

ESTUDO DA GEOMETRIA DA CHAMA DE UMA PISCINA QUADRADA DE ETANOL SOB CONDIÇÕES DE VENTO CRUZADO

Lucas Alberto de Oliveira Teixeira, lucas.alberto@ufrgs.br¹

Kelly Ruoso, kellyruoso@gmail.com²

Felipe Roman Centeno, frcenteno@ufrgs.br³

¹Graduação em Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Sarmento Leite, n. 425, 90050-170 Porto Alegre, RS, Brasil

²Mestrado em Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Sarmento Leite, n. 425, 90050-170 Porto Alegre, RS, Brasil

³Departamento de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Sarmento Leite, n. 425, 90050-170 Porto Alegre, RS, Brasil

Resumo: Existem muitos riscos ao se lidar com líquidos inflamáveis. Nas indústrias que possuem parques de tancagem com armazenamento de combustíveis inflamáveis, o risco de acontecer vazamentos e incêndios é muito alto. Por este motivo, foi realizado um estudo experimental para avaliar em quais condições há o espalhamento do fogo entre tanques, se é a proximidade destes tanques, radiação, entre outros o responsável pelo espalhamento do fogo. Neste artigo será apresentado o estudo da geometria da chama de uma piscina quadrada de dimensões (200mm x 200mm), no qual a mesma estará preenchida com etanol, e sob o efeito de vento cruzado que variam de velocidade (0m/s – 3m/s). Para a execução do experimento citado acima foram posicionadas na saída de um túnel de vento as duas piscinas, sendo a primeira piscina ligada a um sistema de combustível que torna constante o nível de etanol mesmo queimando, e a segunda piscina apenas com etanol no mesmo nível que a piscina 1, porém sem sistema de combustível. O experimento consiste em acender a piscina 1 intencionalmente e observar quanto tempo demorar para a piscina 2 (piscina posicionada no entorno da piscina 1) entrar em ignição, sendo variadas a velocidade do vento e as distâncias entre essas duas piscinas. Para a análise da geometria da chama foi posicionada uma câmera ao lado da piscina 1. Dessa maneira, elementos como a altura, comprimento e inclinação da chama foram registrados através dos frames das filmagens. O presente experimento citado foi criado para a análise de todos os aspectos de um incêndio em uma piscina com etanol e suas influências em uma segunda piscina posicionada no seu entorno, contudo, os estudos da radiação da chama e da taxa de queima, não serão amplamente abordados neste trabalho, sendo ele focado no estudo da geometria da chama na piscina e feito comparações com outros experimentos e estudos de diversos autores nesses mesmos assuntos.

Palavras-chave: geometria da chama, espalhamento do fogo, altura da chama, comprimento da chama, inclinação da chama

1. INTRODUÇÃO

Incêndios em Parques de tanques de combustíveis líquidos, ou bacias de contenção, podem trazer muitos perigos. Em locais como esses uma das consequências de um incêndio é o fenômeno conhecido como espalhamento do fogo, no qual ocorre uma espécie de efeito dominó, por conta da proximidade dos tanques. Dessa forma, compreender o comportamento do tanque que iniciou o incêndio, conhecendo o funcionamento de sua geometria por exemplo, é essencial. Pois com isso, normas de segurança, formas de combater esse tipo de incêndio, entre outras melhorias e prevenções podem ser criadas.

O estudo de “piscinas com combustíveis” (*pool fires*) existe na área da dinâmica de incêndios e alguns destes casos são encontrados na literatura, sendo em neles feita a análise de todos os aspectos da chama, desde aspectos geométricos a aspectos morfológicos. O combustível utilizado para este estudo tem bastante influência na maneira como as chamas irão se portar. Já existem diversos trabalhos com tipos variados de combustíveis, Munõz *et al.* (2007) por exemplo, fez uso do diesel e gasolina em seus experimentos, Salvagni *et al.* (2019) também utilizou o diesel, entre outros exemplos que irão aparecer ao longo deste artigo. O combustível a ser estudado neste trabalho será o etanol.

