

## Avaliação da pressão e velocidade de fluidos: um estudo de caso sobre atomizadores e ar tipo canhão bananeiro

### RESUMO

Com as novas perspectivas, vinculada a preservação do meio ambiente, os produtores precisam inovar suas técnicas de manejo na lavoura para produzir mais com melhor qualidade, reduzindo os insumos visando sempre minimizar os impactos gerados ao meio ambiente. Para o cultivo de banana utilizam-se alguns agentes químicos para combater determinadas pragas que afetam a lavoura, uma destas é a *Sigatoka*, causada por fungos que atacam as folhas das bananeiras diminuindo drasticamente sua produtividade. Para eliminação desta praga, realizam-se pulverizações de agentes químicos com auxílio de um equipamento conhecido como atomizador de ar, um destes é o canhão bananeiro. Este atomizador possui uma turbina radial, que impulsiona ar para um direcionador giratório de 4 m a 6 m de altura, este realiza a dispersão dos agentes químicos necessários ao bananal. Diante disso este trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto de simulação para avaliar a pressão e velocidade de fluidos em atomizadores de ar, a fim de apresentar as melhores configurações para se otimizar o dispositivo, indicando o melhor conjunto, para aprimorar a trajetória da dispersão, aprimorando a eficiência da pulverização, aumentando a produtividade com menor número de pulverizações e conseqüentemente reduzindo o impacto ao meio ambiente. Nos resultados pode-se observar através dos modelos computacionais que as melhores combinações de velocidade e pressão de fluido se encontram no modelo de turbina com saída de ar central utilizando ventiladores de pás retas, onde a trajetória de fluidos possui maior velocidade de entrada e saída dentro da normalidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bananicultura. Análise de fluidos. Sigatoka. Simulação

**Cassiano Rodrigues Moura**

[Caassiano.moura@ifsc.edu.br](mailto:Caassiano.moura@ifsc.edu.br)

[orcid.org/0000-0002-0800-700X](https://orcid.org/0000-0002-0800-700X)

Instituto Federal de Santa Catarina  
(IFSC), Jaraguá do Sul, SC, Brasil.

**Joel Stryhalski**

[joel@ifsc.edu.br](mailto:joel@ifsc.edu.br)

[orcid.org/0000-0001-5810-2083](https://orcid.org/0000-0001-5810-2083)

Instituto Federal de Santa Catarina  
(IFSC), Jaraguá do Sul, SC, Brasil.

**Valério Paholski**

[valerio@weg.net](mailto:valerio@weg.net)

[orcid.org/0000-0002-3192-384X](https://orcid.org/0000-0002-3192-384X)

Instituto Federal de Santa Catarina  
(IFSC), Jaraguá do Sul, SC, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A bananicultura é uma importante fonte de renda em diversas regiões do mundo, sendo que no Brasil ela ocupa a quarta posição do ranking dos países produtores (MARTINS et al., 2010). Na região do vale do Itapocu -SC, estima-se que entre os pequenos e grandes produtores, existam cerca de 16.000.000 bananeiras, dentre as quais 9.000.000, estão concentrados na cidade de Corupá, norte do estado, também conhecida como capital Catarinense da banana, onde está é a principal renda na região (LORENA; LIMA e AREAS, 2018).

Nessas atividades agrícolas se faz necessário a utilização de agentes químicos, com a finalidade de minimizar perdas, bem como aumentar a qualidade e produtividade no cultivo de banana. Com o passar do tempo e o aumento visível do número de bananicultores, as pragas se desenvolveram nesses plantios se tornando mais resistentes, causando assim maiores problemas para os produtores. Estas plantações são periodicamente infectadas pela doença conhecida como *Sigatoka*, causada pelo fungo *Mycosphaerella Musicola*, este encontra-se disseminado em todas as regiões produtoras de banana do Brasil provocando consideráveis prejuízos na produção dos frutos, onde as perdas podem chegar a 100% da produção (QUIRINO, 2011; MARTINS et al., 2007). Estima-se que 40% dos problemas vinculados a produtividade da banana estejam associados a esta doença (EPAGRI, 2019).

Para a eliminação destas pragas os produtores realizam a aplicação de agentes químicos utilizando diversas máquinas. Entre os principais equipamentos e processos utilizados para a pulverização, a literatura mostra que o “atomizador costal” pode alcançar 23% de eficácia no combate as pragas, porém é um processo lento realizado manualmente, já o “canhão de ar bananeiro” pode chegar a 13%. Em alguns casos se faz uso de aviões para realizar este processo de pulverização, onde a eficácia de combate as pragas podem chegar a 6%, porém está prática não vem sendo utilizada devido aos problemas gerados ao meio ambiente, uma vez que a agressão é mais severa envolvendo principalmente a poluição de afluentes, alinhados também a baixa eficácia na aplicação (EPAGRI,2017).

A eficácia de uma máquina pulverizadora é avaliada através da distribuição de partículas do agente pulverizado por cm<sup>2</sup> sobre as plantas, considerando ainda a área que o canhão atinge ao pulverizar estando no mesmo local (BAESSO et al.,

2009). Dentre estes equipamentos o mais utilizado para pulverizações em regiões montanhosas é tipo canhão de ar bananeiro, um dos mais comuns e encontrados nestes locais.

De acordo com Epagri (2018), a temperatura é um grande problema para os agricultores. À medida que a temperatura aumenta a proporção de bananeiras afetadas cresce exponencialmente, exigindo maior eficácia ou quantidade de pulverizações. Essas pulverizações geralmente ocorrem durante a noite, onde a temperatura é amena, isso porque em temperaturas elevadas a pulverização pode gerar outros problemas, como a queima das plantas devido ao sol.

