



**XXVIII CREEM**

Congresso Nacional de Estudante  
de Engenharia Mecânica

Santa Maria - RS



XXVIII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica  
09 a 13 de maio de 2022, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

## **SIMULAÇÕES NUMÉRICAS E COMPUTACIONAIS DE ESCOAMENTOS EM AMBIENTES INTERNOS PARA FINS DE OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO**

**Gustavo Gonçalves Gratão, [gustavo.gratao@discente.ufg.br](mailto:gustavo.gratao@discente.ufg.br)<sup>1</sup>  
Felipe Pamplona Mariano, [fpmariano@ufg.br](mailto:fpmariano@ufg.br)<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC), Laboratório de Engenharia Térmica e de Fluidos (LATEF) <https://latef.emc.ufg.br/>. Av. Esperança, s/n, Campus Samambaia, Al. Ingá, Prédio B5.

**Resumo.** *Devido a pandemia causada pelo vírus SARS-COV-2 intensificou-se o debate sobre a qualidade do ar interior. É cada vez mais comum encontrar ambientes com sistemas de climatização, porém, nem todos têm o cuidado necessário com a qualidade do ar intensificando a disseminação de doenças. Essa preocupação aumenta quando se trata de Estabelecimentos de Assistência à Saúde (EAS), pois a exposição e o risco de contaminação desses ambientes são potencialmente elevados. Logo, o presente artigo tem o objetivo de estudar e otimizar a renovação de ar em um consultório odontológico a fim de garantir a segurança de pacientes, e profissionais presentes nesses ambientes. Para tanto, foram utilizadas técnicas da Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) para simular duas situações relativas à ventilação em EAS, a primeira considera-se uma única entrada de ar e a segunda considera-se duas entradas de ar. Emprega-se o programa computacional OpenFoam, especificamente o algoritmo “icoFoam”. Por fim, compara-se as diferentes situações para determinar qual projeto de ventilação é mais adequado, concluindo que ambas as propostas atingem velocidades recomendadas pelas normas, entretanto, a proposta com duas entradas é mais adequada, pois minimiza a velocidade resultante, deixando o escoamento menos turbulento e evitando o espalhamento do vírus no ambiente analisado.*

**Palavras-chaves:** *Dinâmica dos Fluidos Computacional. OpenFoam. Ventilação. Qualidade do Ar. COVID-19.*

**Abstract.** *Due to the pandemic caused by the SARS-COV-2 virus, the debate about indoor air quality has intensified. It is increasingly common to find environments with air conditioning systems, however, not everyone takes the necessary care with air quality, intensifying the spread of diseases. This concern increases when it comes to Health Care Establishments (EAS), as the exposure and risk of contamination of these environments are potentially high. Therefore, this article aims to study and optimize the air renewal in a dental office to ensure the safety of patients and professionals present in these environments. Therefore, Computational Fluid Dynamics (CFD) techniques were used to simulate two situations related to ventilation in EAS, the first is considered a single air inlet and the second is two air inlets. The OpenFoam computer program is used, specifically the “icoFoam” algorithm. Finally, the different situations are compared to determine which ventilation design is more suitable, concluding that both proposals reach speeds recommended by the standards, however, the proposal with two entrances is more adequate, as it minimizes the resulting speed, leaving the flow less turbulent and preventing the spread of the virus in the analyzed environment.*

**Keywords:** *Computational Fluid Dynamics. OpenFoam. Ventilation. Air Renewal. Air Quality.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Em dezembro de 2019 foi registrado, na China, o primeiro caso de COVID-19 provocado pelo novo coronavírus – Sars-Cov-2. Um ano após, o mundo já acumulava aproximadamente 84 milhões de novos casos em todo o mundo e atualmente, 2022, o acumulado é de aproximadamente 384 milhões de contaminados e 5,6 milhões de óbitos. (GOOGLE NOTÍCIAS, 2022). E foi a partir dessa rápida disseminação da Covid-19 a pergunta que ficou foi de como o vírus se espalhou tão rápido? Essa rápida disseminação foi devido ao fato do vírus Sars-Cov-2 e suas variantes se espalharem pelo ar (EPA, 2021 e MODELLI, 2022).