Alterações no ambiente geram diversas consequências no comportamento de uma chama, se existir, por exemplo, vento, dependendo da velocidade de tal, o espalhamento do fogo pode ocorrer, sendo então, de demasiada importância entender os meandros deste fenômeno. Para isso, é necessário compreender o comportamento da chama nessas circunstâncias. A situação da chama sob vento cruzado é uma situação que pode ser gerada em laboratório para observar o comportamento da chama. As influências do vento cruzado sobre a geometria da chama já foram amplamente estudadas por muitos autores. Salvagni *et al.* (2019), apresentou o estudo da taxa de queima, geometria da chama e temperatura de convecção controlada em incêndio em uma piscina circular com diesel sob condições de vento cruzado. Hu *et al.* (2013), trouxe uma nova quantificação matemática do ângulo de inclinação de chamas de ‘Hydrocarbon pools’ (piscinas com combustíveis fósseis de hidrocarbonetos), com um novo modelo global de correlação. Autores mais antigos como Thomas *et al.* (1963), Moorhouse (1982) e Mudan *et al.* (1984), trazem uma base para as correlações, para os modelos utilizados nos dias atuais.

O estudo específico da geometria da chama de uma piscina de etanol sob a influência de vento cruzado gerado em laboratório ainda não foi apresentado na literatura. Em vista disso, o estudo feito no presente artigo será baseado através de comparações com trabalhos anteriores e os dados obtidos através de nossos experimentos. O tema do trabalho foi direcionado para a geometria da chama e suas implicações, sendo abordado outras características como taxa de queima, radiação, etc., porém essas últimas de forma mais superficial. A geometria da chama, a qual é o enfoque aqui, é observada de acordo com três principais aspectos: ângulo de inclinação, altura e comprimento da chama.

Nomenclaturas			
	<i>Grego</i>		
θ	Ângulo de inclinação em relação a vertical (°)	U^*	Velocidade do vento adimensional
ρ_a	Densidade ambiente do ar (kg/)	$\dot{m}''$	Taxa de queima em massa (kg/(m ² s))
		U_c	Velocidade do ar característica (m/s)
D	Diâmetro da fonte da chama (m)	g	Aceleração da gravidade (m/s ²)
H	Altura da chama (m)	U_∞	Velocidade do vento cruzado (m/s)
L_f	Comprimento da chama (m)	m^*	Taxa de queima em massa adimensional
		$U_{C,mod}$	Velocidade característica do ar modificada (m/s)

2. METODOLOGIA

2.1. Procedimento Experimental

O experimento é composto pela piscina, túnel de vento, sistema de combustível, câmera e instrumentos de medição. A piscina feita de aço inox 304 com medidas: 0,2 m x 0,2 m, 0,04 m de profundidade e 0,005 m de espessura, é posicionada ao lado do túnel de vento a uma distância de 0,3m (Figura 1). O sistema de combustível (Figura 2) é formado por três recipientes de plástico, sendo cada recipiente definido como um estágio. No estágio 1 é adicionado o combustível, este então se desloca para o estágio 2 através de tubos com válvulas que limitam a pressão. No estágio 2 é onde o combustível vai para a piscina, para que o nível do combustível seja o desejado, a altura do tubo é posicionado em relação ao nível de combustível na piscina. Nesse mesmo estágio do sistema, um segundo tubo é posicionado em uma altura para que o excedente de combustível caia para o estágio 3, para que o etanol na piscina não ultrapasse os limites dela, dessa forma, o combustível ficará estável no nível escolhido. As válvulas para o controle do fluxo etanol no sistema estão presentes em todos os estágios. O conceito presente na disposição dos tubos no estágio 2 foi baseado no princípio de Pascal, no qual afirma que a pressão aplicada sobre um fluido em equilíbrio estático é distribuída igualmente e sem perdas para todas as suas partes.

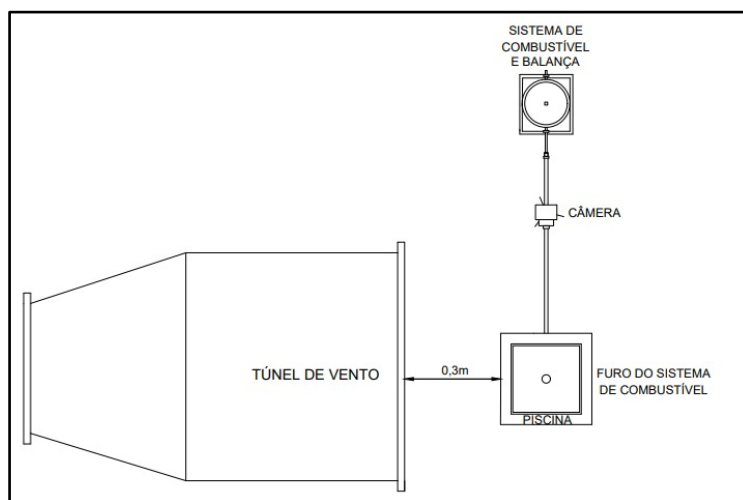


Figura 1. **Vista Superior do experimento, sem o combustível e a chama sendo representadas.**

