

# Roteiro Aula Prática



**HIDRÁULICA E HIDROMETRIA**

# ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

## NOME DA DISCIPLINA: HIDRÁULICA E HIDROMETRIA

**Unidade:** U1\_FUNDAMENTOS\_DE\_MECÂNICA\_DOS\_FLUIDOS

**Aula:** A1\_EXPERIMENTO\_DE\_REYNOLDS

### OBJETIVOS

#### Definição dos objetivos da aula prática:

O número de Reynolds é assim chamado graças ao engenheiro Osborne Reynolds que, por volta de 1880, realizou vários testes para entender a relação entre as características do fluido, tubulação e o regime de escoamento. Ele descobriu que o regime do escoamento depende principalmente da razão das forças inerciais e as forças viscosas do fluido. Para verificar o comportamento do fluido, Reynolds utilizou uma montagem que constituía de uma tubulação que passava água, com uma válvula para controlar a vazão e um reservatório com corante que foi injetado na água durante os experimentos. O número de Reynolds é calculado através da seguinte fórmula:

$$Re = \frac{(UxD)}{v}$$

Onde:

U é a velocidade média de escoamento;

D é o diâmetro da tubulação e v é a viscosidade cinemática da água.

Logo, Reynolds definiu os intervalos referente à classificação dos regimes laminar e turbulento, assim como a transição para tubulações, condutos ou canalizações.

Regime Laminar:  $Re < 2000$

Transição:  $2000 \leq Re < 4000$

Regime Turbulento:  $Re \geq 4000$

- ✓ **Compreender os fundamentos de mecânica dos fluidos.**
- ✓ **Realizar o experimento de Reynolds.**
- ✓ **Identificar os regimes de escoamento – laminar e turbulento**

## SOLUÇÃO DIGITAL:

Laboratório Virtual Algetec - simulador: **Experimento de Reynolds - ID 762**

O laboratório virtual é uma plataforma para simulação de procedimentos em laboratório e deve ser acessado preferencialmente por computador.

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

### Procedimento/Atividade nº 1

Inserir o nome do experimento: **Experimento de Reynolds**

### Atividade proposta:

- ✓ **Verificação do posicionamento das válvulas (registros)**

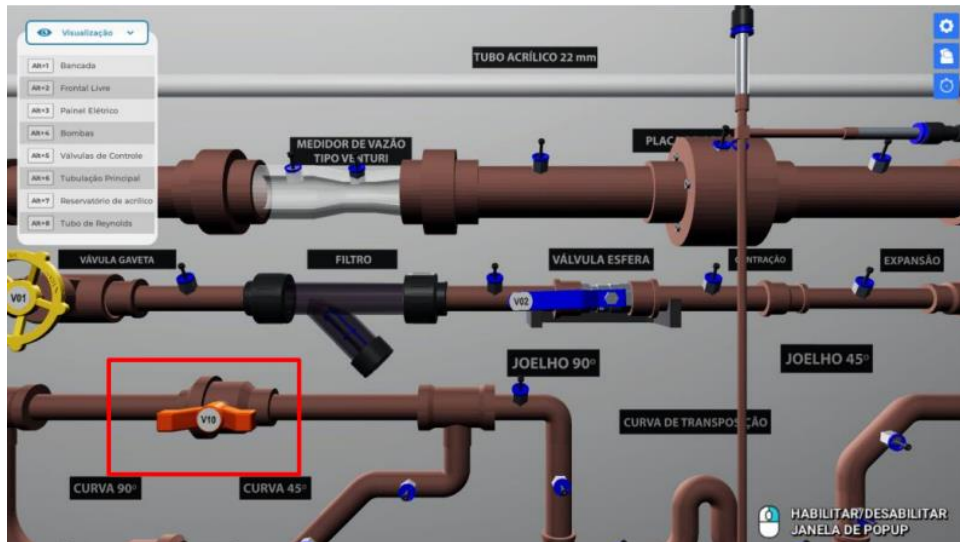
Caro estudante, efetue as alterações de posicionamento das válvulas conforme a Tabela 1.

**TABELA 1 – Condições das válvulas (registros)**

Válvula 1 a	Aberta
Válvula 1 b	Aberta
Válvula 2 a	Fechada
Válvula 2 b	Aberta
Válvula 2 c	Parcialmente Aberta
Válvula 3	Aberta
Válvula 4	Aberta
Válvula 5	Aberta
Válvula 6	Aberta
Válvula 7	Aberta
Válvula 8	Aberta
Válvula 9	Aberta
Válvula 10	Aberta
Válvula 11	Aberta
Válvula I	Aberta
Válvula II	Aberta
Válvula 13	Aberta
Válvula 14	Fechada
Válvula 15	Fechada

Altere o posicionamento das válvulas se necessário clicando com o botão esquerdo do mouse sobre elas. Observe o exemplo abaixo da válvula 10 (Figura 1).