Geralmente, durante o dia a velocidade dos ventos é maior que durante as noites. Essa velocidade interfere diretamente na pulverização, pois, à deriva das partículas será maior, uma vez que a densidade relativa da maioria dos líquidos é função da temperatura (FOX et al., 2014). De acordo com Fox *et al.* (2014), a trajetória do fluido é o caminho traçado por uma partícula em movimento, que é formada pelo movimento dentro de uma turbina, onde o ventilador é responsável pela movimentação deste fluido, bem como o tubo de elevação é responsável por direcioná-lo à saída. Estas variáveis, juntamente com as combinações de velocidade e pressão podem afetar diretamente as características do processo de pulverização, o que evidencia a necessidade do estudo deste trabalho.

Diante do exposto esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um projeto de simulação computacional para avaliar a pressão e velocidade de fluidos em atomizadores de ar do tipo canhão bananeiro, a fim de apresentar as melhores configurações para se otimizar o dispositivo e com isso aumentar a sua produtividade.

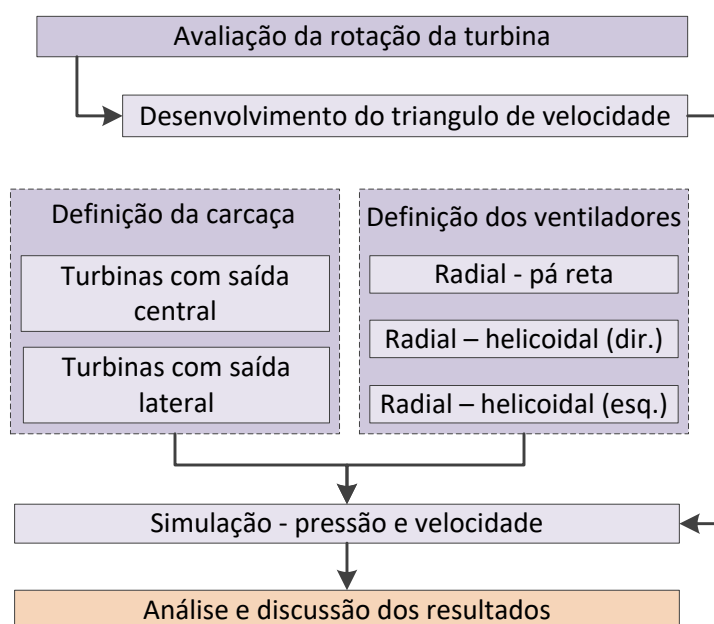
## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foi adotado o método de pesquisa de estudo de caso. Este tipo de pesquisa é visto como o delineamento mais adequado para averiguação de um acontecimento contemporâneo dentro do seu contexto real (GIL, 2009; p.54). O estudo de caso é qualificado pela intensa avaliação dos fatos investigados, o que gera um amplo espectro de informações sobre a realidade dos fenômenos

pesquisados, sendo está uma estratégia de pesquisa que estabelece vantagens quando comparada a outras alternativas (YIN, 2001).

O fluxo metodológico para a realização desta pesquisa pode ser observado na Figura 1, está representa o delineamento e a sequência lógica do desenvolvimento adotado.

Figura 1 – Fluxo metodológico adotado neste trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Pode-se observar que inicialmente é realizada a avaliação da rotação da turbina, esta etapa foi desenvolvida em campo juntamente com os produtores em equipamentos similares, através da verificação da velocidade do ar gerada pelo processo. Estas foram realizadas em atomizadores de ar do tipo canhão bananeiro, com as seguintes características:

- Turbina formada por ventilador radial de pás retas e saída de ar central;
- Turbina formada por ventilador radial de pás retas e saída de ar lateral.

As velocidades do ar foram medidas com auxílio de um anemômetro na entrada e saída dos atomizadores, as informações referentes ao instrumento utilizado são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Detalhamento técnico do anemômetro

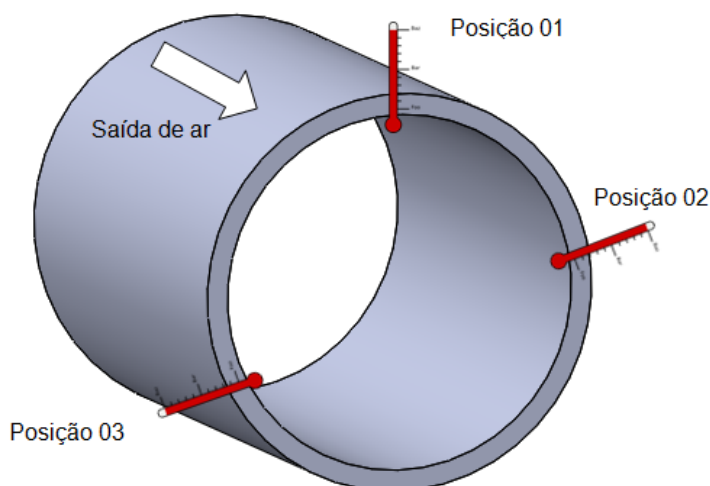
Velocidade do ar			
Unidade	Faixa de medição	Resolução	Tolerância
m/s	0–30	0,1	± 5%

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

É importante destacar que neste processo de medição, pode haver variações de acordo com a distância de medição e turbulência que ocorre na entrada e saída do fluido.

As medições de velocidade do fluido foram realizadas, na entrada e saída de ar nos mesmos pontos a uma distância em 5 cm do equipamento (Figura 2). Os valores obtidos foram calculados através de médias aritméticas e desvio padrão dos valores para cada tipo de turbina.

