

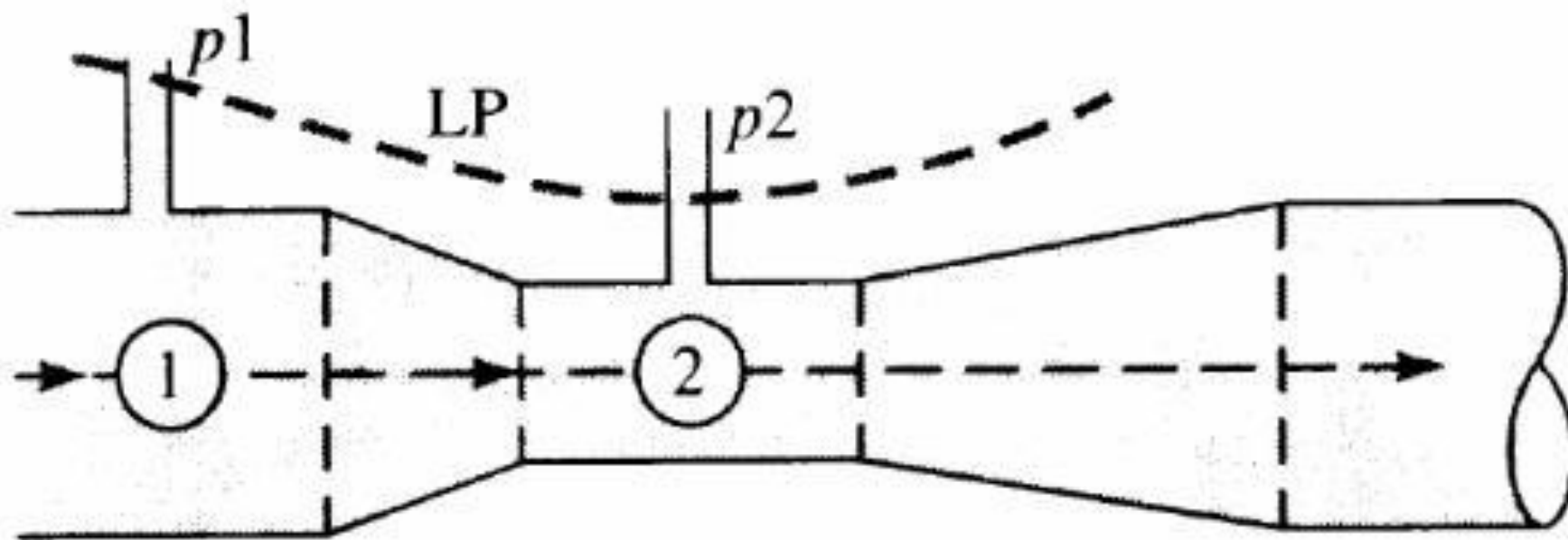
Modelagem de um tubo de Venturi através de Modelagem Bifocal

Julio Patron Witwytzkyj

Symon Nickson Santana

Victor Miguel Canto

Tubo de venturi



Função

- Calcular a velocidade e vazão no tubo através da medição da diferença de pressão

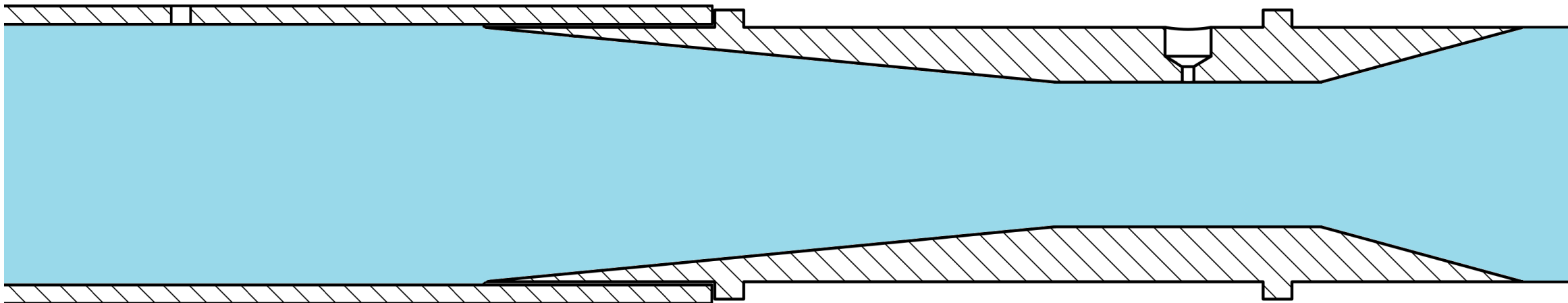
Modelagem

- A equação de Bernoulli descreve o comportamento do fluido

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

$$Q = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \frac{A_1}{\sqrt{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1}}$$