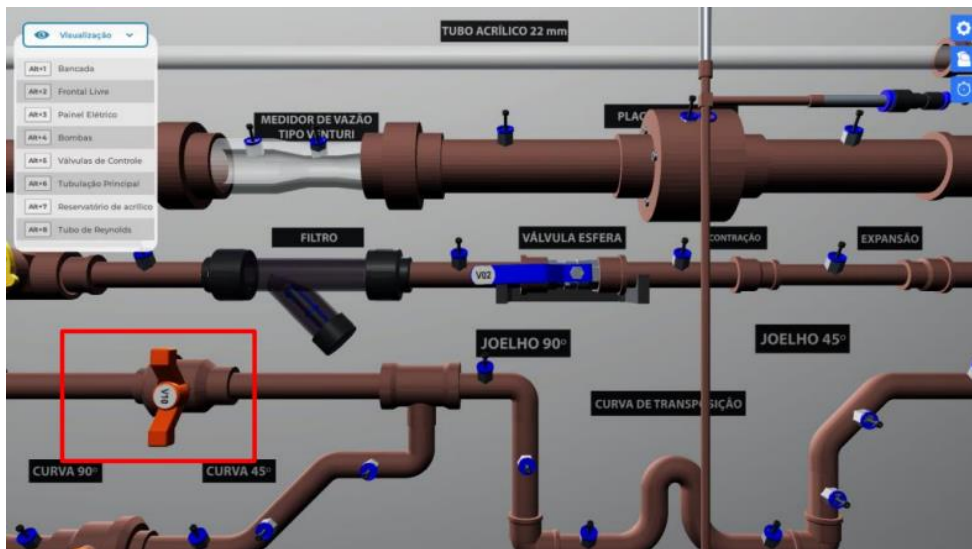
Figura 1 – Posição Válvula 10 (aberta)



Fonte: Manual Algetec

Na posição acima a válvula encontra-se aberta. Já na Figura 2 abaixo, ela encontra-se fechada.

Figura 2 – Posição Válvula 10 (fechada)



Fonte: Manual Algetec

✓ **Habilitando as bombas**

Dirija-se para a câmera “Válvulas de controle” clicando com o botão esquerdo do mouse sobre essa opção no menu de visualização (Ver Figura 3).

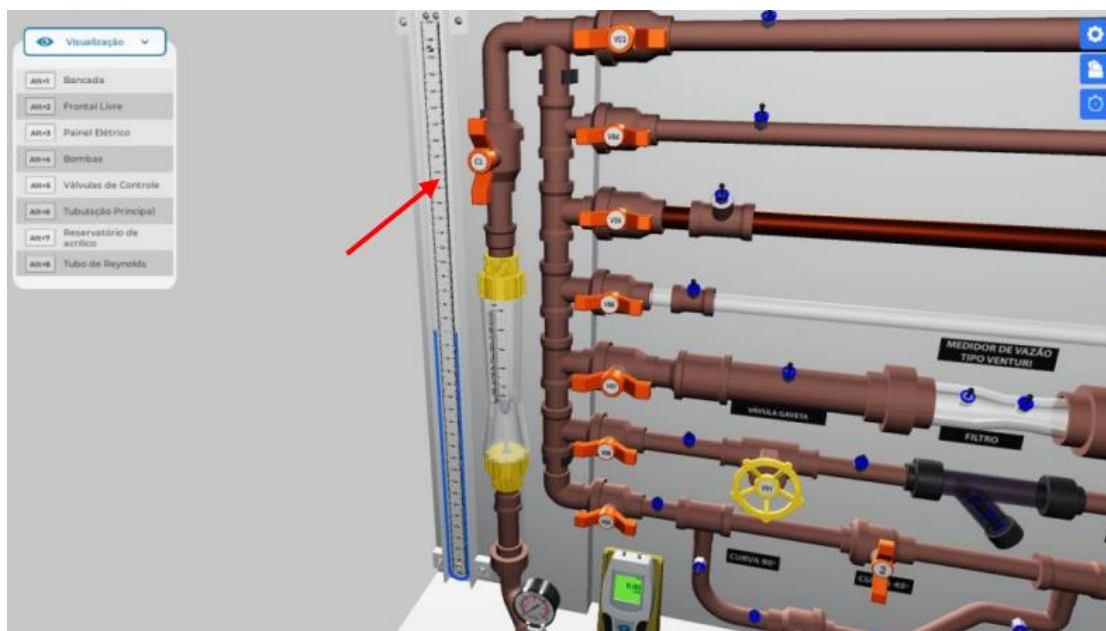
Figura 3 – Válvula de Controle



Fonte: Manual Algetec

Girar a Válvula 2 c no sentido horário clicando com o botão direito do mouse sobre a Válvula até chegar na posição de 40% de abertura (Figura 4).