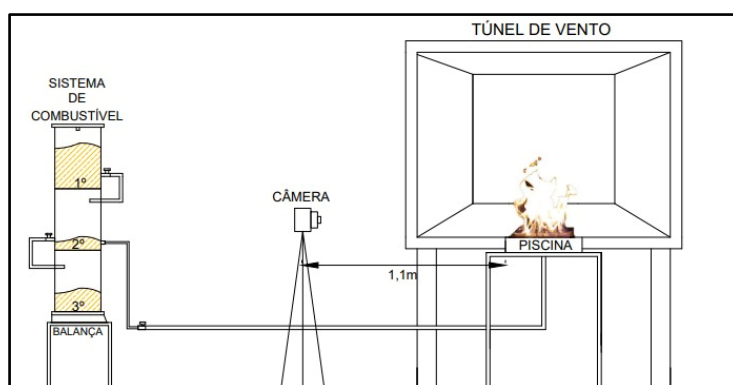


Figura 2. **Vista Frontal do experimento, com o combustível e a chama sendo representadas.**

Para registro, e então posteriormente fazer a análise dos dados coletados, foram utilizados alguns instrumentos, como uma câmera da marca Canon, modelo EOS Rebel – T5i, a uma distância de 1,1m da piscina com um tripé de 1,20m sendo, este posicionado de uma forma na qual a câmera fique direcionada para que as imagens capturem a chama por completo (Figura 2). No sistema de combustível, foi colocado uma balança eletrônica da marca Marte Científica, modelo AD 5002, com precisão de 0,01g, para que desta forma seja possível fazer o cálculo da taxa de queima em massa.

O experimento consiste em acender o combustível na piscina e analisar o comportamento das chamas, com a variação de situações. O túnel de vento gera o vento cruzado, variando suas velocidades em 0 m/s, 1 m/s, 2 m/s e 3 m/s. O sistema de combustível com a balança mantém constante o etanol na piscina e faz o registro da quantidade de combustível consumida pelas chamas, com isso, é possível fazer testes mais duradouros e com um controle melhor quanto o consumo do etanol.

Durante o experimento, filmagens foram feitas para cada tipo de teste. Tais vídeos gravados na câmera foram aplicados em um software chamado VirtualDub, o qual processou esses vídeos transformando-os em 30 imagens (Capacidade máxima da câmera) para cada segundo de vídeo. Esses frames foram então binarizados no GIMP (GNU Image Manipulation program), com isso a análise precisa do comprimento da chama e da inclinação da chama foram feitas. Assim como mencionado por Salvagni *et al.* (2019) a geometria da chama varia ao longo dos testes, por fatores como a turbulência do sistema de vento cruzado e a turbulência do próprio processo de combustão. Dessa maneira, na análise foram utilizados valores médios, para então, se ter uma maior aproximação dos resultados com a realidade.

2.2. Geometria da chama

Hu *et al.* (2013) em seu estudo trouxe um novo método para o cálculo do ângulo de inclinação da chama, este método consiste em processar as filmagens em frames gerando uma série de imagens. Essas imagens são, então, convertidas no processo de “Gray scale”, onde cada pixel das imagens tem sua cor transformada em tons de cinza de acordo com cada tipo de cor. Isso ocorre até chegar no ponto de “imagem em dois níveis de processamento”, na qual outros passos do método são executados, um programa no MATLAB também é utilizado, tudo isso gerando no final o ângulo de inclinação da chama. Esse método foi também utilizado por Salvagni *et al.* (2019) em seus estudos para a geometria da chama no geral, através desse processo os cálculos do comprimento da chama, da altura e do ângulo de inclinação foram obtidos.

O método utilizado, neste trabalho, para a obtenção da geometria da chama é bem semelhante ao método citado anteriormente, fazendo uso da binarização dos frames do vídeo e utilizando esses frames para medir o ângulo de inclinação, comprimento da chama e consequentemente a altura da chama, porém, agora, sem o processo de “Gray scale”. No método escolhido foram utilizadas 300 imagens para cada velocidade do vento, pois cada vídeo utilizado tinha 10 segundos. Para o cálculo da geometria da chama, foi utilizado um instrumento do software citado anteriormente, o qual é possível selecionar o comprimento e o ângulo de inclinação da chama em cada uma das imagens obtidas. (Figura 3)

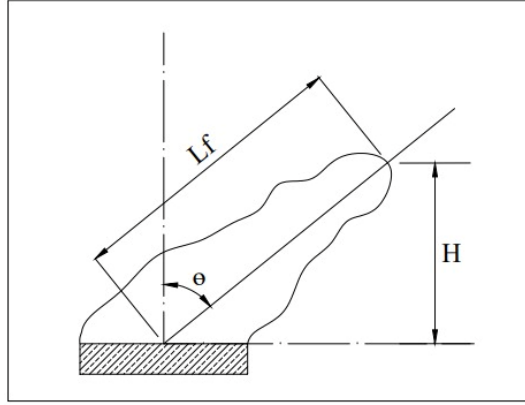


Figura 3. Representação da chama e sua geometria.