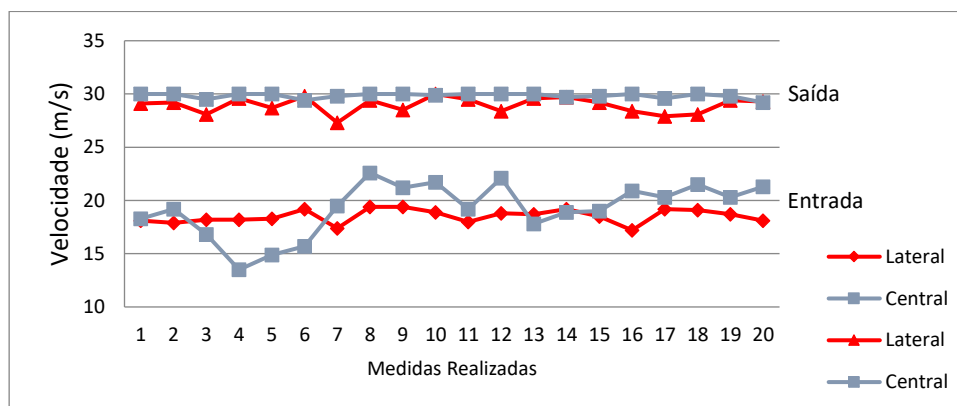
Figura 2 - Representação do procedimento e localização do processo de medição das temperaturas em campo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O Gráfico 1 apresenta comparativo das velocidades do ar (m/s) de entrada e saída, entre os atomizadores de ar com saída de ar lateral e saída de ar central. Neste pode-se verificar a representação gráfica das 20 medições de velocidade entre os dois modelos analisados em campo.

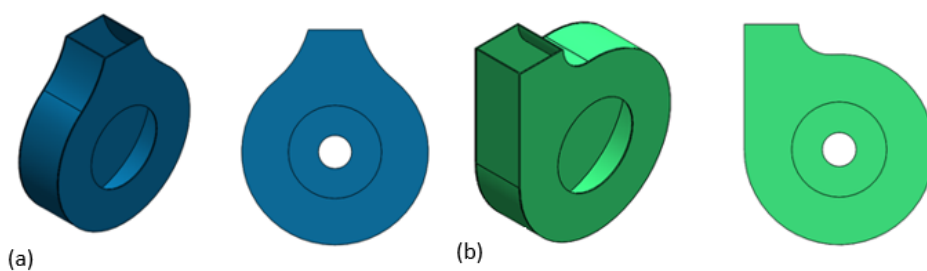
Gráfico 1 - Comparativo das velocidades do ar (m/s) de entrada e saída, entre atomizador de ar com saída de ar lateral e saída de ar central (ventilador de pá reta)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para a realização da análise computacional, foram definidos dois diferentes modelos de carcaça para atomizadores de ar do tipo canhão bananeiro, conforme pode-se observar na Figura 3. Esta apresenta uma vista isométrica (à esquerda) e outra frontal (à direita) para cada modelo, sendo um deles com saída de ar central (ver Fig. 3-a) e outro com saída de ar lateral (ver Fig. 3-b), que também é conhecida como saída de ar tipo caracol.

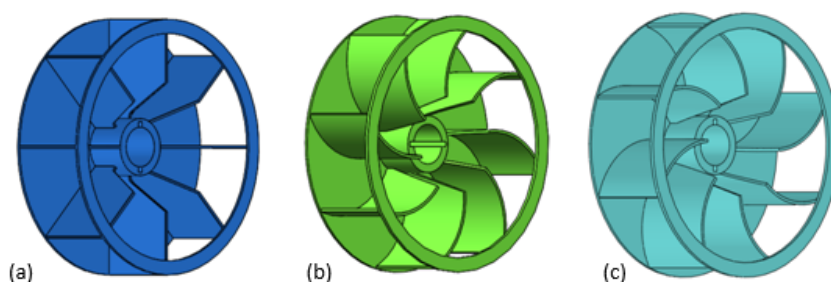
Figura 3 - Definição das carcaças. (a) Carcaça com saída de ar central. (b) Carcaça com saída de ar lateral (tipo caracol)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Posteriormente foram definidos 3 tipos de ventiladores, conforme mostra a Figura 4, onde pode-se observar o ventilador radial de pá reta (ver Fig. 4-a), bem como o ventilador radial de pá helicoidal direita (ver Fig. 4-b) e ventilador radial de pá helicoidal esquerda (ver Fig. 4-c).

Figura 4 - Ventiladores Utilizados, (a) Ventilador radial de pá reta; (b) Ventilador radial de pá helicoidal à direita; (c) Ventilador radial de pá helicoidal à esquerda



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Após definidos os modelos de carcaças (2) e ventiladores (3), estes foram tratados gerando 6 diferentes combinações para o processo de simulação. Para desenvolver as análises computacionais foi utilizada a ferramenta de análise de fluidos *FlowSimulation*, que é uma extensão ao *software SolidWorks* (2016), neste foram realizadas simulações de linhas de trajetória, pressão e velocidade do fluido. Todos os modelos também foram desenhados com a ajuda deste *software* e modelados em 3D, utilizando as dimensões coletadas em campo. Essas carcaças e ventiladores foram desenhadas separadamente, e posteriormente foi realizada a montagem via *software* para simulação.

Foram definidas algumas variáveis, como: características do fluido; temperatura de entrada; e saída. Outras informações foram verificadas em campo: dimensões da turbina; tipos e dimensões de ventiladores; temperaturas e velocidades de entrada e saídas de ar; dentre outras informações dos proprietários referentes a especificidades dos equipamentos. Para fins de análises foram considerados os tipos de escoamento como laminar e turbulento. Para as demais condições físicas do fluido (densidade, transferência de calor e umidade relativa). As condições padrões do *software* para o desenvolvimento da simulação foram:

- Tipo de análise – Rotação;

- Tipo de fluido - Ar (com fluxo laminar e turbulento);
- Pressão inicial do gás - 101.325 Pa
- Temperatura - 20,5 °C;
- Influência da umidade - 50%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### VELOCIDADE MEDIDA EM CAMPO

De acordo com os resultados podem-se verificar que a velocidade do fluido no conjunto, influência diretamente na carga do fluido, isto reflete diretamente na distância de alcance de pulverização, contribuindo diretamente na produtividade. A entrada do fluido, não influencia diretamente na pulverização, sendo assim, procuram-se velocidades maiores na saída das turbinas.