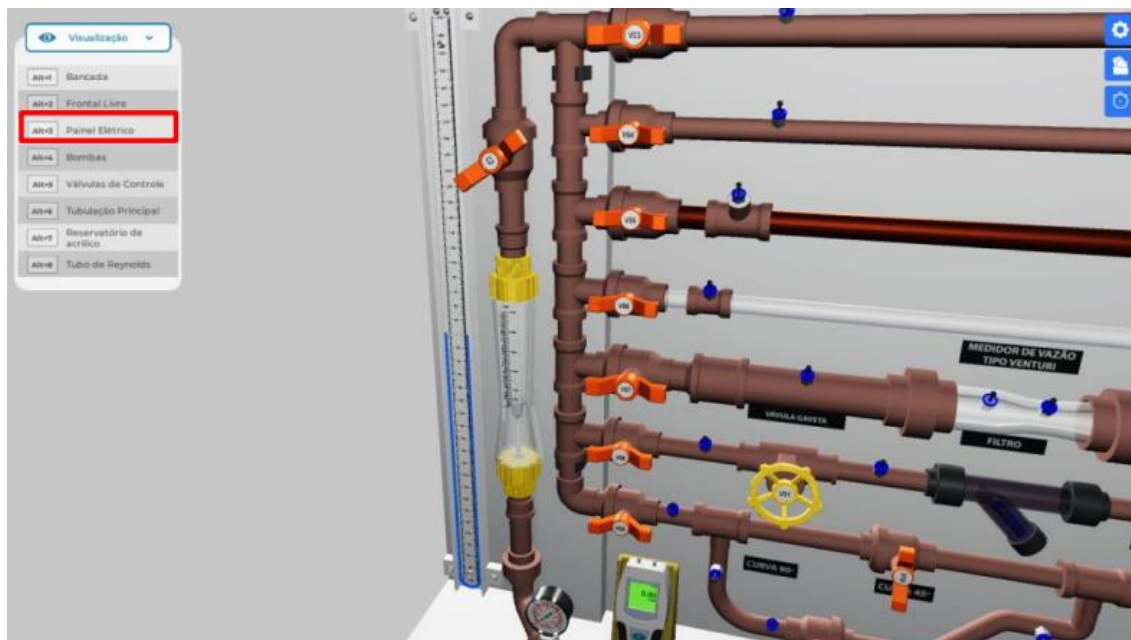
Figura 4 – Posição da Válvula 2c



Fonte: Manual Algetec

Dirija-se ao painel elétrico clicando na opção “Painel elétrico” no menu de visualização com o botão esquerdo do mouse (Figura 5).

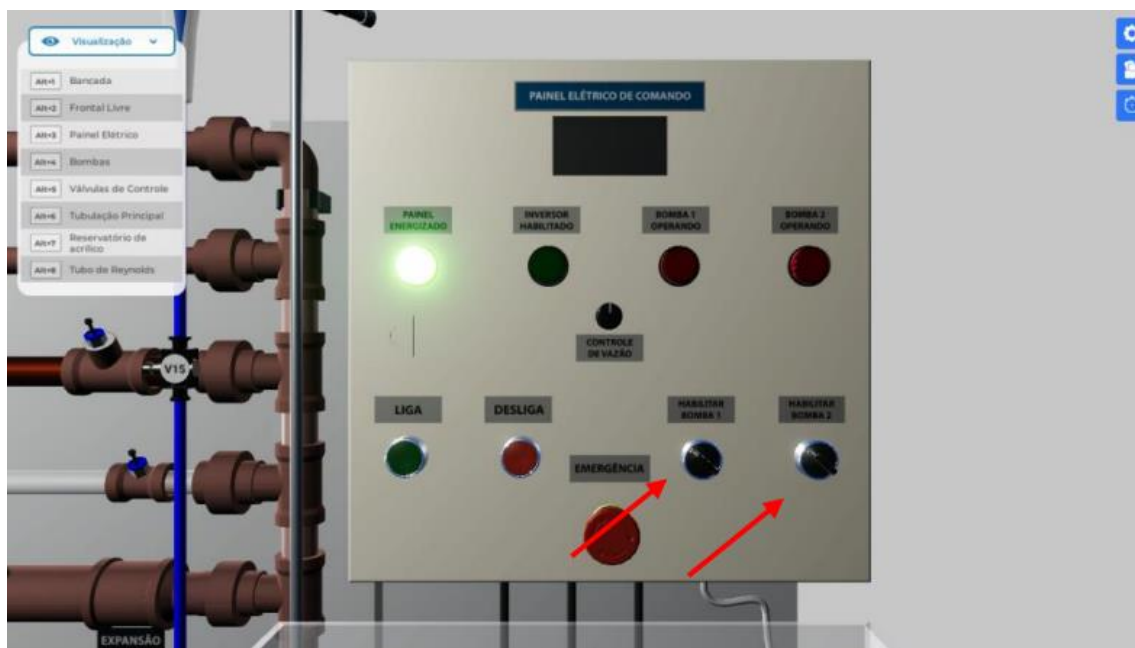
Figura 5 – Painel elétrico



Fonte: Manual Algetec

Habilite as bombas 1 e 2 no painel elétrico clicando com o botão esquerdo do mouse sobre o botão “Habilitar bomba 1” e sobre o botão “Habilitar bomba 2” (Figura 6).