Para a altura da chama os cálculos feitos dependem do ângulo de inclinação e do comprimento da chama. Sendo assim, foi calculado o cosseno do ângulo θ (Equação 1). Na literatura, em relação a esse aspecto da geometria da chama não foram encontradas correlações.

$$\cos \theta = \frac{H}{L_f} \quad (1)$$

2.3. Correlações

Em muitos estudos anteriores, autores desenvolveram correlações para o cálculo dos componentes da geometria de uma chama. Cada correlação foi criada e aplicada para o tipo de situação estudada em seu respectivo experimento, sendo a maioria derivada das mesmas bases, a análise dimensional de dados usando os princípios de modelagem de Froude. Sendo assim, as correlações (tabelas 1 e 2) são todas baseadas nos valores da velocidade do vento adimensional e da taxa de queima em massa adimensional.

$$m^* = \frac{\dot{m}''}{\rho_a \sqrt{gD}} \quad (2)$$

$$U^* = \frac{U}{U_c} = \frac{U}{(g\dot{m}''D/\rho_a)^{1/3}} \quad (3)$$

Equação com que a maioria das correlações se baseiam:

$$\frac{L_f}{D} = a (m^*)^b (U^*)^c \quad (4)$$

Tabela 1. Quando u^* é menor que 1, $u^*=1$. (Tabela adaptada de (Salvagni et al, 2019))

Equação	Correlação	U_{∞}	Tamanho da piscina	Combustível	Ref.
(5)	$\frac{L_f}{D} = 70(m^*)^{0.86}(Fr)^{-0.11}$	1.5-5.6 m/s	0.91 m × 0.13 m até 0.91 m × 0.61 m	Wooden cribs*	(Thomas et al., 1963)
(6)	$\frac{L_f}{D} = 55(m^*)^{\frac{2}{3}}(U^*)^{-0.21}; \frac{U_{\infty}}{U_c} \geq 1$	1.5-5.6 m/s	0.91 m × 0.13 m até 0.91 m × 0.61 m	Wooden cribs	(Thomas et al., 1963)
(7)	$\frac{L_f}{D} = (m^*)^{-0.19} \left(\frac{U_{\infty}}{U_{c,mod}} \right)^{0.06}$	1.3-7.9 m/s	Diâmetro(m) 1.8-24.4	LNG pools	(Raj & Atallah, 1974)
(8)	$\frac{L_f}{D} = 4.7(m^*)^{0.121}(U^*)^{-0.114}$	1.8-14.4 m/s	6.1 m × 6.1 m até 15.2 m × 12.2 m	LNG pools	(Moorhouse 1982)
(9)	$\frac{L_f}{D} = 6.2(m^*)^{0.254}(U^*)^{-0.044}$	1.8-14.4 m/s	6.1 m × 6.1 m to 15.2 m × 12.2 m	LNG pools	(Moorhouse, 1982)
(10)	$\frac{L_f}{D} = 4.201(m^*)^{0.181}(U^*)^{-0.082}$	0-2.3 m/s	Diâmetro(m) 1.5-6	Gasolina e Diesel	(Ferrero et al., 2007)
(11)	$\frac{L_f}{D} = 0.8(Fr)^{0.5} + 2.8$	0-2.5 m/s	0.1 m × 0.1 m até 0.3 m × 0.3 m	Acetona	(Tang et al., 2015)
(12)	$\frac{L_f}{D} = 7.74(m^*)^{0.375}(U^*)^{-0.096}$	0-2 m/s	Diâmetro(m) 1-6	HC pools	(Munoz et al., 2004)

Tabela 2. Quando u^* é menor que 1, $u^*=1$. (Tabela adaptada de (Salvagni et al, 2019))