Conforme observado no Gráfico 1, a comparação de velocidades de entrada e saída ar, entre atomizador com saída de ar lateral e saída de ar central, obtém-se o melhor resultado em turbinas com saída de ar central e ventiladores de pás retas. Pode-se verificar uma uniformização dos valores medidos no atomizador com saída de ar central, diferentemente do atomizador com saída lateral, que apresenta pontos alternados de picos altos e baixos.

### AVALIAÇÃO DA ROTAÇÃO DA TURBINA

Na Tabela 2, pode-se observar as medições realizadas em campo com o anemômetro, em um atomizador de ar, tipo canhão bananeiro, com saída de ar central. A partir destas informações pode-se calcular a velocidade média do fluido na entrada ( $V_{m_e} = 18,5 \pm 2,56$  m/s) e saída ( $V_{m_s} = 29,6 \pm 0,63$  m/s).

Tabela 2 – Velocidade do ar (m/s) de entrada e saída de ar, em atomizador de ar com turbina de saída de ar central

	Medições (m/s)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Entrada C1	19,7	18,7	15,1	12,5	15,9	13,9	22,6	22,8	17,7	17,7	18,2	16,3	17,8	19,8	18,6	17,4	19,2	16,8	17,9	17,2
Saída C1	30	29,2	28,3	30	29,7	26,5	30	29,5	29,7	30	30	29,7	29,4	29,4	29,6	29,7	29,7	30	29,8	28,8
Entrada C2	18,3	19,2	16,8	13,5	14,9	15,7	19,5	22,6	21,2	21,7	19,2	22,1	17,8	18,9	19	20,9	20,3	21,5	20,3	21,3
Saída C2	30	30	29,5	30	30	29,4	29,8	30	30	29,9	30	30	30	29,7	29,8	30	29,6	30	29,8	29,2

\*C1=canhão 1; C2=canhão 2.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).



Na Tabela 3 são apresentadas as medições realizadas em campo com o anemômetro, em um atomizador de ar tipo canhão bananeiro com saída de ar lateral. A partir destas informações pode-se calcular a velocidade média na entrada ( $V_{m_e} = 18,5 \pm 0,64 \text{ m/s}$ ) e saída ( $V_{m_s} = 28,9 \pm 0,73 \text{ m/s}$ ).

Tabela 3 – Velocidade do ar (m/s) de entrada e saída de ar, em atomizador de ar com saída de ar lateral da turbina

	Medições (m/s)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Entrada C1	18,1	17,9	18,2	18,2	18,3	19,2	17,4	19,4	19,4	18,9	18	18,8	18,7	19,2	18,5	17,2	19,2	19,1	18,7	18,1
Saída C1	29,1	29,2	28,1	29,6	28,7	29,8	27,3	29,4	28,5	30	29,5	28,4	29,6	29,7	29,2	28,4	27,9	28,1	29,4	29,3

\*C1=canhão 1; C2=canhão 2.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

De acordo com os resultados destas medições pode-se observar que ambas as velocidades (para turbinas com saída central e lateral) são similares, com divergências em pequenos pontos. Diante disso optou-se por utilizar para análise computacional uma velocidade média de entrada de 18,5 m/s e de 29,5 m/s para saída.

As medições realizadas nos atomizadores em campo foram realizadas considerando as mesmas velocidades de rotação, 1500 rpm na máquina (trator), que fornece a rotação mecânica ao conjunto do atomizador de ar. A transmissão ocorre do trator para o atomizador de ar, via acoplamento direto. Já no atomizador a transmissão é realizada através de polias e correias para reduzir a rotação. A polia motora com diâmetro maior mede 200 mm de diâmetro enquanto a polia movida, mede 500 mm de diâmetro.

A divisão entre a rotação da polia motora (1500 RPM) e a rotação da polia movida (Ventilador), será igual à divisão entre o diâmetro da polia motora (200mm) e o diâmetro da polia movida (500mm). Ou seja, a rotação no ventilador será de 600 rpm, em radianos tem-se 62,83 rad/s. Este foi o valor utilizado para as simulações computacionais.

## DESENVOLVIMENTO DO TRIÂNGULO DE VELOCIDADES

Devido as diferentes formas construtivas dos ventiladores, fez-se a determinação e análise dos triângulos de velocidades, a fim de verificar as características de cada sistema. Adaptando as equações de Chapallaz, Eichenberger e Fischer (1992), a velocidade tangencial interna (U) pode ser

definida a partir do produto entre o número de rotações e o raio interno do rotor conforme pode-se observar na Equação 1:

$$u = \frac{2\pi * n_{rpm}}{60} * r_i \quad (1)$$

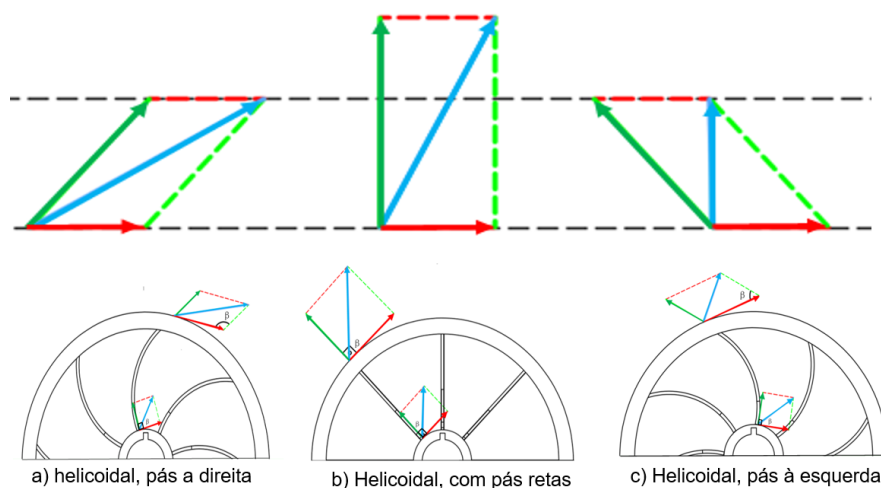
Onde:

- $n_{rpm}$  = Número de rotações em (RPM);
- $u$  = Vetor de velocidade tangencial do raio interno do rotor (m/s);
- $r_i$  – Raio interno do rotor (m) ou  $r_e$  – Raio externo do rotor (m);

De forma análoga para o cálculo da velocidade tangencial externa basta substituir o raio interno do rotor pelo raio externo ( $r_e$ ). Pode-se observar que o vetor de velocidade tangencial  $U$ , apenas considera a rotação e raios dos ventiladores, que neste caso são iguais para ambos. Assim sendo a velocidade tangencial para todos os três casos serão de 7,53m/s na entrada e 28,27 m/s na saída.

A partir do cálculo de velocidade tangencial pode-se gerar o triângulo de velocidades para os ventiladores em estudo. A Figura 5 apresenta as configurações destes triângulos. Para os ventiladores helicoidais com pás voltadas à direita (ver Fig. 5-a), o ângulo de construção das pás do ventilador  $\beta$ , é de 127°. Para os ventiladores helicoidais com pás voltadas à esquerda (ver Fig. 5-b), o ângulo de construção é o mesmo do ventilador. As características construtivas de ambos são as mesmas, com exceção da direção das pás, em que um segue para a direita e outro para a esquerda.

Figura 5 - Ventiladores Utilizados, (a) – ventilador helicoidal, com pás voltadas à direita; (b) - Ventilador de pás retas; c) ventilador helicoidal, com pás voltadas à esquerda



Posteriormente pode-se gerar o ângulo formado pela velocidade relativa e a tangencial, também conhecido como ângulo construtivo da pá ( $\beta$ ), estes serão considerados os mesmos para ambos com valor de  $53^\circ$ , o que difere é apenas a direção dos vetores.

Para o ventilador de pás retas seu comportamento de entrada e saída são iguais, isso devido ao ângulo de construção das pás, que neste caso é de  $90^\circ$  (ver Fig. 5-c). Na Figura 5 também pode-se observar uma representação comparativa dos triângulos de velocidade onde é possível evidenciar que a maior velocidade se encontra no ventilador de pás retas.

Com a definição das variáveis dos triângulos de velocidade, pode-se determinar outras grandezas como a potência absorvida e rendimento do conjunto. Porém, para fins de estudos neste projeto, serão avaliadas as velocidades representadas pelos vetores no triângulo de velocidades.

## SIMULAÇÃO – PRESSÃO E VELOCIDADE

### Análises dos modelos de turbina com saída de ar lateral

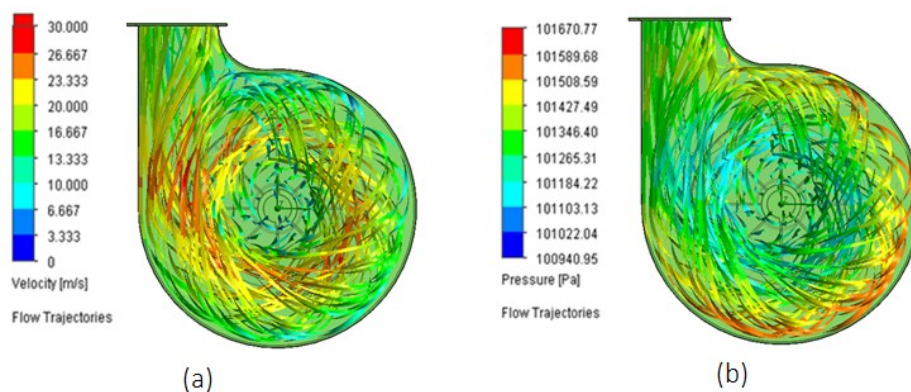
As avaliações de pressão e velocidades foram realizadas durante as análises para possíveis interpretações do aumento de temperatura em determinados locais dentro do volume analisado. Estas análises também podem ajudar em estimativas de determinadas alterações no design ou modelo das carcaças. As zonas de pressão e velocidades são dependentes uma da outra, ou seja, a pressão deve variar em consequência da velocidade.

Entende-se que para este projeto, seja determinado como eficiente, quando o fluido entra e sai do conjunto o mais rápido possível. Ou seja, as zonas de maiores velocidades devem estar na entrada do fluido, com trajetórias direcionadas a saída do fluido.

A Figura 6 evidencia as variações de velocidade e pressão em turbinas com saída de ar lateral e turbinas com pás retas, nesta pode-se verificar a dispersão do fluido por todo o conjunto, onde as zonas de pressão se encontram dentro da normalidade. Da mesma forma as zonas com maiores velocidades se encontram

dentro da trajetória esperada. Em ambas as análises (ver Fig. 6) pode-se verificar que o fluido possui uma trajetória linear da entrada para a saída do conjunto.