Figura 6 – Habilitação as bombas 1 e 2



Fonte: Manual Algetec

Ligue o painel elétrico clicando no botão “LIGA” com o lado esquerdo do mouse (Figura 7).

Figura 7 – Ligação do painel elétrico



Fonte: Manual Algetec

Dirija-se ao Rotâmetro clicando na opção “Válvulas de controle” no menu de visualização com o botão esquerdo do mouse (Figura 8).

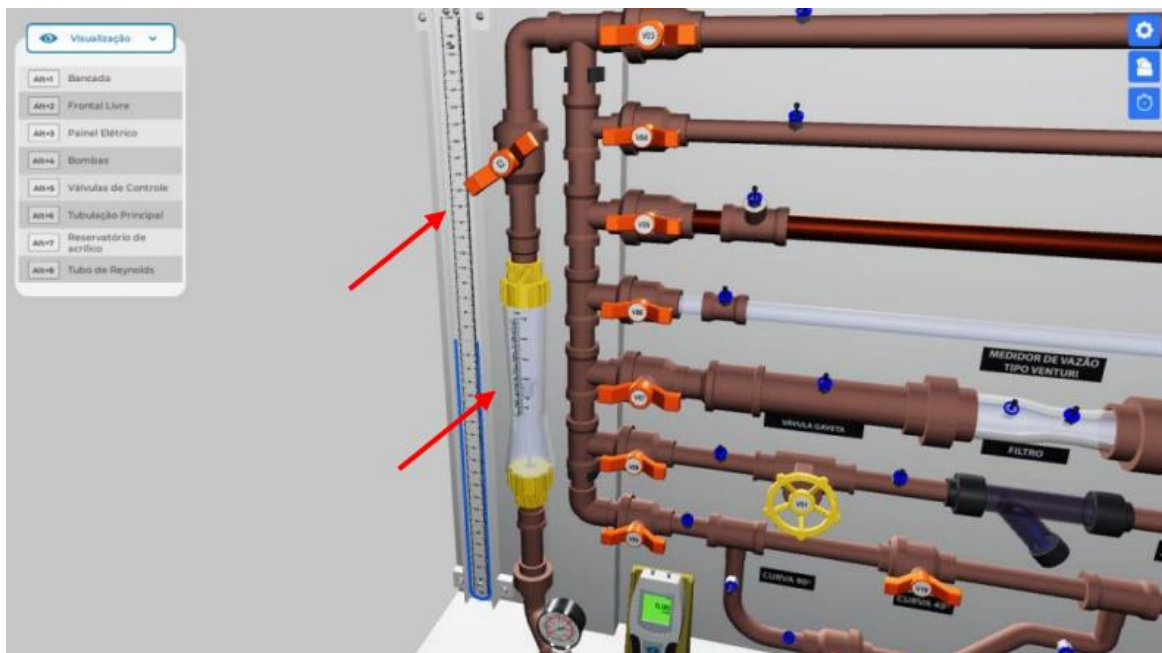
Figura 8 – Menu visualização Válvulas de controle



Fonte: Manual Algetec

Abra totalmente a válvula 2c clicando com o botão direito do mouse para gira-la no sentido anti-horário, ao perceber o fluxo de água no Rotâmetro (Figura 9).

Figura 9 – Abertura da Válvula 2c



Fonte: Manual Algetec

#### ✓ Enchendo o reservatório de água

Dirija-se ao painel elétrico como já orientado anteriormente e habilite a janela de pop-up do potenciômetro clicando com o botão direito do mouse sobre ele (Figura 10).

Figura 10 – Habilidade janela pop-up



Fonte: Manual Algetec

Dirija-se ao reservatório de acrílico clicando sobre a opção “Reservatório de acrílico” no menu de visualização com o botão direito do mouse (Figura 11).