Diante disso, uma discussão que já vinha sendo debatida, acabou ganhando mais força, que é a qualidade do ar que se respira em um ambiente fechado. Além disso, é muito comum encontrar ambientes climatizados com sistemas de condicionamento de ar em ambientes fechados. Porém, quando o ambiente é fechado reduz ou impede-se a renovação de ar no mesmo e os sistemas comuns de climatização de ar não possuem capacidade suficiente para filtrar completamente

o ar. Essa falta de renovação de ar causa, nos ocupantes do ambiente, a sensação de que mesmo climatizado, está abafado, pois o ar dentro dele, já se tornou impróprio para a respiração ("ar viciado").

O presente artigo tem como objetivo estudar o sistema de ventilação de um consultório da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás. Visando adequá-lo às normas vigentes de Ventilação de Estabelecimentos de Assistência à Saúde (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021). Além disso, utilizando técnicas da Dinâmica dos Fluidos Computacional – CFD, também é analisado o movimento de recirculação do ar no ambiente, a fim de otimizar o sistema de ventilação e renovação de ar.

## 2. METODOLOGIA

Para simular e estudar o comportamento do escoamento do ar de insuflamento no ambiente em questão utiliza-se o programa computacional, gratuito e com código fonte aberto, OpenFOAM, o qual utiliza o método dos volumes finitos de segunda ordem para discretização espacial das equações que modelam a dinâmica dos fluidos (OPENFOAM, 2021).

No presente trabalho, utilizou-se o algoritmo denominado "icoFoam", o qual é proposto para resolver as equações de Navier-Stokes (Eq. 1 a 3) e da Continuidade (Eq. 4) tridimensionais, de forma transiente, com propriedades físicas (massa específica e viscosidade cinemática) constantes:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

onde  $u$ ,  $v$  e  $w$ , em [m/s], são respectivamente, as componentes de velocidade nas direções  $x$ ,  $y$  e  $z$  em [m];  $p$  é pressão em [Pa];  $t$  é o tempo em [s];  $\rho$  é a massa específica do fluido em [kg/(m<sup>3</sup>)] e  $\nu$  é a viscosidade cinemática do fluido em [m<sup>2</sup>/s].

Para determinação da viscosidade foi definido o número de Reynolds, de acordo com a Eq. 5:

$$Re = \frac{U_s L}{\nu} \quad (5)$$

onde  $U_s$  é a velocidade de saída do jato de ar da tubulação de insuflamento em [m/s], a princípio, considerada uniforme em toda a área transversal de saída da tubulação e  $L$ , em [m], é um dos lados da área de seção transversal da tubulação de saída, desenhada de forma quadrada.

A partir da Eq. 5, impõem-se o número de Reynolds (Re) e determina-se a viscosidade cinemática do fluido. Além disso, a massa específica do fluido,  $\rho$ , é definida como unitária, ou seja,  $\rho = 1,0 \text{ kg}/(\text{m}^3)$

### 2.1. GERAÇÃO DA MALHA

Para realizar o estudo utilizando o OpenFOAM é necessário, primeiramente, definir o volume de controle e discretizá-lo com a construção de uma malha de volumes finitos. No OpenFOAM a construção da malha é feita a partir de blocos, onde cada bloco pode receber uma condição de contorno específica e diferente dos demais. Na Figura 1 pode ser visto um exemplo da divisão do domínio de cálculo em blocos.