Equação	Correlação	U_{∞}	Tamanho da piscina	Combustível	Ref.
(13)	$\cos \theta = 0.7(U^*)^{-0.49}; \frac{U_{\infty}}{U_c} \geq 1$	1.5-5.6 m/s	0.91 m × 0.13 m até 0.91 m × 0.61 m	Wooden cribs	(Thomas et al., 1963)
(14)	$\cos \theta = \left(\frac{U_{\infty}}{U_{c,mod}} \right)^{-0.5}; \frac{U_{\infty}}{U_{c,mod}} \geq 1$	1.3-7.9 m/s	Diâmetro (m) 1.8-24.4	LNG pools	(Raj & Atallah, 1974)
(15)	$\cos \theta = 0.87(U^*)^{-0.272}; \frac{U_{\infty}}{U_c} \geq 1$	1.8-14.4 m/s	6.1 m × 6.1 m até 15.2 m × 12.2 m	LNG pools	(Moorhouse 1982)
(16)	$\cos \theta = 0.86(U^*)^{-0.250}; \frac{U_{\infty}}{U_c} \geq 1$	1.8-14.4 m/s	6.1 m × 6.1 m to 15.2 m × 12.2 m	LNG pools	(Moorhouse 1982)
(17)	$\cos \theta = 0.92(U^*)^{-0.26}; \frac{U_{\infty}}{U_c} \geq 1$	0-2.3 m/s	Diâmetro (m) 1.5-6	Gasolina e Diesel	(Ferrero et al., 2007)
(18)	$\cos \theta = 1.06(U^*)^{-0.73}; \frac{U_{\infty}}{U_c} \geq 1$	0-2.5 m/s	0.1 m × 0.1 m até 0.3 m × 0.3 m	Acetona	(Tang et al., 2015)
(19)	$\cos \theta = 1.31(U^*)^{-0.67}; \frac{U_{\infty}}{U_c} \geq 1$	0-1.0 m/s	0.13 m x 0.13 m até 0.218 m x 0.218 m	Diesel	(Ji et al., 2022)

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

O presente estudo consiste em analisar a geometria da chama em uma piscina de etanol sob a influência de vento cruzado, e comparar os resultados da análise com correlações encontradas na literatura. Após substituir os valores encontrados nas correlações os resultados obtidos foram diferentes daqueles provenientes dos experimentos, contudo isso era esperado, pois as correlações tratam de outras situações, onde os tamanhos das piscinas, a velocidade do vento e até o combustível podem ser diferentes. Em suma, através das comparações as diferenças e semelhanças dos resultados dos diferentes experimentos podem ser notadas.

3.1 Ângulo de inclinação da chama

Os valores encontrados para o ângulo de inclinação foram, 1 m/s - 50,8°; 2 m/s - 60°; e 3 m/s - 63,82°. Durante a comparação com as correlações (Figura 4) é possível notar que as correlações Eq.(15), Eq.(16) e Eq.(17) foram as que mais se aproximaram dos valores encontrados no experimento, porém no quesito comportamento, todas se assemelharam muito, onde o ângulo aumenta junto com a velocidade. O aumento do ângulo de inclinação da chama significa que a chama está se curvando em direção ao plano horizontal à medida que a velocidade aumenta, isso se deve a relação entre as forças inerciais do vento e as forças de convecção da chama.

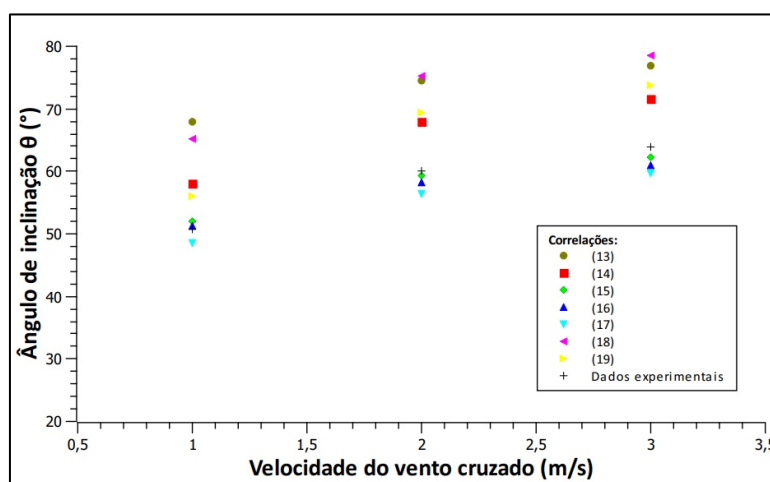


Figura 4. Gráfico do Ângulo de inclinação x Velocidade do vento cruzado.