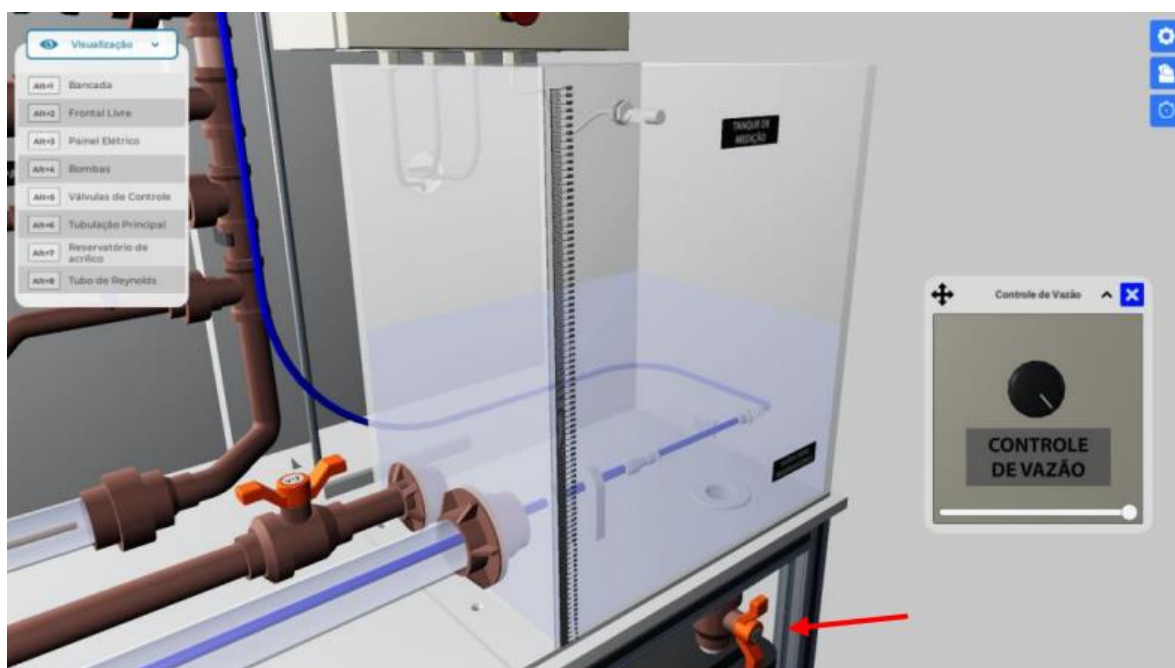
Figura 11 – Reservatório acrílico



Fonte: Manual Algetec

Feche a válvula 13 seguindo os mesmos comandos do passo 1 deste roteiro, assim que perceber o nível de água subindo (Figura 12).

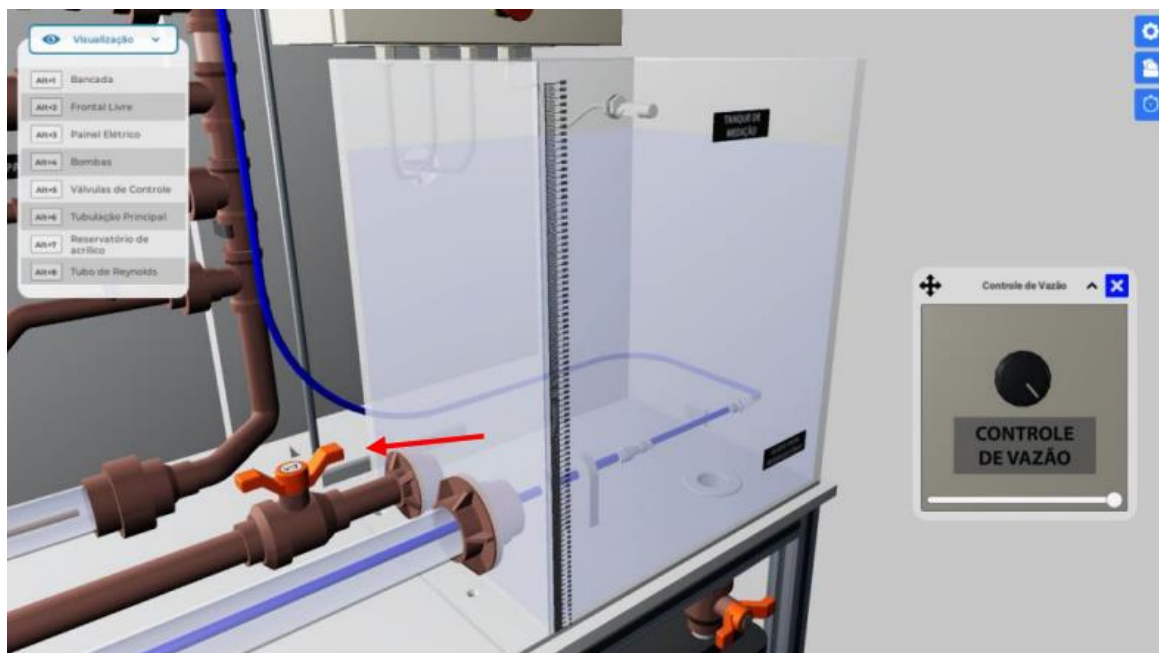
Figura 12 – Fechamento da Válvula 13



Fonte: Manual Algetec

Feche a válvula 12 assim que perceber que o reservatório está completamente cheio (Figura 13).

