

Combinatorial fluid flow analysis: a case study in banana cannon atomizers**Análise combinatória de escoamento de fluido: estudo de caso em atomizadores tipo canhão bananeiro**

Article Info:

Article history: Received 2021-06-21 / Accepted 2021-07-26 / Available online 2021-07-26

doi: 10.18540/jcecvl7iss3pp12701-01-11e

Cassiano Rodrigues MouraORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0800-700X>

Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: cassianocrm@hotmail.com**Joel Stryhalski**ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5810-2083>

Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: joel@ifsc.edu.br**Valério Paholski**ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3192-384X>

Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: valeriop@weg.net**Resumo**

Para o cultivo de banana utilizam-se alguns agentes químicos para combater determinadas pragas, uma destas é a *Sigatoka*, causada pelo fungo *Mycosphaerella Musicola*. Ela ataca as folhas das bananeiras, diminuindo drasticamente a produtividade da fruta. Para eliminação desta praga, realiza-se pulverizações de agentes químicos, a quantidade destas variam de acordo com diversos fatores. Para realizar a pulverização utiliza-se o atomizador de ar, tipo canhão bananeiro, objeto de estudo deste trabalho. Este atomizador possui uma turbina radial, que impulsiona ar para um direcionador giratório de 4 a 6m de altura, para fazer o lançamento dos agentes químicos necessários no bananal. Existem diferentes combinações disponíveis de turbinas e ventiladores para este equipamento e o objetivo deste trabalho é avaliar através de análises computacionais combinatórias, as diferentes combinações indicando o melhor conjunto, para aprimorar a trajetória e temperatura de saída do fluido melhorando a eficiência da pulverização, aumentando a produtividade com menor número de pulverizações e consequentemente reduzindo o impacto ao meio ambiente. O trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa exploratória em campo, também conhecida como “pesquisa de base”. Nos resultados pode-se observar que dentre as condições analisadas de trajetória, temperatura e pressão, que o melhor conjunto de turbina e ventilador, que oferece os melhores resultados é a turbina com saída de ar central e ventilador de pás retas, com diferença de temperatura de 1,7°C menor, para as temperaturas coletadas em campo e 0,36°C menor, para as temperaturas das análises computacionais.

Palavras-chave: Análise combinatória. Escoamento de fluido. Atomizadores de ar. Canhão bananeiro.

Abstract

For banana cultivation, some chemical agents are used to combat certain pests, one of which is *Sigatoka*, caused by the fungus *Mycosphaerella Musicola*. It attacks the leaves of banana trees, drastically reducing the fruit's productivity. To eliminate this pest, sprays of chemical agents are carried out, the amount of which varies according to several factors. To carry out the spraying, an air atomizer, banana cannon type, which is the object of study of this work, is used. This atomizer has a radial turbine, which drives air to a rotating head 4 to 6m high, to release the necessary chemical agents into the banana plantation. There are different combinations of turbines and fans available for this equipment and the objective of this work is to evaluate, through combinatorial

computational analysis, the different combinations indicating the best set, to improve the trajectory, velocity and exit temperature of the fluid, improving the spraying efficiency, increasing productivity with fewer sprays and consequently reducing the impact on the environment. The work was developed through exploratory field research, also known as “baseline research”. In the results, it can be observed that among the analyzed conditions of trajectory, temperature and pressure, that the best turbine and fan set, which offers the best results is the turbine with central air outlet and straight blade fan, with temperature difference of 1.7°C lower, for temperatures collected in the field and 0.36°C lower, for temperatures of computational analyses.

Keywords: Combinatorial analysis. Fluid flow. Air atomizers. Banana cannon.

1. Introdução

A potencialidade e o crescimento da bananicultura podem aumentar o crescimento social e econômica da região onde está inserida, esta atividade agrícola pode ser de extrema importância para a comunidade, principalmente para a agricultura familiar (SOUZA, 2019). A região Norte de Santa Catarina é uma das maiores produtoras de banana do Brasil, sendo a maior de Santa Catarina. Em 2018 a região teve a confirmação da Indicação Geográfica (IG), concedida oficialmente pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), como Banana mais doce do Brasil. Conforme Dias (2019) a Banana é a primeira fruta tropical a receber uma IG de Denominação de Origem no Brasil. O IG é uma certificação para identificar a origem de um determinado produto, isso, quando a qualidade ou característica se devam a seu local de origem.

Para manter a qualidade dos frutos os produtores precisam estar atentos as pragas e infestações que ocorrem nos bananais. As plantações de bananas são periodicamente infectadas pela doença conhecida como *Sigatoka*, causada pelo fungo *Mycosphaerella Musicola*, conforme pode-se observar na Figura 1.