O tubo modelado



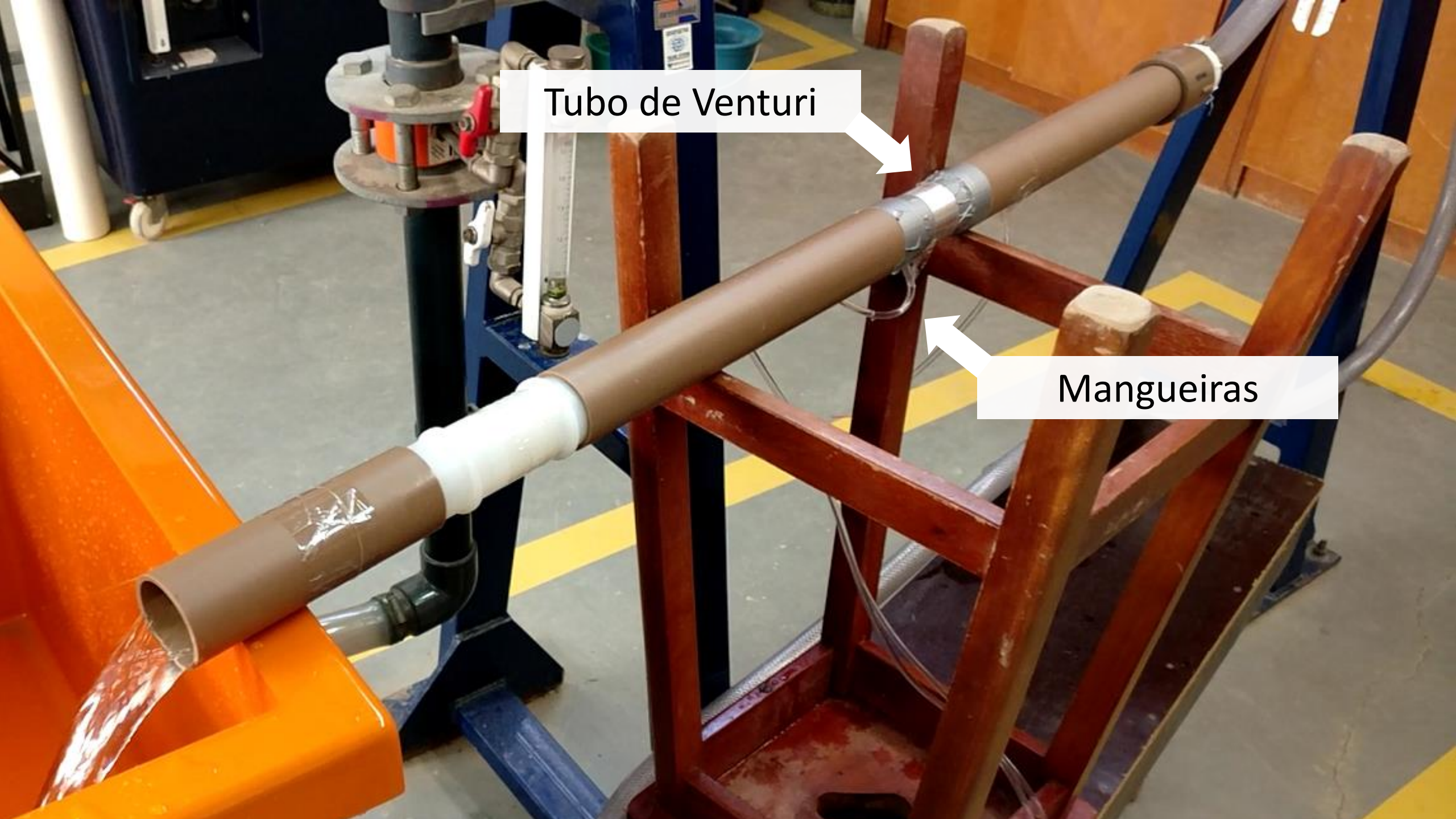
O tubo modelado

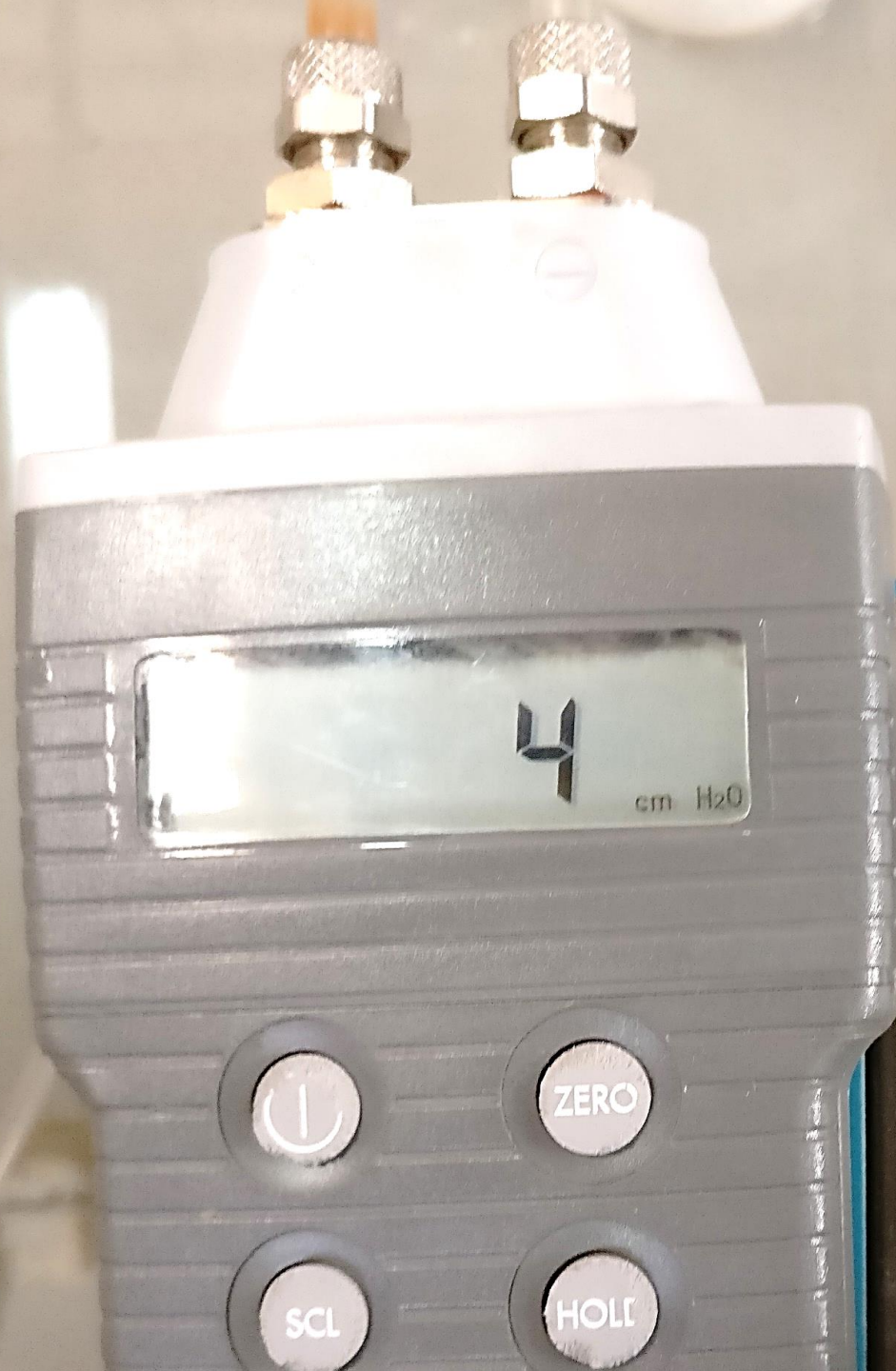




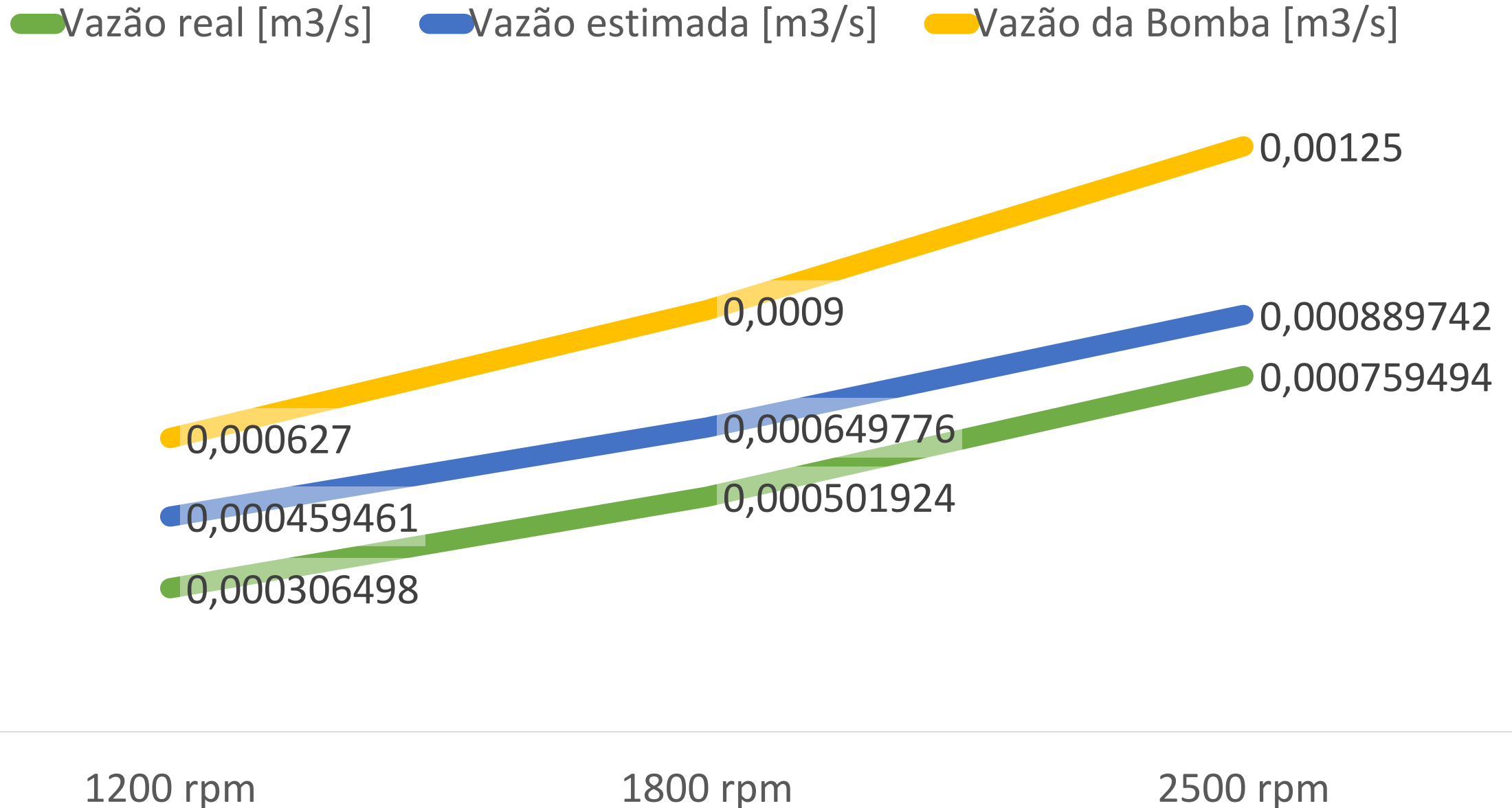
