOL

Kelly Ruoso, kellyruoso@gmail.com

Lucas Alberto de Oliveira Teixeira, lucas.laot@gmail.com

Felipe Roman Centeno, frcenteno@mecanica.ufrgs.br

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Departamento de Engenharia Mecânica – Laboratório de Dinâmica de Incêndios (frcenteno@mecanica.ufrgs.br).

Abstract. *The thermal radiation in a fire is a major factor for the surrounding equipment to be affected by the fire, which can worsen the situation when this phenomenon happens in petrochemical industries, such as in tanking parks, which store flammable liquids. For this reason, this work studies the fire spread under the influence of crosswind, analyzing how much thermal radiation influences these fires, in which the experimental results obtained will be compared with two mathematical models in the literature, the point source model and the solid flame model. In the experimental tests two pools were used here named pool #1 and #2 of square geometry with dimensions 200 mm x 200 mm made of 304 stainless steel, in which both were positioned at the exit (downstream) of a wind tunnel and during the tests the distance "d" between these two pools was changed to analyze how much the distance between them would affect the ignition of pool #2, since initially over pool #1 was ignited. During the tests the level of pool #1 was kept constant at 30 mm by a fuel level control system, and this pool #1 was 30 cm away from the exit of the wind tunnel. The fuel used during the experimental tests was ethanol. To do the analysis of the results, the thermal radiation was analyzed in a radiation sensor positioned in front of pool #2, the value studied was the one that pool #2 ignited. The results obtained were that in the conditions without crosswind the experimental values and the two mathematical models of solid flame and point source were very close, however there was a discrepancy in the values with crosswind, but the solid flame method was still the closest to the experimental values when compared to the point source model.*

Keywords: *pool fires, fire spread, thermal radiation, single point source model, solid flame model.*