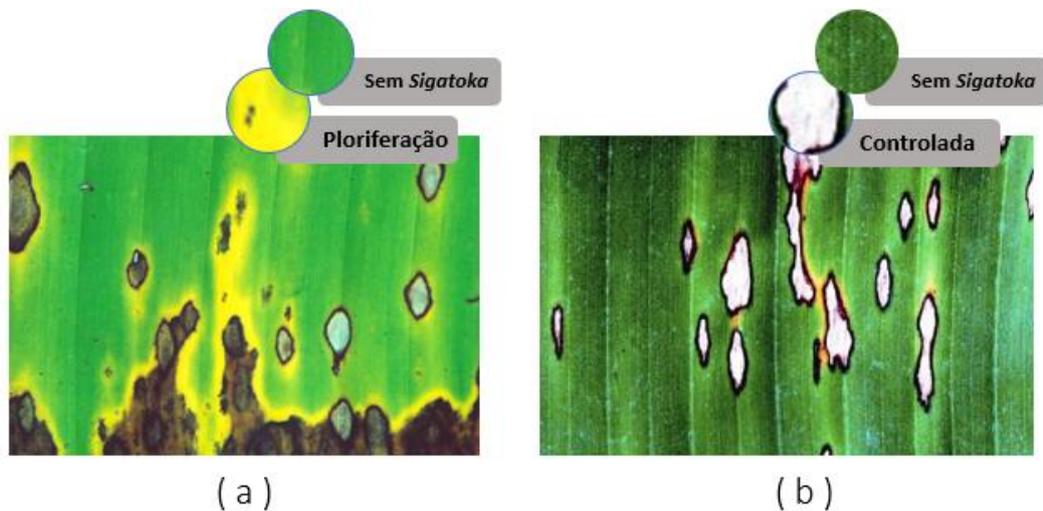


Figura 1 - Folha de bananeira infectada pelo fungo, *Mycosphaerella musicola* causador da *Sigatoka* Amarela. (a) – *Sigatoka* Amarela, em estágio de ploriferação. (b) - *Sigatoka* Amarela, com os fungos já extintos, depois do controle com pulverizações e agrotóxicos.

Fonte: Adaptado de Cordeiro (2002)

Conforme a Epagri (2018) estima-se que 40% dos problemas com a produtividade da banana estejam anualmente associados a esta praga. O fungo responsável por esta doença encontra-se disseminado em todas as regiões produtoras de banana do Brasil e do mundo, provocando consideráveis prejuízos na produção dos frutos (QUIRINO, 2011).

Para a eliminação desta praga os produtores realizam a aplicação ou pulverização de agentes

químicos utilizando um equipamento conhecido como “Canhão bananeiro”, este se trata de um atomizador de ar, dispostos com turbinas de saída de ar lateral ou central, estes pode-se ser observados na Figura 2. A eficácia de uma máquina pulverizadora é avaliada, pela distribuição de partículas do agente pulverizado por cm^2 sobre as plantas, considerando ainda a área que o canhão consegue pulverizar estando no mesmo local. Ou seja, quanto maior a distribuição e quanto maior a área de pulverização maior é sua eficácia.



Figura 2 - Tipos de turbinas de canhão bananeiro. (a) Turbina com saída de ar lateral. (b) Turbina com saída de ar central.

Fonte: Adaptado de Agmetal 2018 e Montana (2016).

Segundo Baesso et al. (2009) equipamentos com assistência de ar descendente têm sido utilizados para aumentar a penetração dos agentes químicos pulverizados, no interior da cultura pulverizada (bananal) para reduzir a deriva da pulverização, que se trata da parcela dos agentes químicos que não atingem o alvo ou área alvo, devido a dispersão ocorrida no ambiente (MILLER, 1993).

Conforme Epagri (2018), a temperatura é um grande problema para os agricultores. À medida que a temperatura aumenta a proporção de bananeiras afetadas também aumenta exponencialmente, exigindo maior eficácia ou quantidade de pulverizações. Para Fox et al. (2014), a densidade relativa da maioria dos líquidos é função da temperatura. Ou seja, a densidade do líquido decresce com o aumento da temperatura. A trajetória é o caminho traçado por uma partícula fluída em movimento e é formada pelo movimento do fluido, dentro da turbina. Enquanto o ventilador é responsável pela movimentação do fluido, a carcaça e o tubo de elevação são responsáveis em direcioná-lo para a saída.

Os ventiladores utilizados nestes canhões são ventiladores radiais dos mais variados tipos (FOX *et al.*, 2014). Estes ventiladores são assim denominados, devido à posição de descarga do fluido (ALEX, 2010). Ou seja, a saída do fluido ocorre radialmente ao eixo de rotor do ventilador.

Diante disso o objetivo desta pesquisa é desenvolver um projeto de simulação computacional, baseado em análise combinatória. Para isso será realizada uma verificação gráfica de temperatura e linhas de trajetória, do fluido, com seis combinações diferentes de ventiladores e carcaças.

2. Metodologia

Para a análise computacional foram definidas algumas variáveis, como características do fluido, temperatura de entrada e saída. Algumas destas variáveis foram obtidas em campo: como dimensões aproximadas da turbina, tipos e dimensões de ventiladores, temperaturas e velocidades de entrada e saídas de ar, dentre algumas outras informações dos proprietários referentes aos equipamentos. Foram considerados o tipo de escoamento como laminar e turbulento, para as demais condições físicas do fluido (ar) como a densidade, transferência de calor e umidade relativa, foram consideradas as condições padrões da ferramenta de análises *FlowSimulation*® de acordo com as variáveis a seguir:

- Tipo de análise – Rotação;
- Tipo de fluido - Ar (Com determinações padrões deste tipo de gás, com fluxo laminar e turbulento considerando uma possível turbulência padrão de 2%);
- Pressão inicial do gás 101325 Pa com temperatura de 20,5 °C;
- Influência da umidade com definições também padrões do *software* (50%).