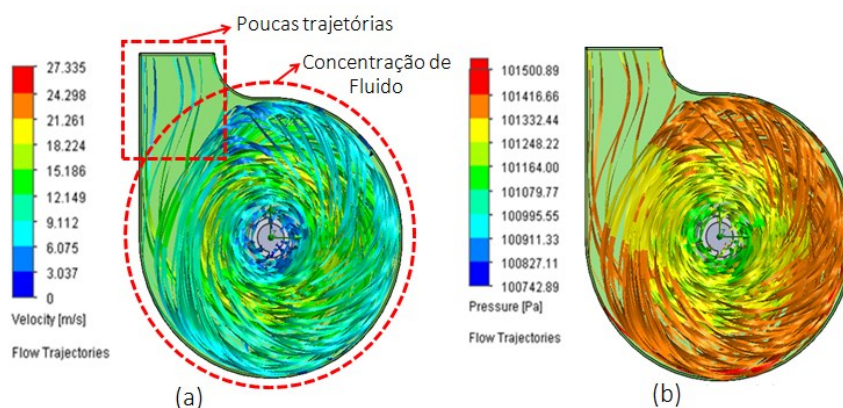
Figura 6 - Análise computacional de velocidade e pressão do fluido em turbinas com saída de ar lateral e ventilador de pás retas. (a) Velocidade (m/s), (b) Pressão (Pa)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 7 obtêm-se as análises de turbinas com saída de ar lateral e turbinas com pás helicoidais curvadas a direita. Na Figura 7-a é possível verificar uma concentração de fluido limitada em uma determinada área, também pode-se observar outra região onde existem poucas trajetórias e menor índice de concentração (saída), o que indica uma deficiência do processo. Em consequência desta trajetória ineficaz do fluido, as zonas de pressão surgem concentradas nesta região, o que se pode considerar fora dos padrões de normalidade.

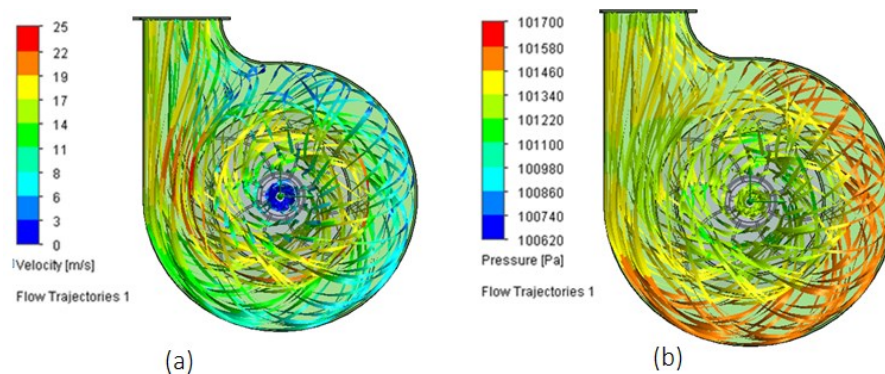
Figura 7 - Análise computacional de velocidade e pressão do fluido em turbinas com saída de ar lateral e ventilador de pás helicoidais curvadas a direita. (a) Velocidade (m/s), (b) Pressão (Pa)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura 8 são apresentadas as análises para as turbinas com saída de ar lateral e turbinas com pás helicoidais curvadas a esquerda, nesta observa-se as mesmas condições do conjunto com ventilador de pás retas (ver Fig. 6), porém, com limites inferiores de velocidade e pressão, isso pode ser comprovado nas imagens que mostram uma menor concentração dentro do sistema. Isso, deve-se ao “escorregamento” do fluido sobre a área das pás do ventilador, o que pode ser gerado devido ao formato das hélices.

Figura 8 - Análise computacional de velocidade e pressão do fluido em turbinas com saída de ar lateral e ventilador de pás helicoidais curvadas a esquerda. (a) Velocidade (m/s), (b) Pressão (Pa)

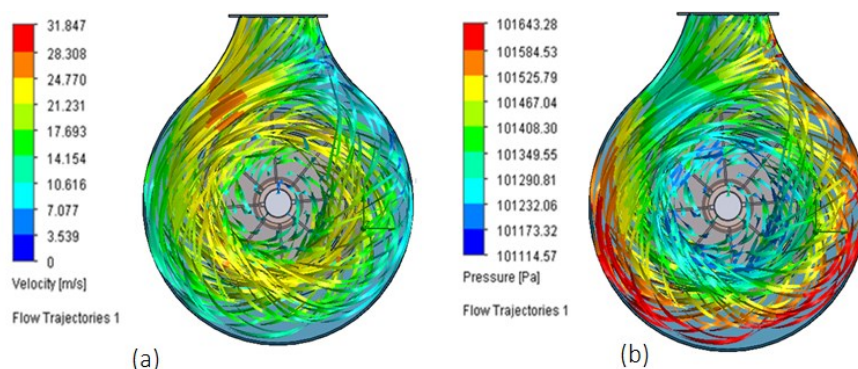


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

#### Análises dos modelos de turbina com saída de ar central

Na Figura 9 são apresentadas as informações sobre o modelo de turbina com saída de ar central com ventilador de pás retas. Pode-se observar condições similares a da turbina com saída de ar lateral com o mesmo ventilador (ver Fig. 6), porém com valores distintos de pressão e temperatura. Estas se encontram dentro da normalidade, onde, a trajetória do fluido com maior velocidade segue o sentido de entrada para saída do fluido de forma linear. A dispersão do fluido dentro do conjunto também é homogênea, como a mesma combinação para saída de ar lateral.