3.2 Comprimento da chama

Para o comprimento da chama, os valores obtidos foram, 1 m/s - 0,3534 m; 2 m/s - 0,285 m; e 3 m/s - 0,2238 m. Ao fazer as comparações para com os resultados dos experimentos percebe-se que a correlação que mais se assemelha foi a Eq.(8), pois, o comprimento da chama diminuiu de acordo com o aumento da velocidade. Para algumas correlações como a Eq.(6), Eq.(9) e Eq.(12), o comprimento foi praticamente constante. O comportamento decrescente do comprimento da chama pode ser explicado, o vento cruzado arrastou parte do combustível que evaporava para fora da região das chamas, com isso, apenas a região mais próxima da piscina foi mantida queimando e o comprimento da chama foi reduzido.

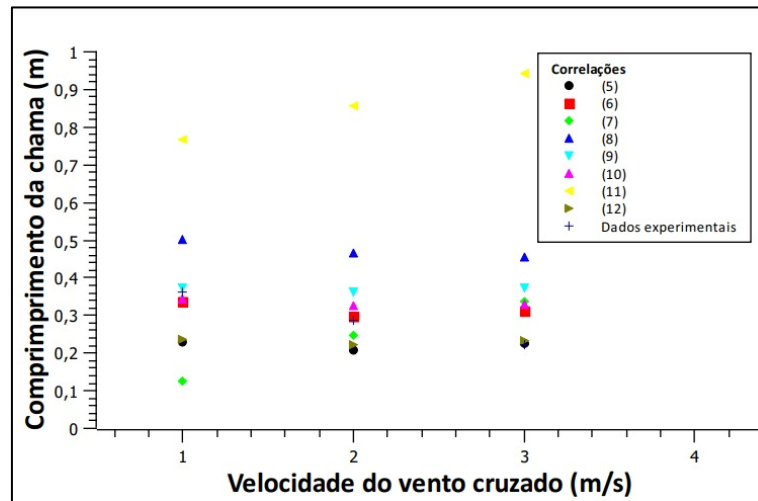


Figura 5. Gráfico do Comprimento da chama x Velocidade do vento cruzado.

3.3 Altura da chama

Para a altura da chama, a Eq.(1) foi utilizada, dessa forma, os resultados obtidos para altura dependem diretamente dos valores do comprimento de chama e do ângulo de inclinação. Para uma observação mais visual, um gráfico foi gerado com os dados experimentais. Ao analisar o gráfico pode-se verificar que a altura diminui consideravelmente em relação ao aumento da velocidade, o que concorda com as medidas feitas para o ângulo e o comprimento da chama descritos anteriormente, sendo dessa forma, o seu comportamento explicado da mesma forma.

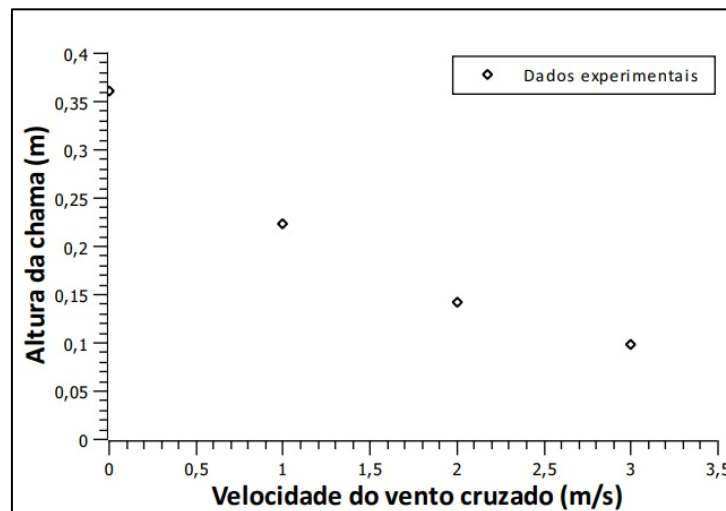


Figura 6. Gráfico da Altura da chama x Velocidade do vento cruzado.

4. INCERTEZAS

A metrologia para o cálculo das incertezas nos valores obtidos nos testes experimentais é utilizada através das equações 20 e 21 retiradas do GUM (Guia para a expressão de Incerteza).

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}. \quad (20)$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} \quad (21)$$

O cálculo do desvio padrão experimental foi feito através da análise dos 300 valores obtidos para inclinação e comprimento da chama citados anteriormente (2.1-procedimento experimental). Na equação 20 as incógnitas $\bar{x}$ é o valor da média e n é o número de valores. Para o desvio padrão experimental da média (Eq. 21) são utilizados, o número de valores experimentais analisados e o resultado obtido no desvio padrão experimental.