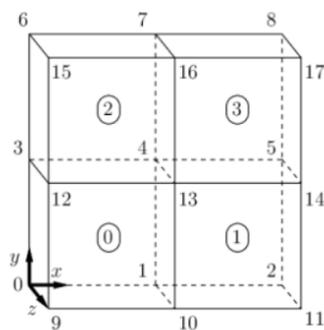


Figura 1. Exemplo da estruturação da malha (OpenFOAM, 2022)

Para determinar as dimensões e disposições de cada bloco no domínio de cálculo deve-se identificar os vértices de cada bloco e colocá-los de forma sequencial no arquivo *blockMesh* dentro da pasta *system* do OpenFOAM (OPENFOAM, 2021). No exemplo apresentado na Figura 1, é possível entender que a malha é composta por 4 blocos diferentes, contabilizando um total de 18 vértices.

Após a junção e construção dos blocos, o próximo passo é discretizar cada bloco, gerando uma malha de volumes finitos, pois é sobre o centro de cada volume finito que o OpenFOAM calcula e resolve as equações 1 a 4. Quanto maior for o refinamento da malha e, conseqüentemente, menor os volumes, mais a simulação se aproxima do escoamento real. Porém, é importante lembrar que, o gasto computacional, tanto de tempo de processamento, quanto uso de memória RAM, aumenta.

O domínio de cálculo é feito com as dimensões, aproximadas do consultório em análise da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, ou seja, 3,5 m x 2,5 m x 2,5 m (Comprimento x Profundidade x Altura), vide Figura 2. Com isso, dividi-se o domínio em blocos de 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m, somando um total de 175 blocos e 336 vértices. Por fim, cada bloco é subdividido com diferentes quantidades de volumes finitos, como é apresentado na seção de resultados, para a análise de refinamento de malha.

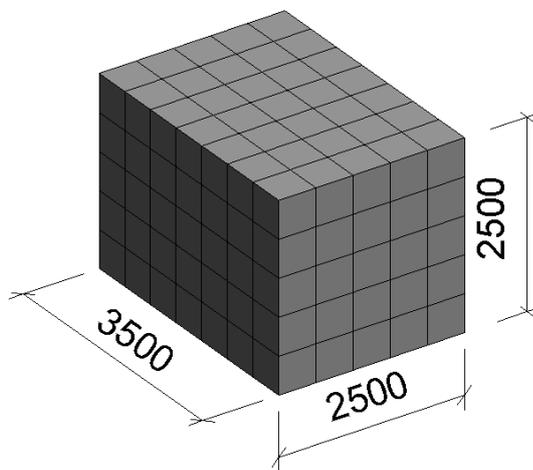


Figura 2. Representação da divisão em blocos do domínio de cálculo.

Para posicionar todos os pontos no domínio de cálculo é utilizada como ferramenta de apoio uma planilha desenvolvida pelo próprio autor para anotar a sequência de pontos. A planilha é composta por seis tabelas como apresentadas na Figura 3, cada tabela representa uma coluna de vértices do domínio de cálculo da Figura 2.