Tubo de Venturi

Mangueiras





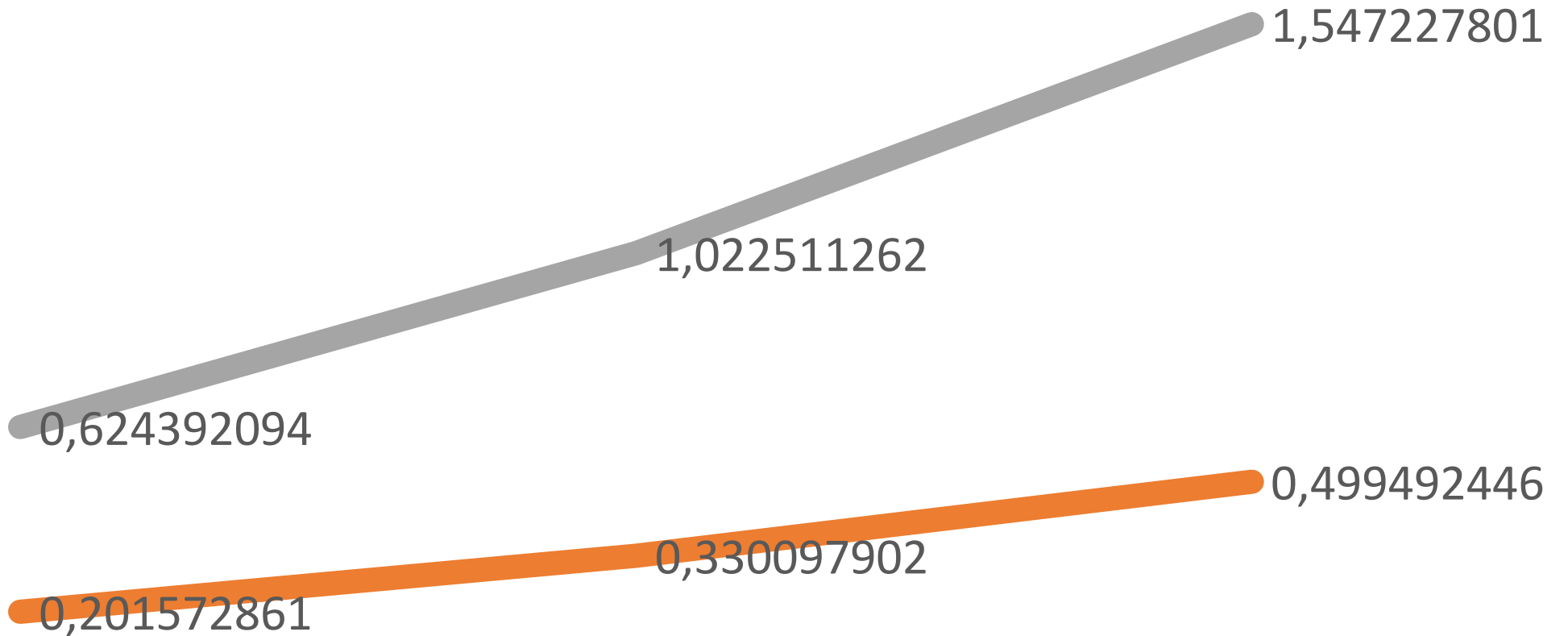
Comparação entra os valores de vazão obtidos



Velocidade nas seções do tubo

Velocidade diâmetro maior

Velocidade diâmetro menor



1200

1800

2500

Edit Delete Add abc Button | normal speed | ☒ view updates | Settings...
Tempo (ticks): 234 on ticks