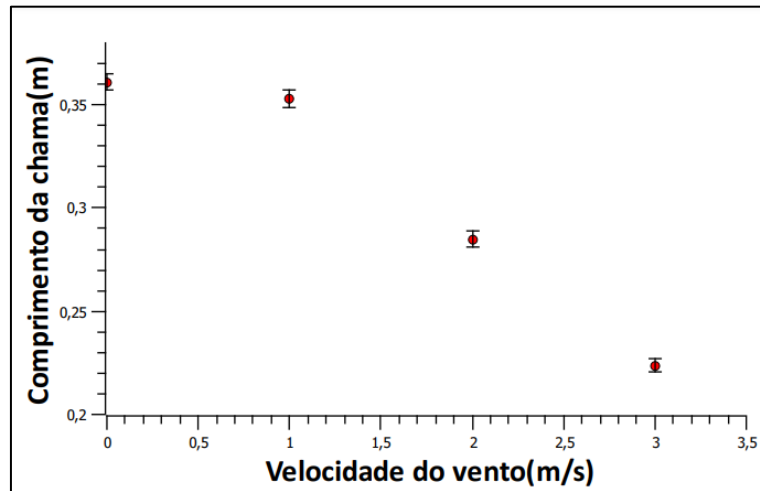


Figura 7. Gráfico do Comprimento da chama x Velocidade do vento cruzado, com as barras de desvio padrão experimental médio.

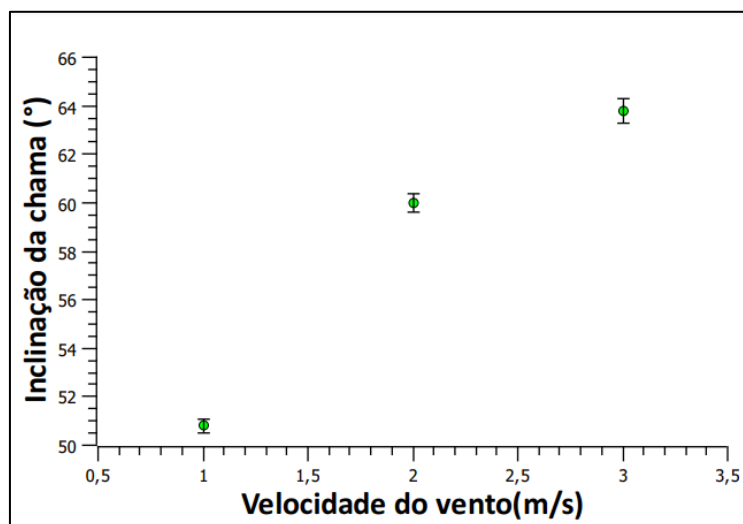


Figura 8. Gráfico da Inclinação da chama x Velocidade do vento cruzado, com as barras de desvio padrão experimental médio.

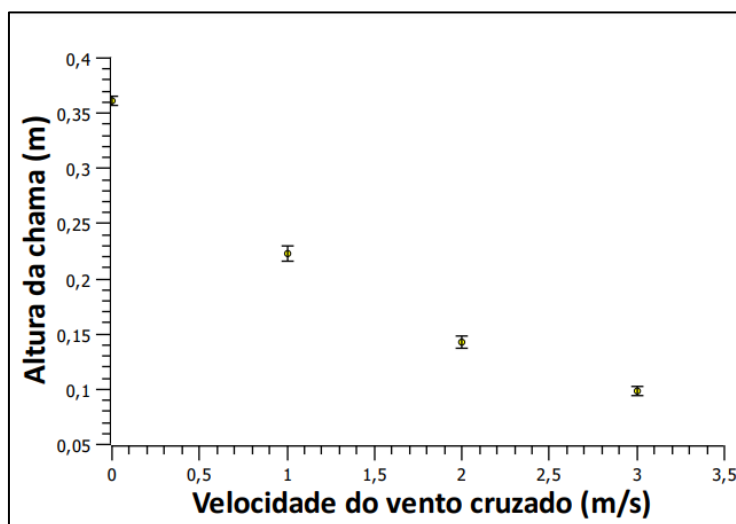


Figura 9. Gráfico da Altura da chama x Velocidade do vento cruzado, com as barras de desvio padrão experimental médio.

5. CONCLUSÃO

A análise de incêndios controlados, sob a ação de ventos artificiais se mostra importante pois é possível entender o comportamento da chama nessas situações adversas. A chama da piscina de etanol, neste estudo, demonstrou um comportamento em que o comprimento e a altura da chama diminuíram com o aumento do vento cruzado gerado pelo túnel de vento e o ângulo de inclinação aumentou com o aumento do vento. Ao fazer as comparações com as correlações obtidas por estudos anteriores encontrados na literatura, pôde-se perceber que o comportamento da piscina de etanol se assemelha com muitos dos outros tipos de piscinas e combustíveis utilizadas nessas correlações, porém mantendo as suas características.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro da CNPq e Capes.