A coleta dos dados de temperatura para realização das análises computacionais foi desenvolvida em campo em equipamentos similares. Foram realizadas em atomizadores de ar bananeiro, tipo canhão, com turbina formada por um ventilador radial de pás retas e saída de ar central e outro com saída de ar tipo lateral.

Para medir a temperatura de entrada e saída foram utilizadas duas ferramentas diferentes. Sendo um termômetro digital e um anemômetro. Esta medição foi realizada em dois atomizadores de ar diferentes, sendo dois com turbina e saída de ar central e um com turbina e saída de ar tipo lateral ou caracol como também é conhecido. Para cada um dos dois tipos de canhões, foram realizadas amostras com medições em três ângulos diferentes (0° - 120° e 240°) para cada uma delas, tanto na entrada quanto na saída.

Para as medições coletadas com termômetro digital foi utilizado um termômetro com escala de 0°C a +50°C, marca *Multilaser*®, modelo HC070. O valor de temperatura de entrada e saída de ar utilizado para as análises computacionais, foi obtido com as médias aritméticas com desvio padrão dos valores de temperatura coletadas em campo, para cada tipo de turbina. As médias para o segundo equipamento foram obtidas com o mesmo princípio de cálculo.

3. Análise e discussão dos resultados

As montagens para a análise combinatória foram construídas com o software *SolidWorks*®, desconsiderando detalhes de montagem não pertinentes a avaliação, afim de evitar sobrecarga do processador para cálculo de malhas, que definem a precisão da análise computacional. Foram considerados 3 tipos diferentes de ventiladores com dois tipos diferentes de carcaças ou invólucros.

Assim tem-se 6 tipos de combinações e conseqüentemente 6 tipos diferentes de análises computacionais, estes são apresentados na Figura 3 onde se representam as opções com carcaças e saída de ar central; e na Figura 4 onde se observam as possibilidades com carcaças e saída de ar lateral, ou tipo caracol.

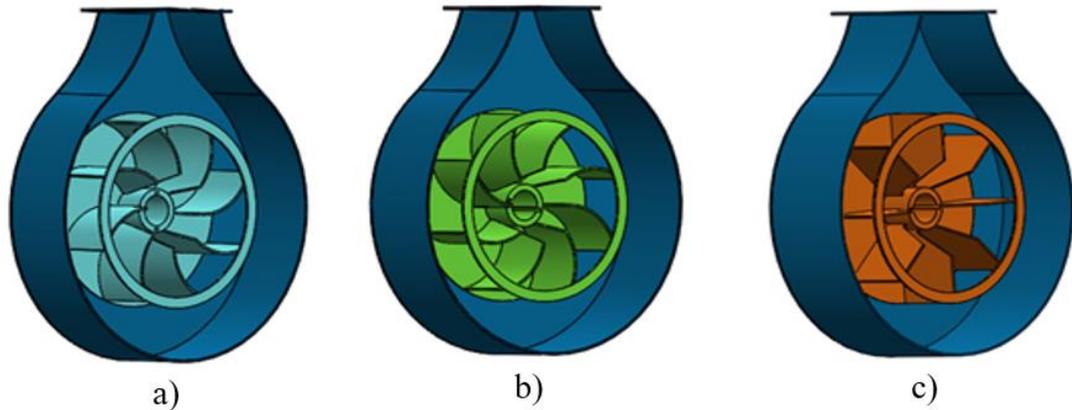


Figura 3 - Ventiladores Utilizados para a análise combinatória com carcaça e saída de ar central. (a) – Ventilador radial de pá helicoidal (Esquerda). (b) - Ventilador radial de pá helicoidal (Direita). (c) - Ventilador radial de pá reta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

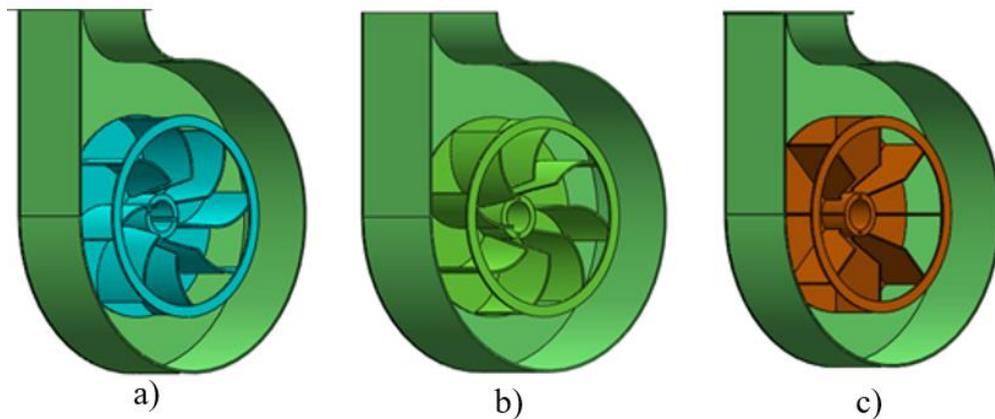


Figura 4 - Ventiladores Utilizados para a análise combinatória com carcaça e saída de ar lateral. (a) – Ventilador radial de pá helicoidal (Esquerda). (b) - Ventilador radial de pá helicoidal (Direita). (c) - Ventilador radial de pá reta.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A Figura 5 apresenta um comparativo de temperaturas do ar ($^{\circ}\text{C}$) da entrada para a saída dos atomizadores de ar com saída lateral e saída de ar central, medidas em campo. Pode-se verificar que a variação de temperatura no atomizador de ar com saída de ar central é menor, o que é desejável e pode melhorar a eficiência do pulverizador. Mesmo com o acréscimo na temperatura de entrada, a temperatura de saída permaneceu, igualada a temperatura de saída do atomizador com saída de ar lateral.