Configurar C | Iniciar 2

diametro_maior 44 mm

diametro_menor 25 mm

diferenca_pressao 40 mmH2O

var_C 0.78

var_C_materiais
Personalizado ▼
Vazão (m3/min)
0.021503

☐ On
☐ Off fluxo_por_colisao

angulo_colisao 90

distancia_colisao 1

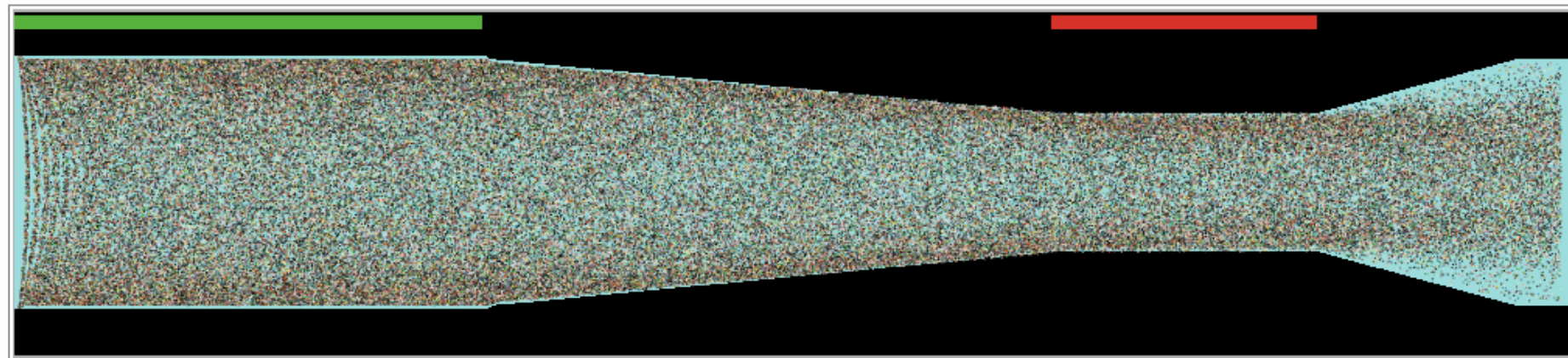
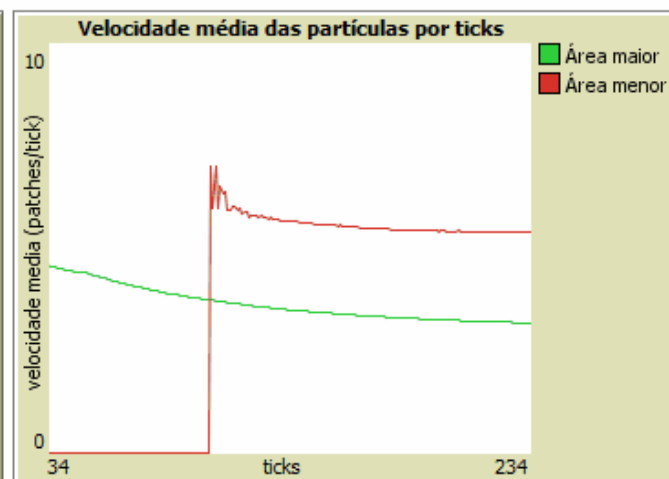
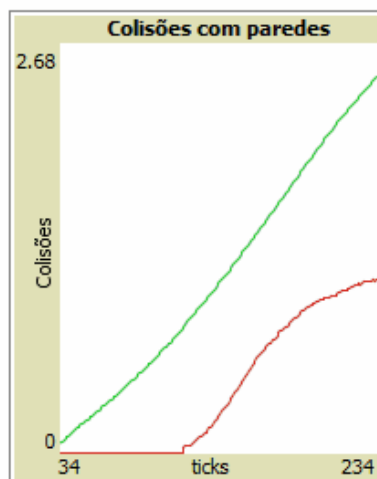
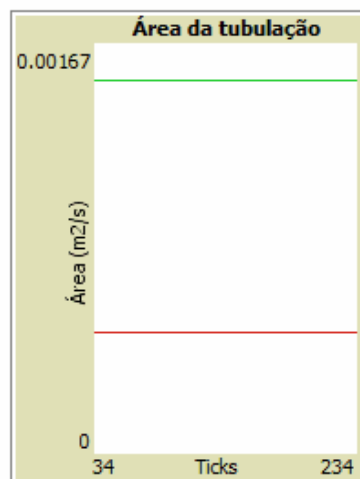
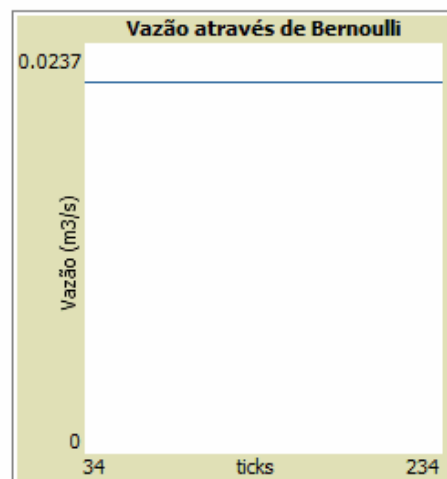
☐ On
☐ Off apagar_bolinhas_que_escapam

☐ On
☐ Off paredes pretas

cor_particulas
Aleatorio ▼

tamanho_particula 1 px

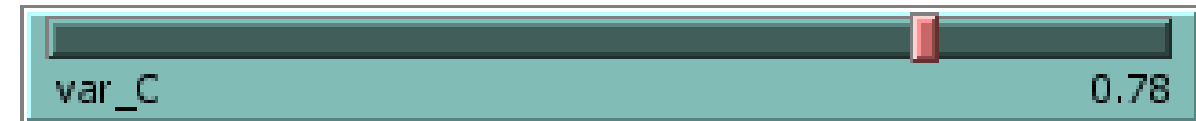
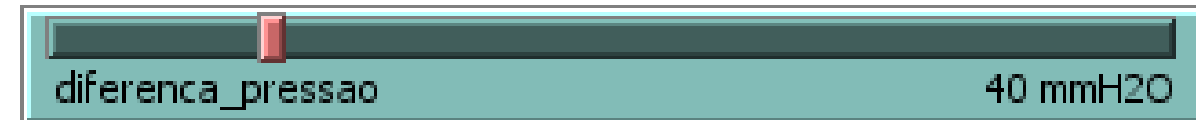
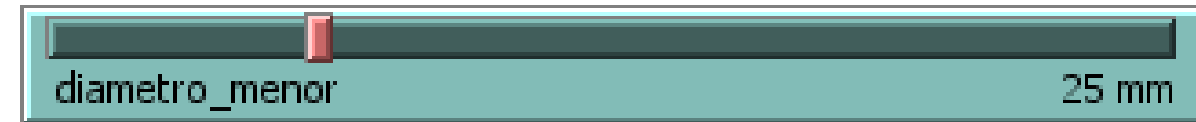
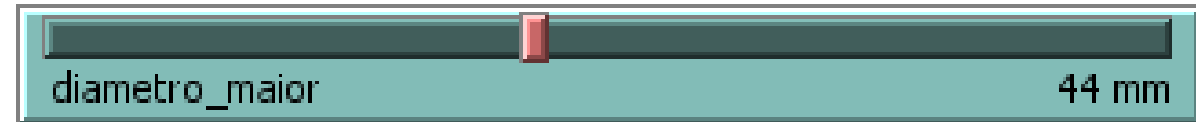
var-particulas-criadas 47258 particulas * vazão / tick