Figura 13 – Fechamento da Válvula 12

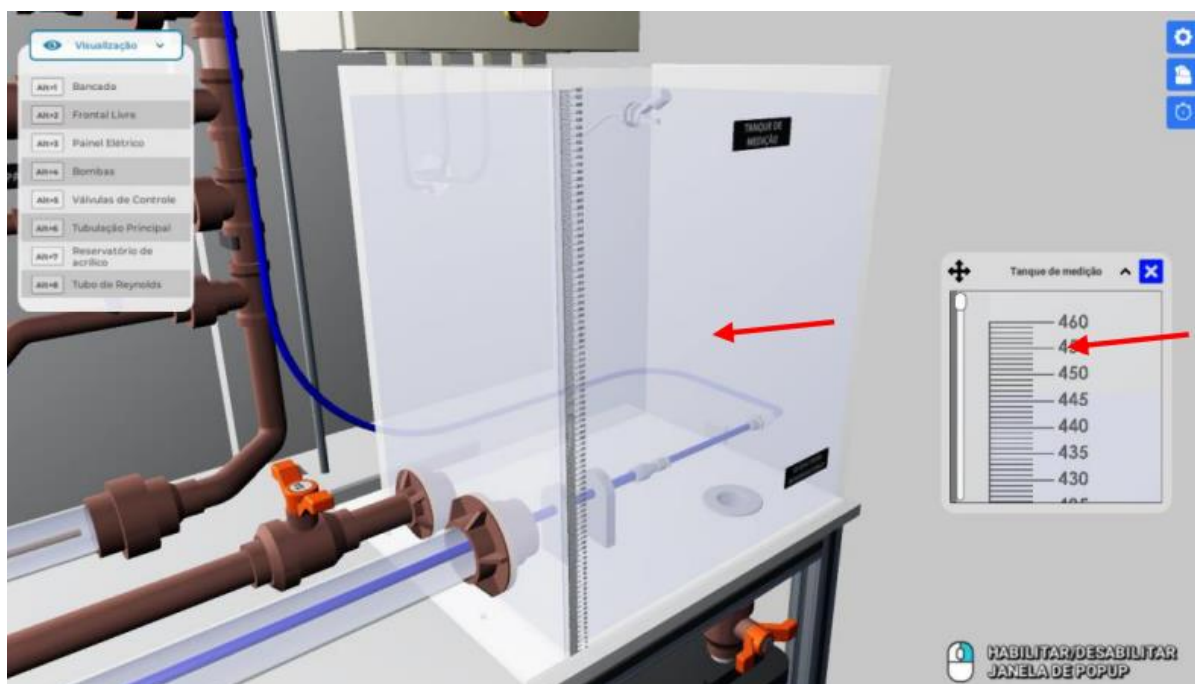


Fonte: Manual Algetec

#### ✓ Medindo a Vazão

Habilite a janela pop-up do reservatório de acrílico clicando com o botão direito sobre ele e observe a altura do fluido no reservatório. Meça o volume de água, considerando as seguintes dimensões do reservatório: 40 cm de comprimento, 32 cm de largura e 47,40 cm de altura.

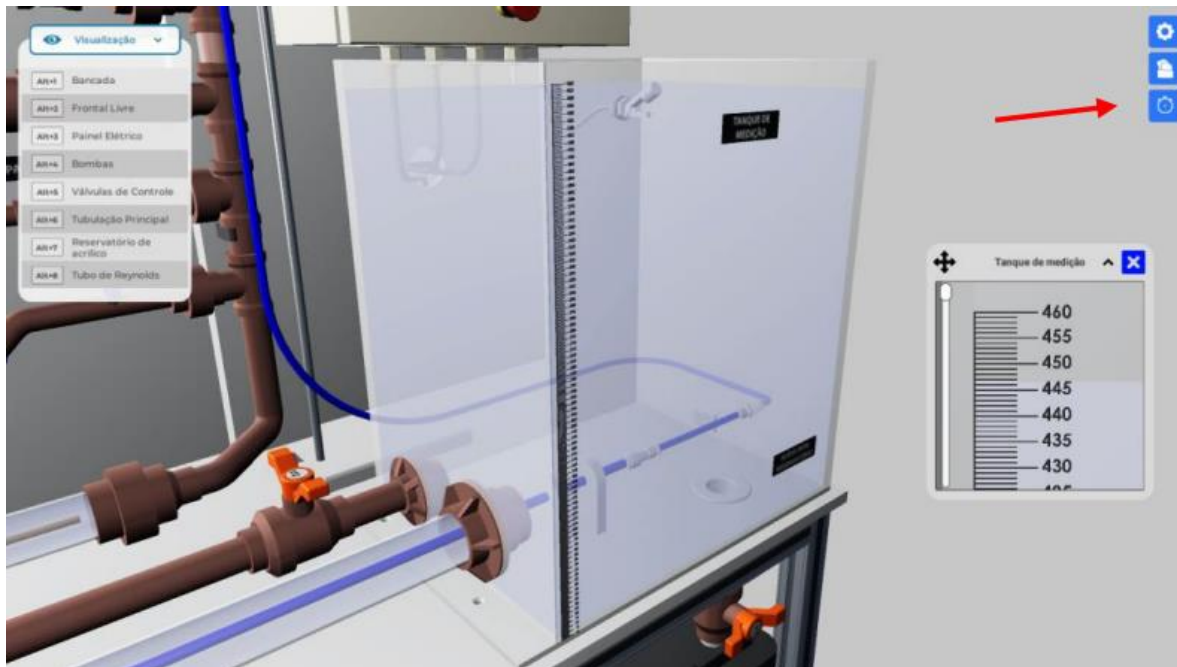
Figura 14 – Habilitação janela pop-up do reservatório