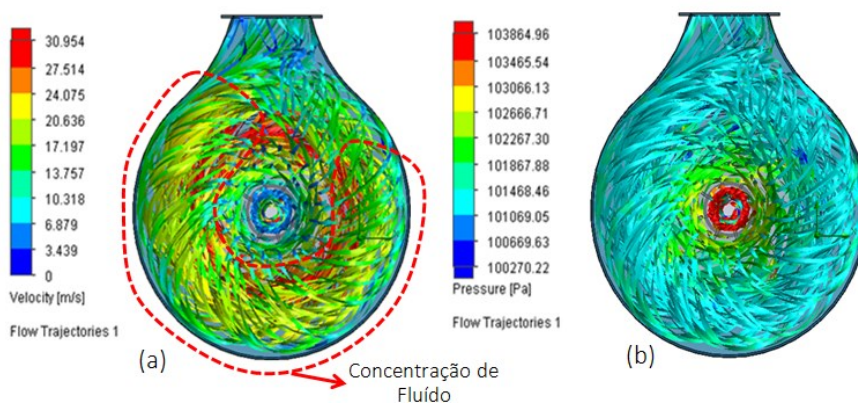
Figura 9 - Análise computacional de velocidade e pressão do fluido em turbinas com saída de ar central e ventilador de pás retas. (a) Velocidade (m/s), (b) Pressão (Pa)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Figura são apresentadas as informações sobre o modelo de turbinas com saída de ar central e com pás helicoidais curvadas a direita, está evidência a concentração do fluido dentro do conjunto em determinadas áreas, conforme indicado na figura, com isso há uma queda no valor da velocidade de saída no conjunto. Este modelo concentra o fluido, “prendendo-o”, ao ventilador. Isso influencia na temperatura que aumenta, esta ação de “prender” o fluido ao ventilador, também não é benéfica as trajetórias do fluido. Na Figura 10-b, pode-se observar as condições de pressão que se apresentam alta na zona de entrada, porém baixas no interior e na zona de saída do sistema.

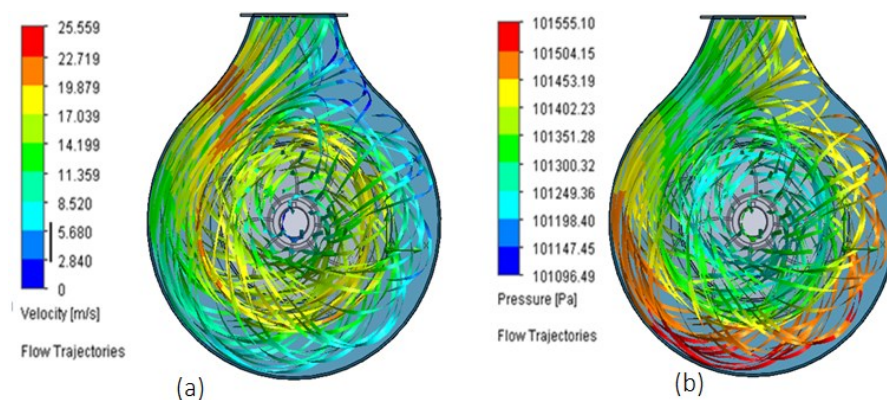
Figura 10 - Análise computacional de velocidade e pressão do fluido em turbinas com saída de ar central e ventilador de pás helicoidais curvadas a direita. (a) Velocidade (m/s), (b) Pressão (Pa)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 11, apresenta os resultados da simulação para o modelo de turbinas com saída de ar central e ventilador de pás helicoidais curvadas a esquerda. Pode-se observar um determinado escorregamento sobre as pás do ventilador, fazendo com que a velocidade do fluido baixe em algumas regiões do sistema, porém aumentando gradativamente conforme se direciona à saída. Na Figura 11-b pode-se observar as condições de pressão que possui pequenas zonas com valores elevados, porém consideradas dentro da normalidade para o sistema, mesmo se apresentando inferiores aos demais modelos analisados.

Figura 11 - Análise computacional de velocidade e pressão do fluido em turbinas com saída de ar central e ventilador de pás helicoidais curvadas a esquerda. (a) Velocidade (m/s), (b) Pressão (Pa)



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as simulações realizadas pode-se concluir que as grandezas físicas de velocidade e pressão são inversamente proporcionais, fazendo com se procure um balanceamento do conjunto em busca das melhores condições para utilização do sistema. Em condições ideais se busca um conjunto com maior velocidade, para se atingir a máxima área com a dispersão do fluido.

Assim pode-se concluir que a simulação do modelo de turbina com saída de ar central e ventiladores de pás retas se apresentou como o melhor alternativa, devida à dispersão homogênea e maior velocidade do fluido desde a entrada até a saída do sistema.

Conclui-se também que neste conjunto de turbina com saída de ar central e ventiladores de pás retas pode-se considerar que há um balanceamento entre

velocidade e pressão, o que ocasiona uma otimização da dispersão de fluido, gerando economia e aprimorando a eficiência do processo de pulverização. Assim sendo este modelo é o que apresentou as melhores condições durante as simulações e se apresenta como mais indicado para os produtores.

Com isso pode-se aumentar a produtividade devido ao menor número de pulverizações que serão necessárias, isto reflete diretamente em questões ambientais, pois a eficiência do processo minimiza os impactos gerados. É importante salientar que ainda são necessários realizar testes sobre o comportamento da pressão em conjunto com a velocidade do fluido para corroborar com os resultados desta pesquisa.

Como sugestões futuras pode-se apontar a necessidade de se realizar análises dinâmicas, possivelmente utilizando o *software Ansys*, para verificar o processo de transferência de calor das partes mecânicas com o fluido, principalmente dos mancais e demais componentes que são inseridos após a turbina, para complementação do equipamento e que podem influenciar diretamente nos valores de temperatura. Outros trabalhos como a análise de trajetória e temperaturas nas partes subsequentes do conjunto de atomizadores de ar também devem ser analisados, principalmente a “cabeça giratória”, parte superior do equipamento, responsável em lançar o fluido juntamente com o agente químico.