Quantidade de partículas
210975

Dados de entrada primários

- Diâmetro maior e menor do tubo
- Diferença de pressão
- Variável “C”
(relacionada a perda de carga)

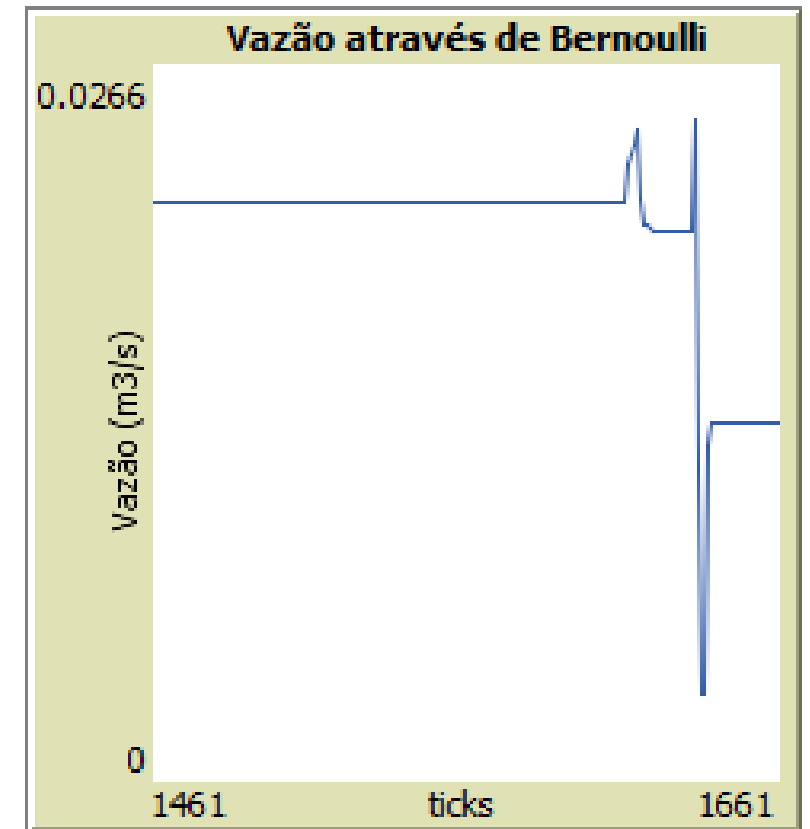


Dados de saída

- Vazão através da equação de Bernoulli
- Áreas das seções da tubulação

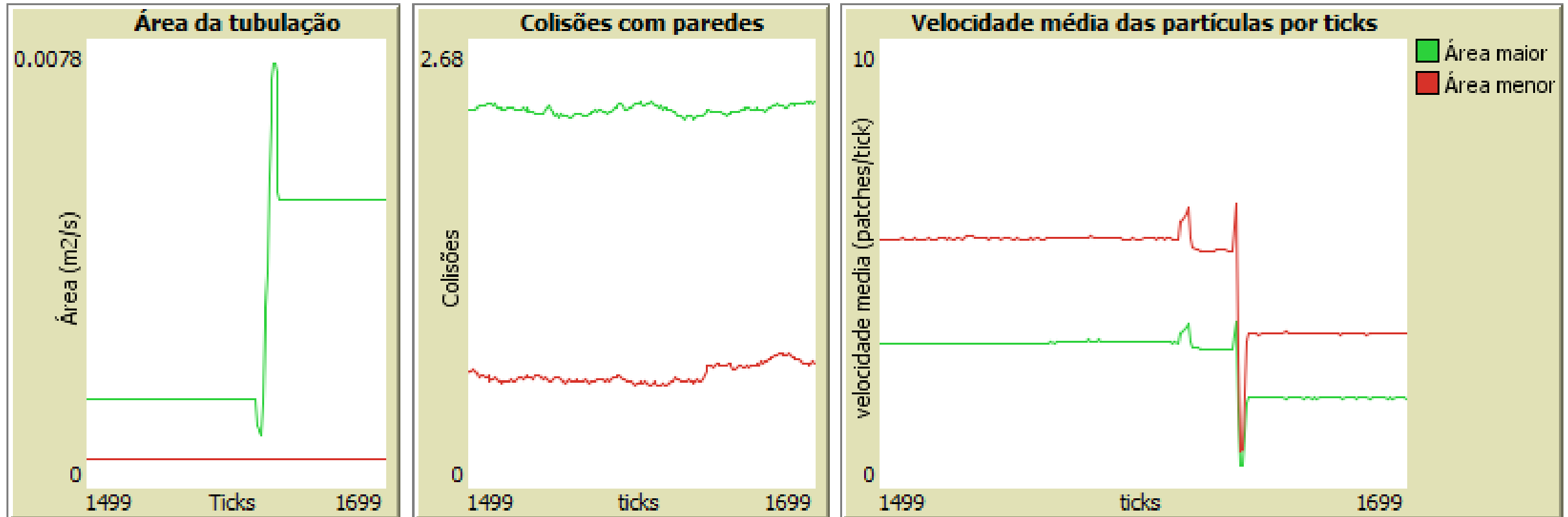
Vazão (m³/min)