A média da variação de temperatura para saída de ar central foi de $8,9^{\circ}\text{C}$ enquanto a média de variação para saída de ar lateral foi de $10,6^{\circ}\text{C}$ o que gerou uma diferença de $1,7^{\circ}\text{C}$, entre os dois modelos analisados em campo, ambos com ventilador de pás retas, embora uma turbina seja com saída de ar central e outra lateral, evidenciando novamente a melhor performance na turbina com saída de ar central.

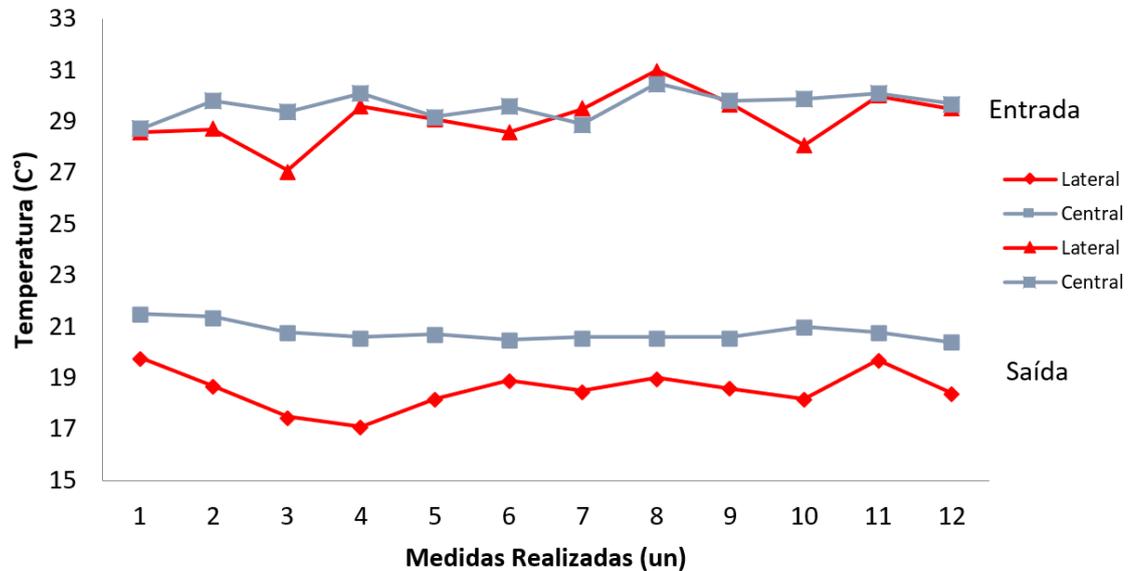


Figura 5 - Comparativo de variação de temperaturas entre a entrada e saída do ar nos atomizadores.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

3.1. Avaliação computacional – temperatura do fluido

Quanto as análises no acréscimo de temperaturas nos modelos computacionais, é importante ressaltar que está sendo levado em consideração apenas a diferença de temperatura, resultante da condição de pressão, dentro do modelo computacional. Em todo os casos foram utilizadas as mesmas condições físicas do fluido. É importante ressaltar que as análises computacionais realizadas nesta pesquisa, não consideram fatores como aquecimento do mancal e a influência de componentes inseridos após a turbina. As Figura 6 apresenta um compilado das análises realizadas computacionalmente a fim de verificar a diferença de temperatura, entre entrada e saída de cada modelo de turbina com saída de ar lateral.