Fonte: Manual Algetec

Habilite o cronômetro clicando com o botão esquerdo do mouse sobre a aba do menu cronômetro (Figura 15).

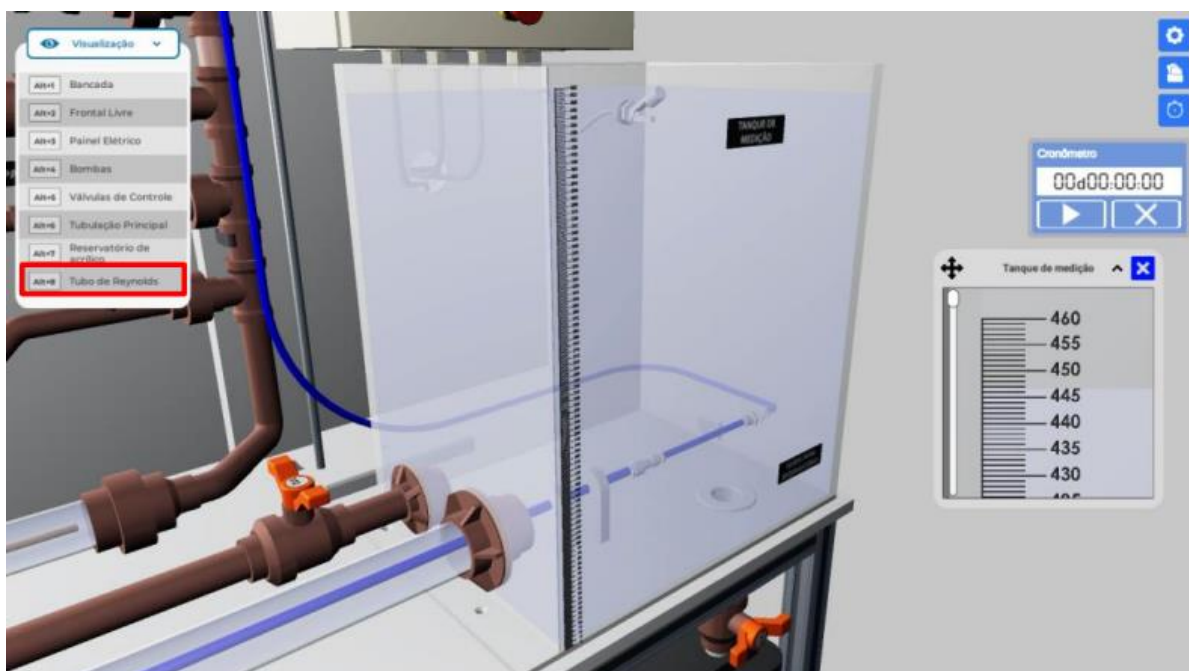
Figura 15 – Habilitação janela pop-up do cronômetro



Fonte: Manual Algetec

Dirija-se ao tubo de Reynolds clicando em “Tubo de Reynolds” no menu de visualização com o botão esquerdo do mouse (Figura 16).