88	89	90	91	92	93	94	95	88	89	90	91	92	93	94	95
(0 2.5 0.5)	(0.5 2.5 0.5)	(1 2.5 0.5)	(1.5 2.5 0.5)	(2 2.5 0.5)	(2.5 2.5 0.5)	(3 2.5 0.5)	(3.5 2.5 0.5)	(0 2.5 0.5)	(0.5 2.5 0.5)	(1 2.5 0.5)	(1.5 2.5 0.5)	(2 2.5 0.5)	(2.5 2.5 0.5)	(3 2.5 0.5)	(3.5 2.5 0.5)
72	73	74	75	76	77	78	79	72	73	74	75	76	77	78	79
(0 2 0.5)	(0.5 2 0.5)	(1 2 0.5)	(1.5 2 0.5)	(2 2 0.5)	(2.5 2 0.5)	(3 2 0.5)	(3.5 2 0.5)	(0 2 0.5)	(0.5 2 0.5)	(1 2 0.5)	(1.5 2 0.5)	(2 2 0.5)	(2.5 2 0.5)	(3 2 0.5)	(3.5 2 0.5)
56	57	58	59	60	61	62	63	56	57	58	59	60	61	62	63
(0 1.5 0.5)	(0.5 1.5 0.5)	(1 1.5 0.5)	(1.5 1.5 0.5)	(2 1.5 0.5)	(2.5 1.5 0.5)	(3 1.5 0.5)	(3.5 1.5 0.5)	(0 1.5 0.5)	(0.5 1.5 0.5)	(1 1.5 0.5)	(1.5 1.5 0.5)	(2 1.5 0.5)	(2.5 1.5 0.5)	(3 1.5 0.5)	(3.5 1.5 0.5)
40	41	42	43	44	45	46	47	40	41	42	43	44	45	46	47
(0 1 0.5)	(0.5 1 0.5)	(1 1 0.5)	(1.5 1 0.5)	(2 1 0.5)	(2.5 1 0.5)	(3 1 0.5)	(3.5 1 0.5)	(0 1 0.5)	(0.5 1 0.5)	(1 1 0.5)	(1.5 1 0.5)	(2 1 0.5)	(2.5 1 0.5)	(3 1 0.5)	(3.5 1 0.5)
24	25	26	27	28	29	30	31	24	25	26	27	28	29	30	31
(0 0.5 0.5)	(0.5 0.5 0.5)	(1 0.5 0.5)	(1.5 0.5 0.5)	(2 0.5 0.5)	(2.5 0.5 0.5)	(3 0.5 0.5)	(3.5 0.5 0.5)	(0 0.5 0.5)	(0.5 0.5 0.5)	(1 0.5 0.5)	(1.5 0.5 0.5)	(2 0.5 0.5)	(2.5 0.5 0.5)	(3 0.5 0.5)	(3.5 0.5 0.5)
16	17	18	19	20	21	22	23	16	17	18	19	20	21	22	23
(0 0 0.5)	(0.5 0 0.5)	(1 0 0.5)	(1.5 0 0.5)	(2 0 0.5)	(2.5 0 0.5)	(3 0 0.5)	(3.5 0 0.5)	(0 0 0.5)	(0.5 0 0.5)	(1 0 0.5)	(1.5 0 0.5)	(2 0 0.5)	(2.5 0 0.5)	(3 0 0.5)	(3.5 0 0.5)

Figura 3. Planilha de vértices para a estruturação da malha

Com todos os vértices definidos e numerados define-se as condições de contorno para cada uma das faces externas dos blocos, ou seja, para cada parede, piso e teto do consultório. O consultório simulado em questão possui uma única entrada de ar, localizada no centro do teto da sala, uma grelha de saída de ar na porta, além das frestas da própria porta e janelas. Para todas as simulações do presente trabalho concentra-se todas as saídas de ar da sala na grelha da porta, desconsiderando o posicionamento das frestas da porta e janelas.

Na Figura 4 pode-se ver o posicionamento das condições de contorno, em azul tem-se as faces que modelam as paredes do consultório, são aplicadas as condições de não deslizamento, com ambas as componentes de velocidade e gradiente de pressão nulos. Na face em vermelho tem-se a seção de insuflamento de ar, para essa face tem-se também velocidade imposta e que varia de simulação para simulação, além disso, é imposto que o gradiente de pressão é nulo. E na face em verde tem-se a saída do escoamento da sala, onde impõem-se uma pressão (manométrica) igual a zero e gradiente de velocidade também igual a zero, modelando essa superfície como aberta para a atmosfera padrão.

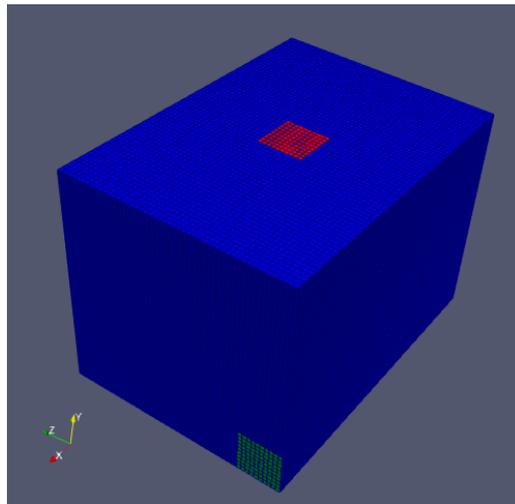


Figura 4. Domínio de cálculo apresentando as condições de contorno impostas em todas as simulações realizadas no presente trabalho.