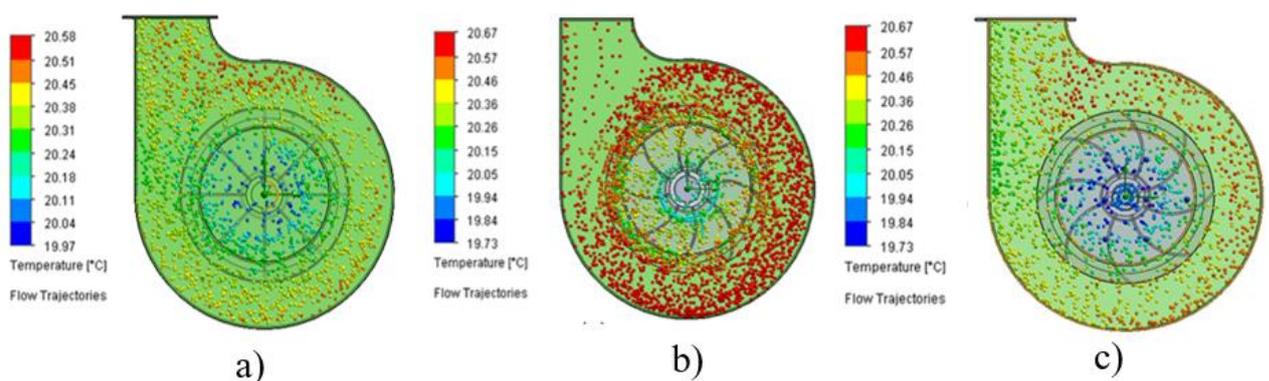


Figura 6 - Análise computacional de temperatura do fluido em turbinas com saída de ar lateral (a) pás retas; (b) pás helicoidais a direita; (c) pás helicoidais a esquerda.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Para a avaliação das turbinas com saída de ar lateral e ventilador de pás retas (Figura 6-a), pode-se verificar a dispersão das partículas, com pontos locais com aumento de temperatura. A diferença de temperatura, entre entrada e saída deste modelo foi de $0,43^{\circ}\text{C}$.

Na avaliação da turbina com saída de ar lateral e ventilador de pás helicoidais curvadas para a direita (Figura 6-b), pode-se verificar um acúmulo de partículas e aumento da temperatura

alocadas em todo o volume analisado. A diferença de temperatura, entre entrada e saída deste modelo foi de $0,62^{\circ}\text{C}$.

Para a turbina com saída de ar lateral e ventilador de pás helicoidais curvadas para a esquerda (Figura 6-c), pode-se verificar a dispersão das partículas, porém com áreas maiores com aquecimento do fluido. Para este modelo a diferença de temperatura, entre entrada e saída deste modelo foi de $0,37^{\circ}\text{C}$.

Foram realizadas as mesmas análises considerando os mesmos parâmetros físicos do fluido, em turbinas com saída de ar central, conforme pode-se observar na Figura 7.

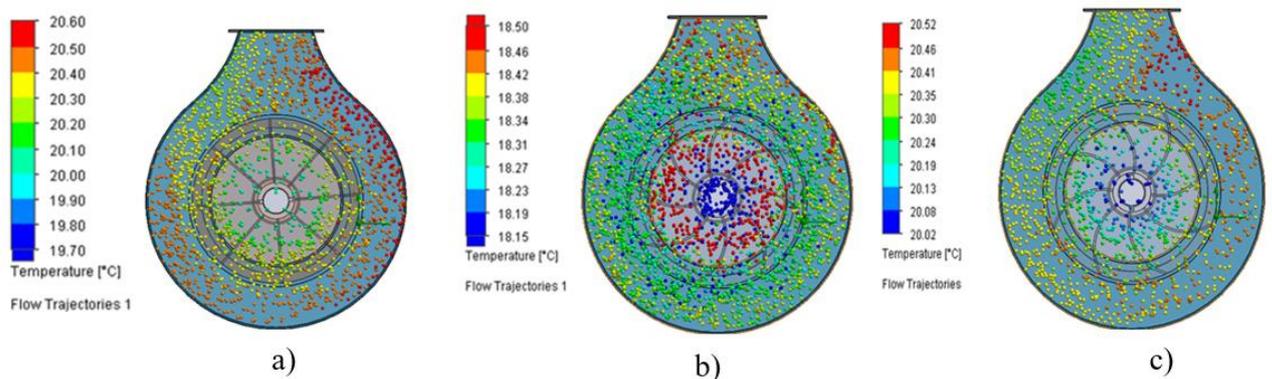


Figura 7 - Análise computacional de temperatura do fluido em turbinas com saída de ar central (a) pás retas; (b) pás helicoidais a direita; (c) pás helicoidais a esquerda.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na análise do acréscimo de temperatura no modelo de turbina com saída de ar central e ventilador de pás retas (Figura 7-a), há uma dispersão homogênea do fluido, com áreas específicas com aumento de temperatura. Para este modelo a diferença de temperatura entre entrada e saída de ar foi de $0,40^{\circ}\text{C}$.

Para o modelo de turbina com saída de ar central e ventilador de pás helicoidais curvadas para a direita (Figura 7-b), há uma dispersão homogênea do fluido, com áreas isoladas com aumento de temperatura. Para este modelo a diferença de temperatura entre entrada e saída de ar foi de $0,45^{\circ}\text{C}$.

Já para o modelo de turbina com saída de ar central e ventilador de pás helicoidais curvadas para a esquerda (Figura 7-c), há um acúmulo do fluido, com áreas específicas com aumento de temperatura. Porém, para esta análise, é observado áreas com acúmulo de trajetórias com de baixas temperaturas e altas temperaturas muito próximas. Para este modelo a diferença de temperatura entre entrada e saída de ar foi de $0,36^{\circ}\text{C}$.

Na Figura 8 observa-se um comparativo da diferença de temperatura de entrada e saída de todos os modelos analisados. Nesta pode-se verificar uma melhora nos canhões com turbina de ar central. Principalmente no ventilador com pás curvadas a esquerda seguida do ventilador com pás retas, ambos para turbina com saída de ar central.