0.021503



Dados de saída

- Colisão das partículas com as paredes
- Velocidade media das partículas em cada seção



Dados de refinamento do modelo

Entrada

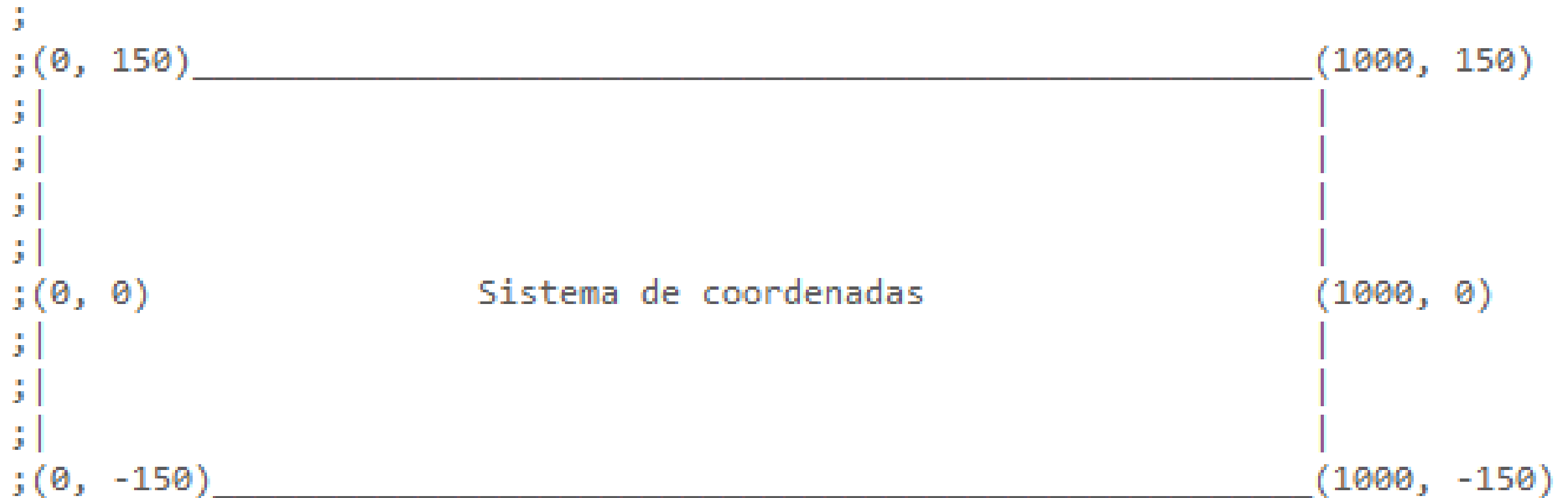
- Ângulo e distancia de colisão
- Permitir ou não que partículas colidam
- Tamanho das partículas
- Quantidade de partículas criadas por tick

Saída

- Número de partículas na simulação

Quantidade de partículas
28743

Pontos chave da programação



```
;Variáveis globais
globals[
    ;Variável que guarda a vazão total.
    vazao

    ;Variáveis que guardam a área das seções de maior (1) e menor (2) diâmetro.
    area1
    area2

    ;Variáveis que guardam as coordenadas da rampa (apenas no fluxo sem colisão).
    inicio_rampa_1_x
    fim_rampa_1_x
    inicio_rampa_1_y_max
    fim_rampa_1_y_max

    ;variáveis que guardam a média de deslocamento em cada seção do tubo
    deslocamento_secao_1
    deslocamento_secao_2

    colisoes_secao_1
    colisoes_secao_2

    quantidade-particulas
]
```



```
;As partículas de água são do tipo água.
```

```
breed [ aguas agua ]
```

```
;Essas partículas possuem:
```

```
aguas-own
```

```
[
```

```
  ;Velocidade da partícula|
```

```
  velocidade
```

```
  ;Variável auxiliar para que o loop não continue direcionando as partículas (apenas no fluxo sem colisão).  
  direcionado
```

```
  ;Variáveis auxiliares para medida do deslocamento no sentido da coordenada x.
```

```
  posicao-antiga
```

```
  posicao-atual
```

```
  ;Variável que guarda o deslocamento da partícula.
```

```
  deslocamento
```

```
  ;Variável auxiliar para indicar colisão com paredes
```

```
  numero-coliso-es-paredes
```

```
]
```