### 3. RESULTADOS

Para essa sequência de simulações é considerada uma vazão de insuflamento de  $0,125 \text{ m}^3/\text{s}$ . Essa vazão foi encontrada a partir do cálculo de carga térmica do ambiente considerando 100% de renovação do ar externo (CLÁUDIA, 2020). Com isso, considerando a área de insuflamento de  $0,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$  (como definido na Figura 4) é possível encontrar a velocidade de insuflamento igual a  $0,50 \text{ m/s}$ .

A fim de analisar a convergência de malha, são utilizados três diferentes níveis de refinamento. Na primeira malha, cada bloco da Figura 2 é dividido em 10 partes iguais nas direções X, Y e Z, com isso tem-se que cada volume finito possui  $0,050 \text{ m}$  em cada uma das três direções. Dessa forma, obtém-se um total de 175.000 volumes finitos. Na segunda malha, cada bloco é dividido em 20 partes iguais, ou seja, cada volume finito fica com  $0,025 \text{ m}$  em todas as direções e chegando a um total de 1.400.000 volumes finitos. Para o terceiro e último refinamento o bloco foi dividido em 30 partes iguais, com  $0,017 \text{ m}$  e um total de 4.725.000 volumes finitos. A comparação dos diferentes níveis de refinamento de malha pode ser visualizada na Figura 5.

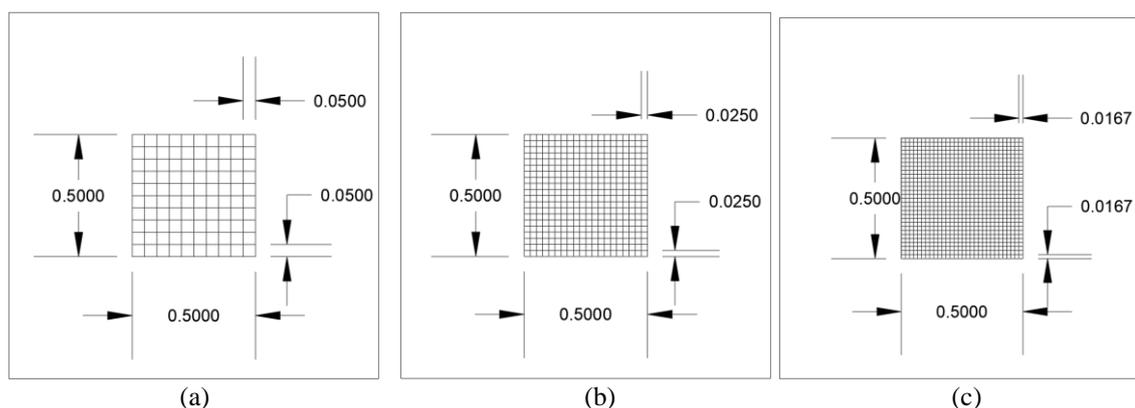


Figura 5. Representação do refinamento da malha (a) malha refinada com  $\Delta x=0.050$  m (b) malha refinada com  $\Delta x=0.025$  m e (c) malha refinada com  $\Delta x = 0.017$  m

Com isso, foram definidas duas entradas diferentes para o insuflamento de ar na sala. A primeira com apenas uma seção de insuflamento no centro do teto e velocidade perpendicular a ele, ou seja, as componentes  $u=0,0$  m/s e  $v=-0,5$  m/s. A segunda com duas seções de insuflamento, também com velocidade perpendicular ao teto, isto é,  $u=0,0$  m/s e  $v=-0,25$  m/s, para manter a vazão total idêntica as demais simulações.

Dessa forma, foram realizadas um total de 6 simulações referente aos três refinamentos de malha, para as duas diferentes posições de insuflamento de ar na sala, nomeadas segundo a Tabela 1.