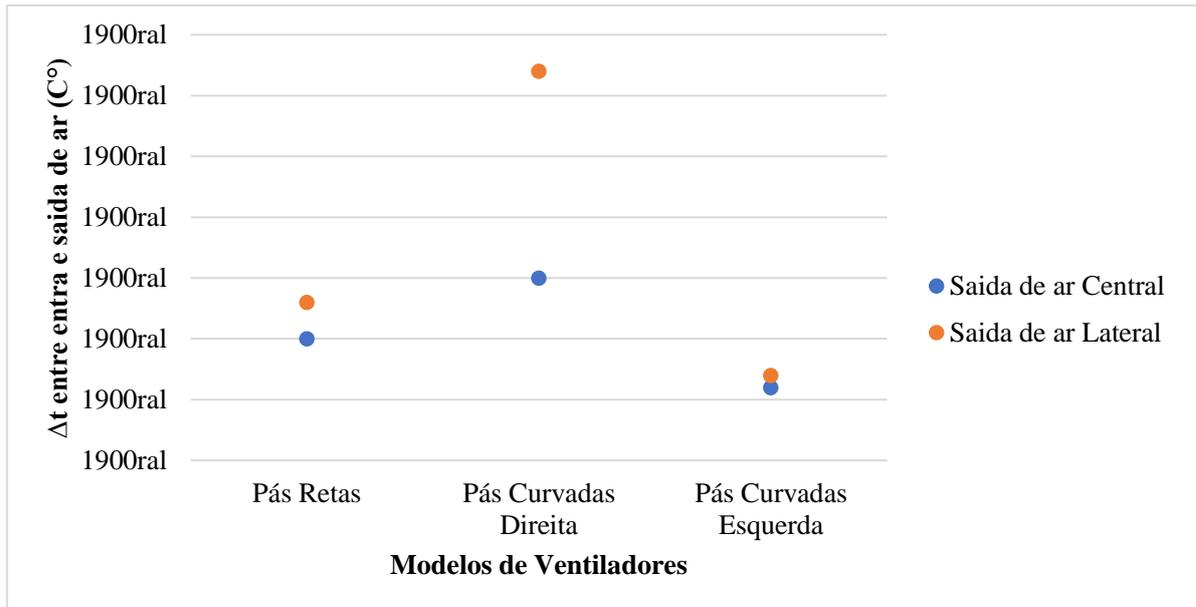


Figura 8 - Comparativo de Δt (C°) de entrada e saída de temperaturas do ar de entrada e saída de ar, nos modelos computacionais analisados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

3.2 Avaliação computacional – trajetórias do fluido

Foram avaliadas as condições de trajetórias do fluido dentre os 6 modelos analisados. A ausência de turbulência na trajetória do fluido, é indispensável para alcançar distâncias maiores nas pulverizações. O jato de ar, pode ser direcionado e a trajetória do fluido influencia na distância alcançada. Conforme Suzuki (2018) todo e qualquer tipo de atrito ou resistência a passagem do fluido, oferece perda de carga para o fluido. Perda de carga (pressão) pode ser definida como sendo a perda de energia que o fluido sofre durante o escoamento em uma tubulação.

Durante um escoamento turbulento, as partículas do fluido se misturam rapidamente, enquanto fluem por uma trajetória ao longo do conjunto, devido as diferentes velocidades no campo tridimensional de velocidades, trazendo perdas de carga ao fluido. A perda de carga, ou potência, do fluido, está relacionada diretamente ao índice de atrito, imposto ao fluido. Assim, quanto maior o índice de atrito, maior será a perda de carga.

Pode-se dizer que quanto menor a distância percorrida pelo fluido dentro do conjunto, menor será a influência sofrida pelo fluido, devido ao índice de atrito. A troca térmica, a influência do atrito e a trajetória do fluido, são condições que serão menos afetadas, quando as partículas do fluido obtiverem a menor trajetória dentro do conjunto.

A Figura 9 evidencia as trajetórias do fluido dentre os modelos de turbina com saída de ar lateral.