7. REFERÊNCIAS

- Ferrero, *et al.*, "Effects of thin-layer boilover on flame geometry and dynamics in large hydrocarbon pool fires". *Fuel Processing Technology*, 88, pp. 227-235, 2007.
- GUM - Guia para a expressão de Incerteza de medição. Primeira edição Brasileira da 1 do BIPM de 2008. Rio de Janeiro. 2008.
- Hu, L., *et al.*, "A new mathematical quantification of wind-blown flame tilt angle of hydrocarbon pool fires with a new global correlation model". *Fuel*, Vol. 106, pp. 730-736, 2013
- Ji, J. *et al.*, Wang, K., & Cao, Y. "An experimental study on flame geometry in wind-blown pool fires and a new dimensionless parameter". *Case Studies in Thermal Engineering*, 2022.
- Moorhouse, J.S. "Scaling criteria for pool fires derived from large scale experiments". In *The Institution of Chemical Engineers Symposium Series No. 71*, pp. 165–179, 1982.
- Mudan, K.S. "Thermal radiation hazards from hydrocarbon pool fires". *Progress in Energy and Combustion Science*, 10, pp. 59-80, 1984.
- Muñoz, M. *et al.*, "Analysis of the geometric and radiative characteristics of hydrocarbon pool-fires". *Combustion and Flame*, 139, pp. 263-277, 2004.
- Raj, P., & Atallah, S. "Radiation from LNG Fires". LNG Safety Program, Interim Report on Phase II Work, Project IS-3-1, American Gas Association, Batelle Columbus Laboratories, 1974.
- Salvagni, R.G. *et al.*, "Burning rate, flame geometry and temperature of convection-controlled circular diesel oil pool fire under air crossflow conditions". *Journal of Hazardous Materials*, Vol 368, pp. 560-568, 2019.
- Tang, F. *et al.*, "Experimental study and global correlation on burning rates and flame tilt characteristics of acetone pool fires under cross air flow". *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 87, pp. 369-375, 2015.
- Thomas, P.H. *et al.*, "On the size and orientation of buoyant diffusion flames and the effect of wind". *Fire Safety Science*, 516, 1963.

8. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

STUDY OF THE FLAME GEOMETRY OF A SQUARE ETHANOL POOL UNDER CROSSWIND CONDITIONS

Lucas Alberto de Oliveira Teixeira, lucas.alberto@ufrgs.br¹

Kelly Ruoso, kellyruoso@gmail.com²

Felipe Roman Centeno, frcenteno@ufrgs.br³

¹ Undergraduate program in Mechanical Engineering at the Federal University of Rio Grande do Sul, Rua Sarmento Leite, n. 425, 90050-170 Porto Alegre, RS, Brazil

² Master's program in Mechanical Engineering at the Federal University of Rio Grande do Sul, Rua Sarmento Leite, n. 425, 90050-170 Porto Alegre, RS, Brazil

³ Departamento Department of Mechanical Engineering at the Federal University of Rio Grande do Sul, Rua Sarmento Leite, n. 425, 90050-170 Porto Alegre, RS, Brazil

Abstract. *There are many risks when dealing with flammable liquids. In industries that have tank parks with storage of flammable fuels, the risk of leaks and fires is very high. For this reason, an experimental study was carried out to evaluate under what conditions there is the spread of fire between tanks, whether the proximity of these tanks, radiation, among others, is responsible for the spread of fire. This article will present the study of the geometry of the flame of a square pool of dimensions (200mm x 200mm), in which it will be filled with ethanol, and under the effect of cross winds that vary in speed (0m/s – 3m/s). For the execution of the experiment mentioned above, the two pools were positioned at the exit of a wind tunnel, the first pool is connected to a fuel system that makes the ethanol level constant even when burning, and the second pool only has ethanol at the same level as pool 1, but without a fuel system. The experiment consists of lighting pool 1 intentionally and observing how long it takes for pool 2 (pool positioned around pool 1) to ignite, varying the wind speed and the distances between these two pools. For the analysis of the geometry of the flame, a camera was positioned next to pool 1. In this way, elements such as the height, length and tilt angle of the flame were recorded through the frames of the footage.*

Keywords: flame geometry, fire spread, flame height, flame length, tilt angle.