Tabela 1. Simulações realizadas.

Simulação	Malha (Tamanho do $\Delta x$ )	Seção de Insuflamento
Simulação 01	0.050	Entrada única
Simulação 02	0.025	Entrada única
Simulação 03	0.017	Entrada única
Simulação 04	0.050	Entrada Dupla
Simulação 05	0.025	Entrada Dupla
Simulação 06	0.017	Entrada Dupla

Como o escoamento é tridimensional e transiente não é possível encontrar um instante em que se estabelece um regime permanente. Sabendo disso, determina-se o instante em que o escoamento atinge o regime estatisticamente independente, ou seja, a média e desvio-padrão da pressão e das componentes de velocidade, praticamente, não se alteram ao longo do tempo. Para isso, realiza-se uma simulação indo de 0 s a 200 s físicos. Traça-se a evolução temporal da componente de velocidade  $v$ , na posição  $x=1,75$  m,  $y=1,25$  m e  $z=1,25$  m (no centro do consultório), para as simulações 01, 02 e 03 (da Tabela 1). Os resultados são apresentados no Gráfico 1:

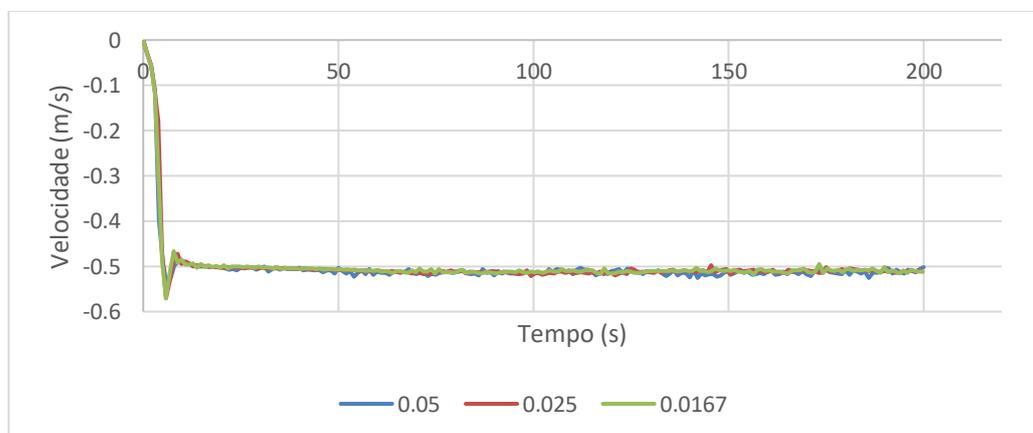


Gráfico 1. Componente de velocidade  $v$ , na posição  $x=1,75$  m,  $y=1,25$  m e  $z=1,25$  m, para as simulações 1, 2 e 3 da Tabela 1.

Analisando o Gráfico 1 nota-se que, a partir dos 50 s, a variação da média da velocidade é mínima. Para confirmar que o escoamento chegou em um regime estatisticamente independente calcula-se a média da componente de velocidade  $v$  a cada 25 s entre os instantes 50 s e 200 s. Os resultados são apresentados na Tabela 2 e nota-se que a variação média da velocidade é mínima, a partir da terceira casa decimal. Com isso, determina-se que a partir dos 50 s o escoamento se torna estatisticamente independente.

Tabela 2. Velocidade média do escoamento a cada 25 segundo

Tempo	0.05	0.025	0.0167
50-75	0.51388	0.51167	0.50988
75-100	0.51426	0.51312	0.51284
100-125	0.51148	0.51419	0.51168
125-150	0.51052	0.51412	0.51028
150-175	0.51412	0.51041	0.51039
175-200	0.51190	0.50993	0.50963

Na Figura 6 é apresentado um plano (xy) do consultório, em  $z=1,25$  m, mostrando a intensidade da velocidade resultante para os três tipos de entradas de insuflamento de ar.

