



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Disciplina de Tópicos Especiais em Engenharia de Energias  
Renováveis I

## Atividade 2: Modelagem 3D e Geração de Malhas

Thiago Ney Evaristo Rodrigues - 11502852  
Professor: Dr. Gilberto Augusto Amado Moreira

João Pessoa, PB  
Julho de 2020

# Lista de Figuras

2.1	Primeira simulação: distribuição de pressão . . . . .	8
2.2	Primeira simulação: distribuição de velocidade . . . . .	9
2.3	Primeira simulação: distribuição de pressão na seção transversal . . . . .	9
2.4	Primeira simulação: distribuição de velocidade na seção transversal . . . . .	9

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Primeira Simulação</b>	<b>4</b>
2.1	Pré-processamento . . . . .	4
2.1.1	Geometria . . . . .	4
2.1.2	Malha . . . . .	4
2.1.3	Condições Iniciais e de Contorno . . . . .	5
2.1.4	Propriedades Físicas . . . . .	7
2.2	Execução . . . . .	8
2.3	Pós-processamento . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Segunda Simulação</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Conclusões</b>	<b>11</b>

# Capítulo 1

## Introdução

O presente trabalho tem como objetivo realizar dois estudos de caso de simulações de dinâmica dos fluidos computacionais através dos softwares open-source **OpenFoam**.

O primeiro caso em estudo é denominado **Pitz Daily** e trata-se de um escoamento Newtoniano, interno em um tubo de seção transversal quadrada, laminar, isotérmico e incompressível. A geometria foi gerada dentro do próprio software OpenFoam.

O segundo caso em estudo trata-se de um escoamento Newtoniano, externo em um tubo de seção transversal redonda, turbulento com modelo k-omega, isotérmico e incompressível. A geometria foi gerada previamente e exportada para o software OpenFoam.

O principal foco do texto é a construção da geometria 3D e a geração de malha.

# Capítulo 2

## Primeira Simulação

### 2.1 Pré-processamento

#### 2.1.1 Geometria

Optou-se por utilizar uma tubulação de seção transversal quadrada, para isso, no arquivo *blockMeshDict* do diretório *"../pitzDaily/system"*, alterou-se os valores padrões para:

---

```
17 convertToMeters 0.01;
18
19 vertices
20 (
21     (0 0 0)
22     (100 0 0)
23     (100 10 0)
24     (0 10 0)
25     (0 0 10)
26     (100 0 10)
27     (100 10 10)
28     (0 10 10)
29 );
```

---

No mesmo arquivo, apagou-se os parâmetros *negY*, *posY* e *negYR*.

#### 2.1.2 Malha

Para a malha, optou-se por utilizar a configuração de  $100 \times 10 \times 10$  células, para isso, no arquivo *blockMeshDict* do diretório *"../pitzDaily/system"*, alterou-se os valores

padrões para:

---

```
31 blocks
32 (
33     hex (0 1 2 3 4 5 6 7)
34     (100 10 10)
35     simpleGrading (1 3 3)
36 );
```

---

A geometria gerada obteve 12221 vértices e 10000 células.

### 2.1.3 Condições Iniciais e de Contorno

#### Fronteira:

Visto que o problema se trata de um escoamento interno, para a fronteira temos uma face como entrada, uma face com saída e as demais faces como paredes. Portanto, no arquivo *blockMeshDict* do diretório *"../pitzDaily/system"*, alterou-se os valores padrões para:

---

```
42 boundary
43 (
44     inlet
45     {
46         type patch;
47         faces
48         (
49             (0 3 7 4)
50         );
51     }
52     outlet
53     {
54         type patch;
55         faces
56         (
57             (1 2 6 5)
58         );
59     }
60     wall
61     {
```

```

62         type wall;
63         faces
64         (
65             (0 1 2 3)
66             (0 1 5 4)
67             (4 5 6 7)
68             (3 2 6 7)
69         );
70     }
71 );
72
73 mergePatchPairs
74 (
75 );

```

---

### Pressão:

No arquivo *P* do diretório *"../pitzDaily/0"*, alterou-se os valores padrões para:

---

```

23     inlet
24     {
25         type          zeroGradient;
26     }
27
28     outlet
29     {
30         type          fixedValue;
31         value         uniform 0;
32     }
33
34     wall
35     {
36         type          zeroGradient;
37     }
38
39     frontAndBack
40     {
41         type          empty;
42     }

```

---

### Velocidade:

No arquivo *U* do diretório *"../pitzDaily/0"*, alterou-se os valores padrões para:

---

```
23     inlet
24     {
25         type          fixedValue;
26         value          uniform (1 0 0);
27     }
28
29     outlet
30     {
31         type          zeroGradient;
32     }
33
34     wall
35     {
36         type          fixedValue;
37         value          uniform (0 0 0);
38     }
39
40     frontAndBack
41     {
42         type          empty;
43     }
```

---

### Tipo de Escoamento:

O tipo de escoamento do caso é laminar, portanto, no arquivo *turbulenceProperties* do diretório *"../pitzDaily/constant"*, alterou-se os valores padrões para:

---

```
18 simulationType laminar;
```

---

Além disso, no diretório *"../pitzDaily/0"* apagou-se todos os arquivos, exceto os *P* e *U*.

## 2.1.4 Propriedades Físicas

Utilizou-se o número de Reynolds padrão (100000).



## 2.2 Execução

Para o tempo de execução da simulação, no arquivo *controlDict* do diretório *"../pitz-Daily/system"*, alterou-se os valores padrões para:

---

```
26 endTime          200;  
27  
28 deltaT            1;  
29  
30 writeControl       timeStep;  
31  
32 writeInterval      10;
```

---

No mesmo arquivo, apagou-se o parâmetro *functions*.

Devido as características do problema, utilizou-se a ferramenta *SimpleFoam*, para isso, no bash, utilizou-se o comando:

---

```
simpleFoam
```

---

O software convergiu após 63 iterações.

## 2.3 Pós-processamento

As seguintes distribuições de pressão e velocidade foram obtidas após a simulação:

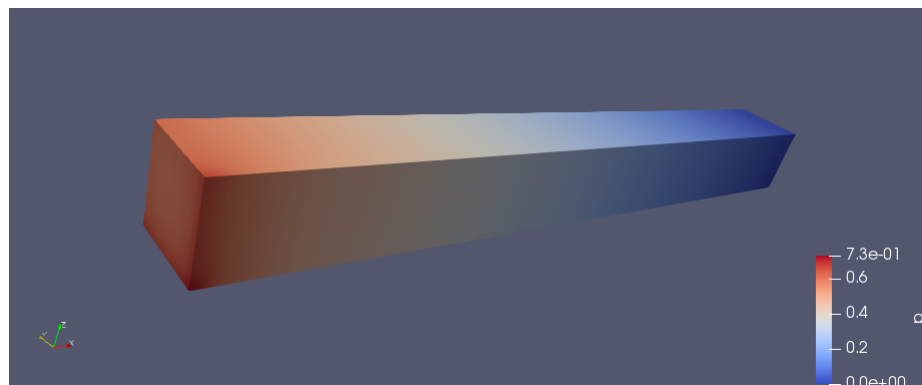


Figura 2.1: Primeira simulação: distribuição de pressão

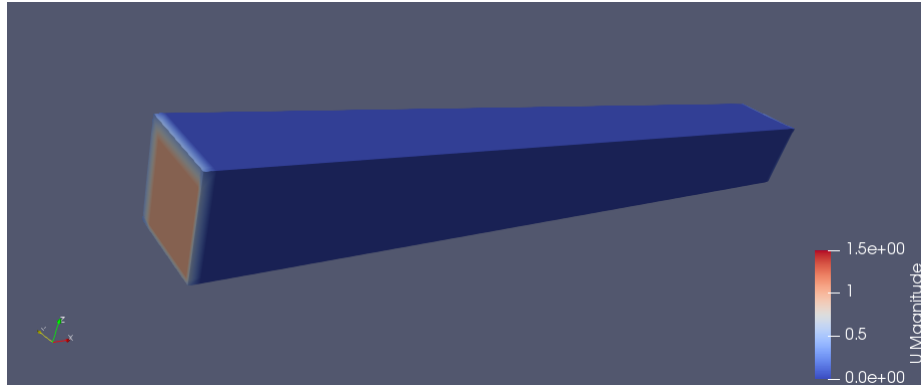


Figura 2.2: Primeira simulação: distribuição de velocidade

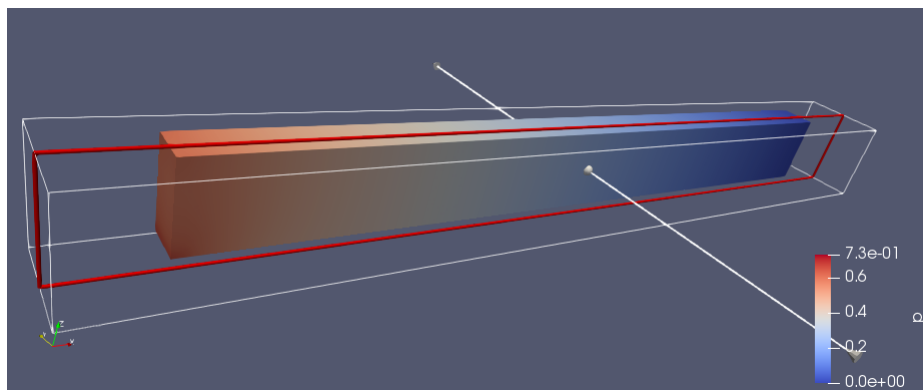


Figura 2.3: Primeira simulação: distribuição de pressão na seção transversal

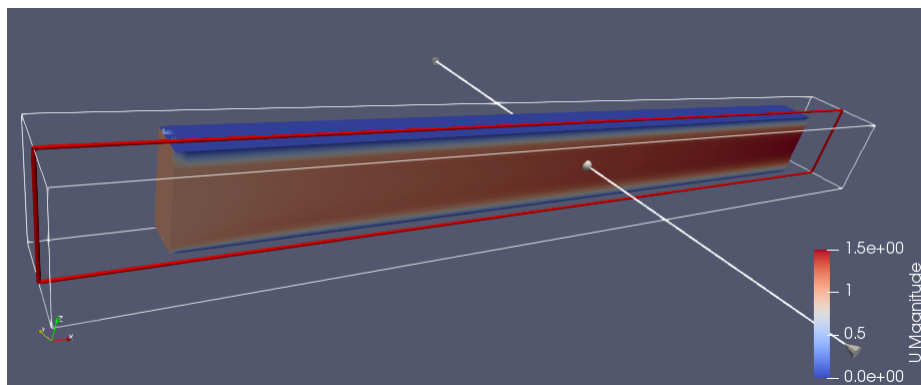


Figura 2.4: Primeira simulação: distribuição de velocidade na seção transversal

Nas Fig. 1 e 3, é possível observar uma distribuição de pressão com maior valor na entrada e com uma redução ao valor nulo (condição imposta no pré-processamento).

Nas Fig. 2 e 4, é possível observar uma distribuição de velocidade nula nas paredes da tubulação (condição imposta no pré-processamento) e um valor constante no centro da tubulação.

## Capítulo 3

### Segunda Simulação

Ao executar o comando *blockMesh* para a geometria prévia, o software acusou um erro:

---

```
--> FOAM FATAL ERROR:  
Cannot read "../constant/triSurface/cylinder.stl"
```

---

Buscou-se corrigir o erro, realizando uma nova modelagem da geometria, utilizando o software **Fusion 360** e exportando no formato .stl. Ao executar-se os comandos para processamento de geometria e geração de malha, o software OpenFoam aparentemente realizou o procedimento de forma correta, mas ao visualizar-se no ParaView a malha gerada a geometria do tubo não é representada, indicando erro no processamento da geometria.

# Capítulo 4

## Conclusões

O software OpenFoam tem se demonstrado uma ferramenta poderosa e, simultaneamente, com um uso amigável para simulações de CFD. Ao longo da primeira simulação, todo o processo ocorreu de forma satisfatória e demonstrado resultados coerentes.

Ao longo da segunda simulação, devido provavelmente a algum erro na geometria, não foi-se possível realizar a simulação. Buscou-se corrigir o erro, realizando uma nova modelagem, mas o erro persistiu. Acredita-se que nas demais tentativas, o erro ocorreu devido a alguma medida na nova geometria, ou parâmetros nas configurações (arquivos de simulação) não compatíveis.