Sugere-se também que este modelo seja analisado em campo para verificação de variáveis pontuais, como velocidade do vento e temperatura ambiente, pois estas podem afetar diretamente o rendimento do sistema. Conforme Rodrigues (2008) é importante destacar que independentemente do tipo de processo utilizado para pulverização, deve-se estabelecer parâmetros e estes devem ser utilizados como base para a técnica utilizada, garantindo assim, a eficácia no tratamento com o mínimo efeito danoso.



## Fluid pressure and speed assessment: a case study on atomizers and banana cannon air

### ABSTRACT

With the new perspectives, linked to the preservation of the environment, producers need to innovate their management techniques in the fields to produce more with better quality, reducing inputs, always aiming to minimize the impacts generated on the environment. For the cultivation of bananas, some chemical agents are used to combat certain pests that affect crops, one of which is Sigatoka, caused by fungi that attack the leaves of banana trees, drastically reducing their productivity. To eliminate this pest, chemical agents are sprayed with the aid of equipment known as an air atomizer, one of which is the banana cannon. This atomizer has a radial turbine, which impels air to a rotating driver from 4 m to 6 m in height, which performs the dispersion of the chemical agents necessary for the banana plant. Therefore, this work aims to develop a simulation project to evaluate the pressure and speed of fluids in air atomizers, to present the best configurations to optimize the device, indicating the best set, to improve the dispersion trajectory, improving spray efficiency, increasing productivity with fewer sprays and consequently reducing the impact on the environment. In the results it can be seen through the computational models that the best combinations of speed and pressure of the fluid are found in the model of turbine with central air outlet using fans of straight blades, where the fluid trajectory has greater speed of entry and exit inside normality.

**KEYWORDS:** Banana culture. Fluid analysis. Sigatoka. Simulation.

## REFERÊNCIAS

- AGMETAL. **Produtos. Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://www.agmetal.com.br/produtos-pulverizador-folear-ag-p650-x-turbo-alongado-9>>. Acesso em: 12 abr. 2019.
- BAESSO, Murilo Mesquita et al. Avaliação da uniformidade de distribuição volumétrica de bicos hidráulicos em pulverizador com assistência de ar. **Revista engenharia na agricultura-REVENG**, v. 17, n. 2, 2009. <https://doi.org/10.13083/1414-3984.v17n02a05>
- CATTONI, Máquinas. **QuadJet Canhão Bananeiro 400**. Brasil, 2019. Disponível em: <[https://www.cattonimaquinas.com.br/quartosc1nth/RoomsListItem1\\_i7f153jz4\\_1/QuadJet-Canh%C3%A3o-Bananeiro-400-Litros](https://www.cattonimaquinas.com.br/quartosc1nth/RoomsListItem1_i7f153jz4_1/QuadJet-Canh%C3%A3o-Bananeiro-400-Litros)>. Acesso em: 15 de ago. 2019.
- CHAPALLAZ, J. M.; EICHENBERGER, P.; FISCHER, G. **Manual of pumps used as turbines**. Eschborn, 1992
- EPAGRI. **A banana mais doce do Brasil**. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2019/03/28/a-banana-mais-doce-do-brasil>>. Acesso em: 20 mai. 2019.
- EPAGRI. Banana. Recomendações técnicas para o cultivo no litoral de Santa Catarina. Brasil. **Sistemas de Produção (SP)**, 49, p. 104. 2017. Disponível em: <http://publicacoes.epagri.sc.gov.br/index.php/SP/article/view/432/326>>. Acesso em: 13 jun. 2018.
- FOX, Robert W.; PRITCHARD, Philip J.; MCDONALD, Alan T. **Introdução a Mecânica dos Fluidos**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 8 Edição. 2014.
- Gil, Antônio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**, 4 ed., p. 54, São Paulo, Atlas. 2009.
- LORENA, G. de; LIMA, F. B. C.; AREAS, P. de O. Patrimônio imaterial da Bananicultura da região de Corupá e indicação geográfica: reflexões sobre os impactos sociais do processo de denominação de origem “Banana mais doce do Brasil”. Brasil, **Anais do XVII Encontro Estadual de História da ANPUH-SC**, 2018.
- MARTINS, Adriana Novais et al. Estudo econômico de sistemas fertirrigados na cultura da bananeira (*Musa sp.*), cultivar Willians. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1072-1081, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010000400016>

MARTINS, Márcia Benedita et al. Progresso da sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*) em bananeiras após a emissão do cacho no Município de Cáceres, Mato Grosso-Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 3, p. 309-312, 2007.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-54052007000300020>

MONTANA. **Canhão Montana 600L**. Brasil, 2016. Disponível em:  
<<http://www.comill.com.br/CANHAO-MONTANA-600L/prod-1549401/>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

QUIRINO, Z. B. de R. **Resposta à sigatoka amarela e desenvolvimento vegetativo de genótipos de bananeira nos tabuleiros costeiros - 1o. Ciclo**. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação Em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe. 2011.

RODRIGUES, Gilton José et al. Características do fluxo de ar de um pulverizador hidropneumático para aplicação de agroquímicos em plantas arbustivas. **Revista engenharia na agricultura-REVENG**, v. 16, n. 2, 2008.  
<https://doi.org/10.13083/reveng.v16i2.17>

Yin, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed., Porto Alegre, Bookman. 2001.

**Recebido:** 28 fev. 2014.

**Aprovado:** 31 jul. 2015.

**Publicado:** 30 jun. 2016.

**DOI:**10.3895/rbta.v10n1.número\_do\_artigo\_na\_submissão

**Como citar:**

MOURA, C. R.; STRYHALSKI, J.; PAHOLSKI, V. Avaliação da pressão e velocidade de fluidos: um estudo de caso sobre atomizadores e ar tipo canhão bananeiro. **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 14, n.02: p.3399-3417, jul./dez. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Cassiano Rodrigues Moura

Bairro Rau, Rua dos Imigrantes, 445, Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil, CEP 89254-430,

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