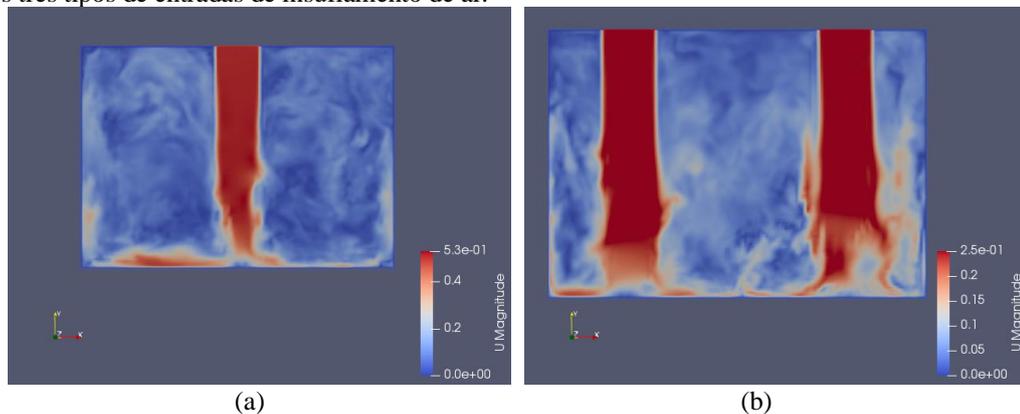


Figura 6. Campo da velocidade resultantes em  $t=200$  segundo. (a) Simulação 1 (b) Simulação 4 ambas relacionadas a Tabela 1. Gráficos feitos no programa Paraview.

A resolução 9 da ANVISA recomenda que em ambientes fechados e climatizados a velocidade média do ar na zona de ocupação não ultrapasse 0,20 m/s. Esse valor é estipulado para que as pessoas não sintam desconforto térmico. Sendo que a zona de ocupação é estipulada na altura de 1,5 m do piso da sala.

Para determinar a velocidade média do escoamento na zona de ocupação utiliza-se o programa computacional de visualização de escoamentos chamado Paraview. Nele é possível representar de forma gráfica o escoamento simulado pelo OpenFOAM. No Paraview traça-se três planos (xz) em  $y=1,25$  m,  $y=1,50$  m e  $y=1,75$  m (vide Figura 7) e exporta-se os valores das três componentes de velocidade do escoamento, repete-se esse processo para as simulações 1, 2 e 3 da Tabela 1.

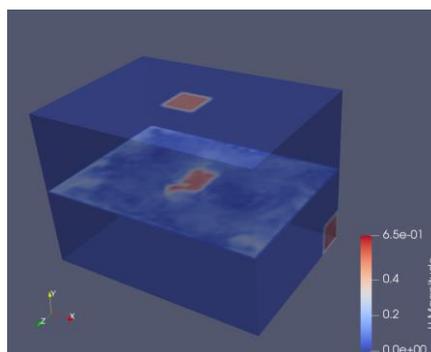


Figura 7. Plano (xz) em  $y=1,50$  m apresentando o campo de velocidade resultante na zona de ocupação, em  $t=200$  s.

Calcula-se as médias da componente velocidade  $v$  e da velocidade resultante nos três planos. Um detalhe importante é que se excluiu das avaliações das médias as condições de contorno, uma vez que elas são nulas, uma vez que esses pontos representam a parede do consultório. A partir disso, apresenta-se os resultados na Tabela 3.

Tabela 3. Médias da componente de velocidade e velocidade resultante, em planos (xz) em diferentes alturas  $y$ .

