



CARACTERIZAÇÃO DE GOTAS SECUNDÁRIAS E MASSA PERDIDA DURANTE O IMPACTO DE GOTAS SOBRE PAREDES AQUECIDAS

Mariana Laviera Bezerra

Álvaro Felipe Campos Araya

João Marcelo Maris da Silva Filho

Arthur Vieira da Silva Oliveira

EESC – USP

Mariana_bezerra@usp.br

Objetivos

Sprays são amplamente utilizados na indústria [1-4], e o estudo do impacto de gotas únicas é essencial para entender sua dinâmica. Apesar de avanços nos estudos de regimes de impacto sobre superfícies aquecidas, ainda são necessárias análises mais detalhadas, especialmente sobre a fragmentação da gota e a atomização térmica, além da observação de alguns parâmetros como a adesão à superfície, a formação de gotas secundárias, a transferência de calor e a perda de massa. Assim, este trabalho busca contribuir com investigações voltadas à caracterização de gotas secundárias para a realização de um balanço de massa do sistema, etapa essencial para, posteriormente, concluir um balanço de energia do fenômeno. Nesse contexto, o presente estudo realizou investigações experimentais com o objetivo de explorar diferentes regimes de impacto de gotas d'água únicas sobre uma safira aquecida, com atenção especial à geração de gotas secundárias e à estimativa da perda de massa durante o processo.

Métodos e Procedimentos

O experimento consistiu no impacto de gotas de água destilada sobre uma superfície de safira, com visualização via técnica de *Shadowgraph*. Mantendo o número de Weber constante em 110 e variando a temperatura da superfície (125 °C a 400 °C), utilizou-se a técnica de PTV com o módulo *ParticleMaster* para analisar o tamanho, a velocidade e a dinâmica de fragmentação das gotas secundárias em diferentes condições térmicas. O arranjo experimental conta com uma placa de safira aquecida por cartuchos de 500 W. As gotas foram geradas por uma seringa com agulha 28G, e imagens de alta velocidade foram capturadas pela técnica de *Shadowgraph*, usando uma câmera *Photron NOVA S6* a 2500 fps, com resolução de 17,18 µm por pixel. Para cada condição testada, o diâmetro da gota foi mantido constante em $(3,05 \pm 0,05)$ mm, assim como a velocidade de impacto – $(2,1 \pm 0,1)$ m/s.

Resultados

Este estudo destaca como a temperatura da superfície influencia o impacto de gotas. A 125 °C, ocorre apenas um rebote parcial sem formação de gotas secundárias. A 200 °C, pequenas gotas são ejetadas, mas a gota principal se deposita. A 300 °C, há quebra da gota em fragmentos maiores e menores. Já a 400 °C, ocorre atomização térmica, formando um spray ascendente. Os histogramas obtidos mostram que as gotas secundárias variam de 40 a 200 µm, exceto a 125 °C, onde apenas uma gota foi formada. As velocidades radiais mais comuns estão entre 0 e 2 m/s, com frequência decrescente acima desse valor. Esse padrão se repete nas temperaturas de 200, 300 e 400 °C, exceto na menor, em que o rebote é mais lento comparado à atomização térmica e ao *breakup*.

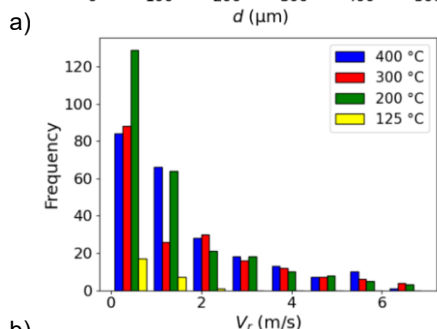
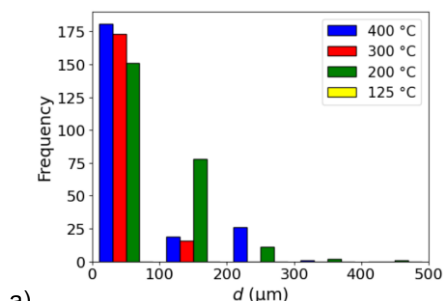


Figura 1: Histogramas das características das gotas secundárias: a) diâmetro; b) velocidade radial.

Conclusões

Neste trabalho, foram realizados experimentos de impacto de gotas de água sobre uma superfície de safira aquecida a diferentes temperaturas (125, 200, 300 e 400 °C), com número de Weber constante (110) e análise via PTV. Os resultados mostraram diferentes regimes de impacto, desde o simples depósito da gota até a formação de gotas secundárias por *breakup* e atomização térmica, que se intensificam com o aumento da temperatura. As gotas secundárias apresentaram diâmetros de até 40 µm e velocidades predominantes entre 0 e 2 m/s. Os dados obtidos permitem realizar um balanço de massa, etapa essencial para futuros balanços de energia do sistema.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pelo financiamento do projeto Jovem Pesquisador (2021/01897-0) e da bolsa (2024/08409-0).

Referências

- [1] Labergue, A., "Comparative study of the cooling of a hot temperature surface using sprays and liquid jets", Volume 81, February 2015, Pages 889-900.
- [2] Liang, G., Mudawar, I., "Review of drop impact on heated walls," Int. J. Heat Mass Transf., vol. 106, pp. 103–126, 2017.
- [3] Liang, G., Mudawar, I., "Review of spray cooling – Part 1: Single-phase and nucleate boiling regimes, and critical heat flux," Int J Heat Mass Transf, vol. 115, pp. 1174–1205, 2017.
- [4] Liang, G., Mudawar, I., "Review of spray cooling – Part 2: High temperature boiling regimes and quenching applications," Int J Heat Mass Transf, vol. 115, pp. 1206–1222, 2017.