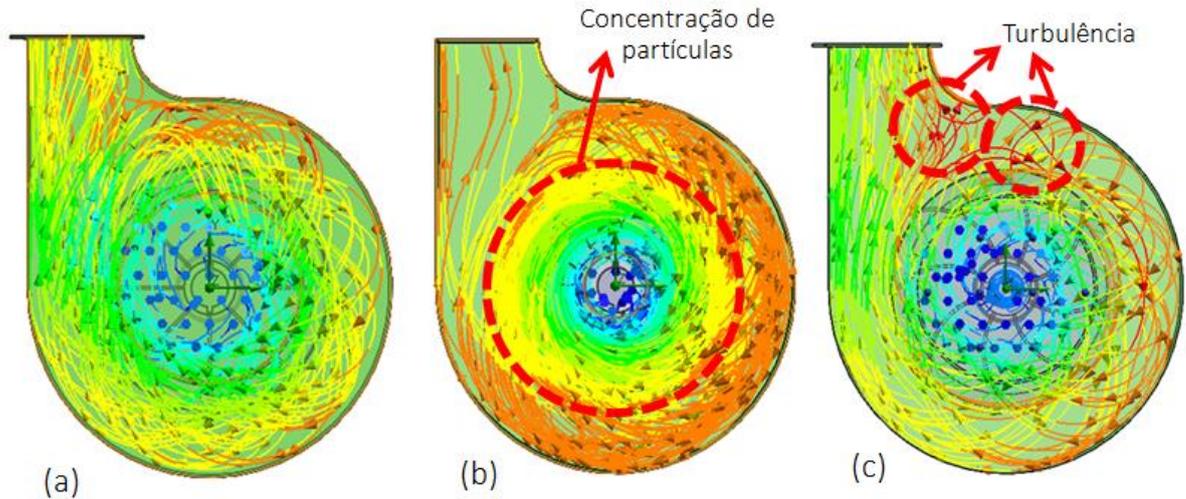


Figura 9 - Trajetória do fluido - modelo de turbina com saída de ar lateral. (a) pás retas, (b) pás helicoidais curvadas a direita, (c) pás helicoidais curvadas a esquerda.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na Figura 9-a pode-se verificar uma homogeneidade das trajetórias, sendo que a concentração segue a menor trajetória da entrada, para a saída. Desta maneira, o fluido, não sofre muita influência do meio e segue o fluxo de partículas dentro do conjunto. Já na Figura 9 (b), observa-se completamente o contrário, onde, a concentração de partículas, localiza-se na entrada seguindo o sentido de rotação do rotor. Dificultando a saída das partículas, e fazendo com que o fluido sofra mais influência do conjunto. Para o modelo de turbina com saída de ar lateral e ventilador com pás helicoidais a esquerda, Figura 9 (c), há uma pequena quantidade de trajetórias com turbulência dentro do conjunto, embora com menor quantidade de fluido, dentro do mesmo intervalo de tempo, a maior concentração de trajetórias segue o fluxo da entrada para a saída.

A Figura 10 apresenta as mesmas análises, porém para modelos de turbina com saída de ar central.

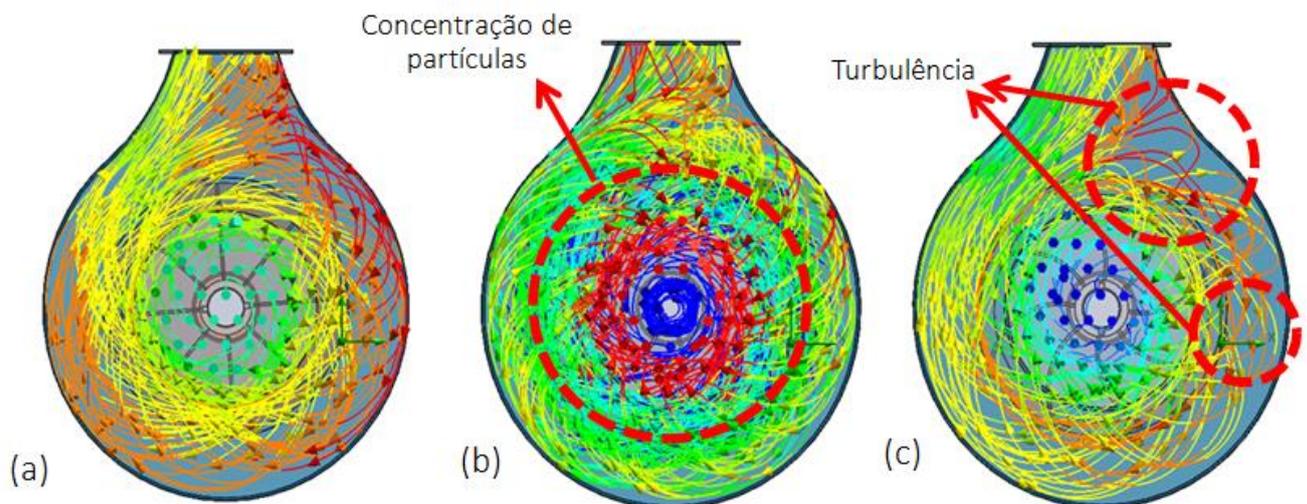


Figura 10 - Trajetória do fluido - modelo de turbina com saída de ar central. (a) pás retas, (b) pás helicoidais curvadas a direita, (c) pás helicoidais curvadas a esquerda.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Embora as trajetórias sejam similares aos mesmos conjuntos com saída de ar lateral, tem-se algumas considerações a serem mencionadas. Para o conjunto utilizando ventilador de pás retas, Figura 10 (a), pode-se verificar uma homogeneidade das trajetórias, sendo que a concentração segue a menor trajetória da entrada, para a saída. Desta maneira, o fluido, não sofre muita influência do meio e segue o fluxo de partículas dentro do conjunto. É evidente que o espaço entre o raio externo do ventilador e a carcaça, pode ser diminuído, uniformizando a trajetória do fluido.

Na Figura 10 (b), assim como no mesmo conjunto de ventilador e turbina com saída de ar lateral, a concentração de partículas segue localizada na entrada seguindo o sentido de rotação do rotor.

Para o modelo de turbina com ventilador com pás a esquerda Figura 10 (c), há trajetórias com turbulência dentro do conjunto, prejudicando as trajetórias das demais partículas dentro do conjunto. Embora a maior concentração de trajetórias, ainda segue da entrada para a saída.