Simulação (Tabela 1)	$y$	Componente de velocidade $v$ (m/s)	Velocidade resultante (m/s)
1	1.75	-0.018776169	0.102901442
	1.50	-0.019322214	0.104321140
	1.25	-0.020210603	0.105351755
2	1.75	-0.015522696	0.109242651
	1.50	-0.016418610	0.108510849
	1.25	-0.016826051	0.110548199
3	1.75	-0.014692808	0.099438813
	1.50	-0.015016336	0.104911413
	1.25	-0.015012282	0.118681814

Simulação (Tabela 2)	$y$	Componente de velocidade $v$ (m/s)	Velocidade resultante (m/s)
4	1.75	-0.016457786	0.072311594
	1.50	-0.016894160	0.075513087
	1.25	-0.017166488	0.075428611
5	1.75	-0.029942204	0.077589182
	1.50	-0.031805345	0.078595365
	1.25	-0.015266009	0.076922713
6	1.75	-0.014423857	0.068527694
	1.50	-0.014452453	0.072535887
	1.25	-0.014538347	0.075807343

#### 4. CONCLUSÃO

No presente trabalho é possível demonstrar a utilização do programa computacional OpenFOAM para realizar o estudo do escoamento do ar de insuflamento em ambientes fechados. Além disso, é possível também demonstrar a possibilidade de se alterar as seções de entrada, com o objetivo de estudar a diferença de comportamento entre eles.

Com isso, comparando as velocidades obtidas com a resolução 9 da ANVISA pode-se notar que as duas configurações propostas atendem a recomendação de manter a velocidade abaixo de 0,20 m/s na zona de ocupação, ou seja, ambas as configurações satisfazem o conforto térmico quanto a velocidade do escoamento. Por outro lado, levando-se em conta que o ambiente analisado é um consultório odontológico e somando ao risco de contaminação pelo vírus SARS-Cov-2, a solução com velocidades menores (duas seções de insuflamento) é considerada a melhor. Uma vez que o escoamento com velocidades mais altas são mais turbulentos e observando que uma das principais características da turbulência é facilitar a mistura, com velocidades mais baixas minimiza-se o risco de espalhamento do vírus no ambiente. Dessa forma, conclui-se que o ambiente com as duas seções de insuflamento é, a princípio, a melhor escolha.

Na continuação do presente projeto pretendesse diminuir a área de insuflamento para aproximá-la da área efetiva de difusores comerciais. Outro parâmetro a ser ajustado é o ângulo de insuflamento, essas mudanças devem impactar diretamente na velocidade dos jatos de ar o que acarreta a necessidade de utilizar modelos de fechamento da turbulência. Por fim, deve-se inserir as condições de variações de temperatura e calor no ambiente em questão.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério Público do Trabalho de Goiás pelo apoio financeiro e à Faculdade de Odontologia da UFG pela infraestrutura fornecida

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA (BRASIL). RESOLUÇÃO-RE Nº 09, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações. 2021.

CRISPIM, Cláudia Maria. Dimensionamento de sistemas de ar-condicionado em consultórios odontológicos para prevenção da COVID-19. Goiânia – GO. 2021.

GOOGLE NEWS. Coronavírus (COVID-19). Disponível em <<https://news.google.com/covid19/map?hl=pt-PT&gl=PT&ceid=PT%3Apt-150>>. Acessado em: 08 de fevereiro de 2022.

Modelli, Lais. O risco real de transmissão da COVID pelo ar. G1 - Portal de Notícias O Globo. Disponível em <<https://www.microbiologia.ufrj.br/portal/index.php/pt/destaques/novidades-sobre-a-micro/996-o-risco-real-de-transmissao-da-covid-pelo-ar>> Acessado em: 08 de fevereiro de 2022.

OpenFOAM. Disponível em <<https://www.openfoam.com/documentation/guides/latest/doc/index.html>>. Acesso em: 20 de agosto de 2021.

UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (epa). Indoor Air and Coronavirus (COVID-19).. Disponível em <[https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-and-coronavirus-covid-19#:~:text=Spread%20of%20COVID%2D19%20occurs,exercise%2C%20coughing%2C%20sneezing](https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-and-coronavirus-covid-19#:~:text=Spread%20of%20COVID%2D19%20occurs,exercise%2C%20coughing%2C%20sneezing).>)>. 2021. Acessado em: 08 de fevereiro de 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>. Acesso em: 25 de novembro de 2021.

## **7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES**

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.