Colisão com paredes

```
;Verifica se há uma parede acima da partícula
if ([pcolor] of patch-at dy 3 != 87.1) [
  ;Se sim, muda sua direção levemente para baixo
  set heading (120)

  ;Aumenta o contador de colisões com as paredes
  set numero-coliso-es-paredes numero-coliso-es-paredes + 1
]

;Verifica se há uma parede abaixo da partícula
if ([pcolor] of patch-at dy -3 != 87.1) [
  ;Se sim, muda sua direção levemente para cima
  set heading (60)

  ;Aumenta o contador de colisões com as paredes
  set numero-coliso-es-paredes numero-coliso-es-paredes + 1
]
```

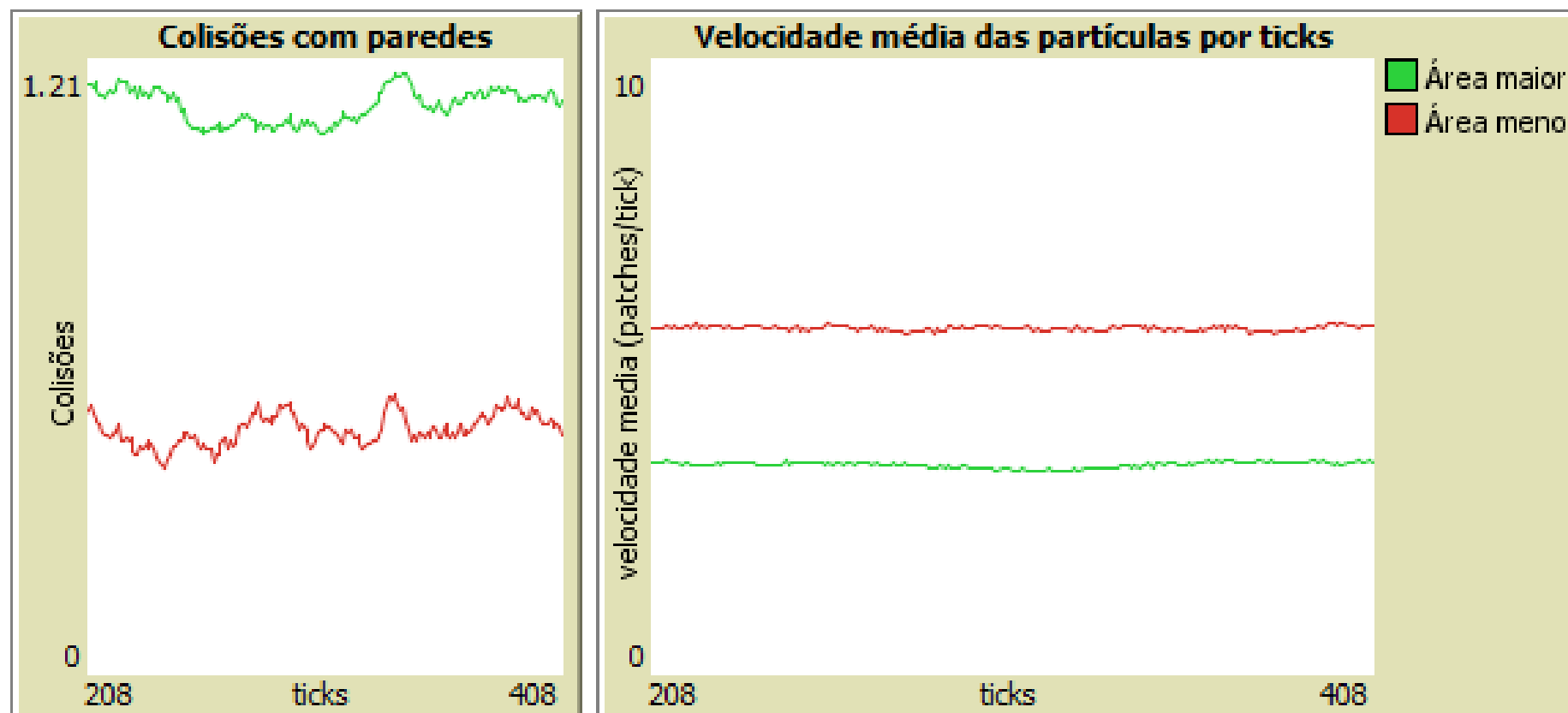
Deslocamento das partículas

```
;Calcula o deslocamento na direção da coordenada X para cada partícula
to calcula_deslocamento_particula
  ;Guarda a posição atual
  set posicao-atual pxcor

  ;Calcula o deslocamento em X da partícula
  set deslocamento (posicao-atual - posicao-antiga)

  ;Guarda a posição anterior para o próximo cálculo
  set posicao-antiga posicao-atual
end
```


Resultados



O que podemos melhorar

- Comportamento das partículas
- Comportamento do fluido
- Algumas variáveis ficaram de lado

Comportamento das partículas

- As partículas são grandes demais para representar o comportamento das moléculas de um fluido (mesmo com 1px)
- Modelo permite compressão, geralmente pode-se considerar que água é incompressível
- Em altas velocidades algumas partículas escapam do tubo (consideramos isso como uma característica do programa, que trabalha com movimentos discretos)

Vantagens do Modelamento por partículas

- Fácil entendimento
- Modelagem fica dinâmica
- Fácil de visualizar as informações e fazer a mudança para a comparação

Conclusão dos alunos

- Os testes de modelagem representam o que foi observado no experimento físico
- Modelando podemos ver o passo a passo do experimento e assim ter um estudo mais aprofundado sobre ele
- Podemos realizar vários teste com materiais, tamanhos, fluidos diferentes e obter os resultados mais facilmente