4. Considerações finais

É importante ressaltar que as condições de troca de calor entre os componentes montados da turbina não foram consideradas durante a análise dinâmica via *software*, isso pode explicar a diferença entre as temperaturas coletadas em campo ($\pm \Delta t 10^\circ\text{C}$) e as temperaturas das simulações computacionais ($\leq \Delta t 1^\circ\text{C}$).

A temperatura influencia diretamente na deriva do fluido, quanto maior a temperatura, maior a deriva. Assim define-se como adequado, valores com menores diferenças de temperatura entre entrada e saída de ar. Pode-se verificar através da representação gráfica de comparação de temperaturas ($^\circ\text{C}$) de entrada e saída de ar, entre atomizador de ar com saída de ar lateral e saída de ar central, nas medidas em campo, que turbinas com saída de ar central e ventiladores de pás retas obtêm uma variação de temperatura de entrada e saída de ar, de $1,7^\circ\text{C}$ menor que os com turbinas e saída de ar lateral.

Para os modelos computacionais o acréscimo de temperatura, apenas leva em consideração as condições físicas do fluido, não sendo possível uma análise dinâmica, como por exemplo o efeito transferência de calor do acoplamento e demais partes mecânicas. Isso devido às limitações do *software*. Considerando apenas a elevação de temperatura do fluido, pelas condições do meio, o melhor conjunto com menor temperatura, é obtido pelo ventilador com pás curvadas a esquerda, com turbina com saída de ar central, com Δt de $0,36^\circ\text{C}$ entre entrada e saída de ar. A diferença do Δt entre turbinas com saída de ar central e ventiladores de pás retas e ventiladores com pás curvadas para a esquerda é de apenas $0,04^\circ\text{C}$.

Conforme Suzuki (2018) quanto maior o índice de atrito maior é perda de carga para o fluido. Os altos índices de atrito, ou resistência a passagem do fluido, também influenciam na velocidade e na trajetória do fluido. É considerado como eficaz, um fluxo em que o fluido entre no conjunto e tome a menor trajetória para a saída, sofrendo menor influência do meio. Ainda deve ser considerada a turbulência do fluido, quanto menor a turbulência na saída, melhor para aplicação. A turbulência é decorrente da trajetória e da velocidade das partículas e o índice de atrito imposto ao fluido durante o caminho percorrido dentro do conjunto. Assim analisando os modelos computacionais avaliados a melhor trajetória é definida pela turbina com saída de ar lateral e turbina com saída de ar central ambos com ventilador de pás retas.

Referências

- Agmetal (2018). *Produtos*. Brasil Disponível em: <<http://www.agmetal.com.br/produtos-pulverizador-folear-ag-p650-x-turbo-alongado-9>>. Acesso em: 12 abril. 2020.
- Alex, N (2010). *Teoria Geral das Turbomáquinas*. Brasil: UNIP. Disponível em:<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfZbwAH/teoria-geral-das-turbomaquinas>>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- Baesso, M. M., Magno Junior, R. G., Teixeira, M. M., Rodrigues Junior, F. A., & Ruas, R. A. A. (2009). Avaliação da uniformidade de distribuição volumétrica de bicos hidráulicos em pulverizador com assistência de ar. *Revista Engenharia Na Agricultura - Reveng*, 17(2). <https://doi.org/10.13083/reveng.v17i2.119>
- Cordeiro, Z.J.M (2002). *Folha sob Ataque*, Brasil, Disponível em:<https://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/hf13_folha.pdf>. Acesso em: 02 setembro. 2017.
- Dias, G. (2019). *A banana mais doce do Brasil*. Brasil, Disponível em:<<http://revista.epagri.sc.gov.br/index.php/2019/01/23/a-banana-mais-doce-do-brasil>>. Acesso em: 20 maio. 2019.
- EPAGRI (2018). *Banana. Recomendações técnicas para o cultivo no litoral de Santa Catarina*. Brasil, 2017. Disponível em: <publicacoes.epagri.sc.gov.br/index.php/SP/article/download/432/326>. Acesso em: 13 junho.
- Fox, et al, (2014). *Introdução a Mecânica dos Fluidos*. Brasil, 8 Edição.
- Suzuki, Ronaldo Takeshi (2018). *Perda de Carga: Variáveis hidráulicas*, Brasil, Disponível em:<<https://www.suzuki.arq.br/unidadeweb/aula3/aula3.html>>. Acesso em: 01 de agosto. 2020.
- Miller, P.C.H (1993). *Spray drift and its measurement*. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. Application technology for crop protection. CAB International. p.101-122.
- Montana (2016). **Canhão Montana 600L**. Brasil, Disponível em: <<http://www.comill.com.br/CANHAO-MONTANA-600L/prod-1549401>>. Acesso em: 12 abril. 2019.
- Quirino, Z. B. R. (2011), *Resposta a Sigatoka amarela e desenvolvimento vegetativo de genótipos de bananeiras nos tabuleiros costeiros -1º ciclo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, SE, Brasil.
- Sousa, k. A.; Lucas, M. R.; Souza, D. O.; Costa, B. B (2019). A produção da banana e seus impactos socioeconômicos no desenvolvimento da microrregião de Araguaína-TO. *Revista Observatório*, 5(5), 314-350. doi: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2019v5n5p314>