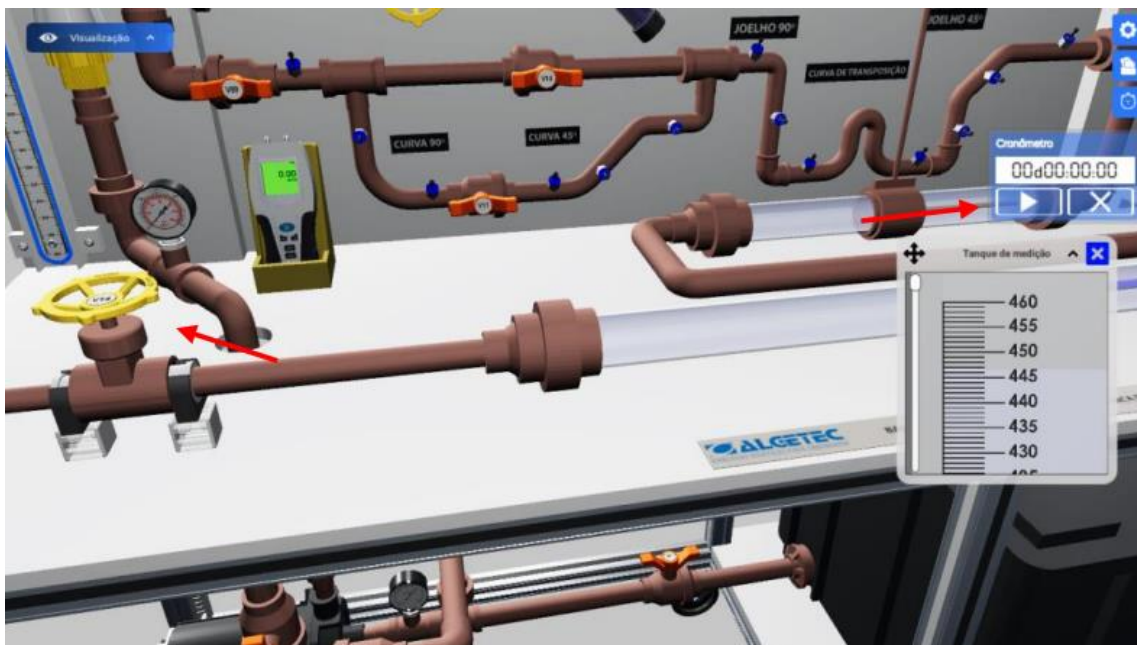
Figura 16 – Tubo de Reynolds



Fonte: Manual Algetec

Abra a válvula 14 na porcentagem escolhida clicando sobre a válvula com o botão direito do mouse, ao abrir aperte o play do cronômetro (Figura 17).

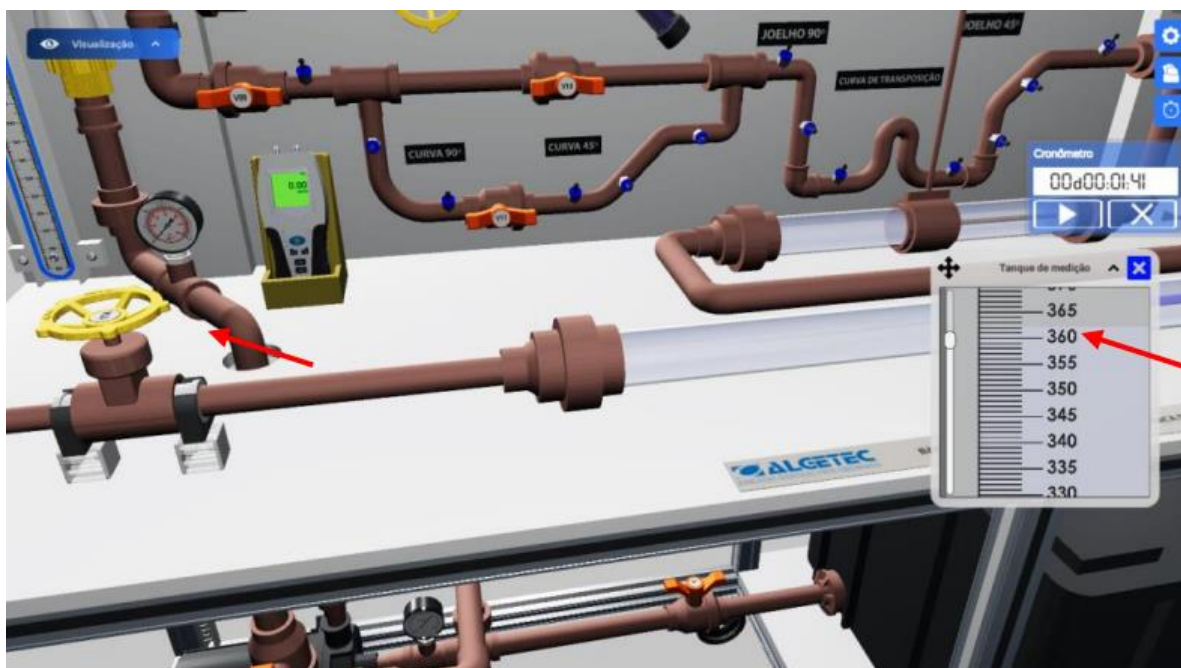
Figura 17 – Tubo de Reynolds



Fonte: Manual Algetec

Ao passar 1 minuto no cronômetro, feche a válvula 14 clicando com o botão esquerdo do mouse sobre ela e anote o novo volume do vazo deacrílico (Figura 18).

Figura 18 – Fechamento da Válvula 14

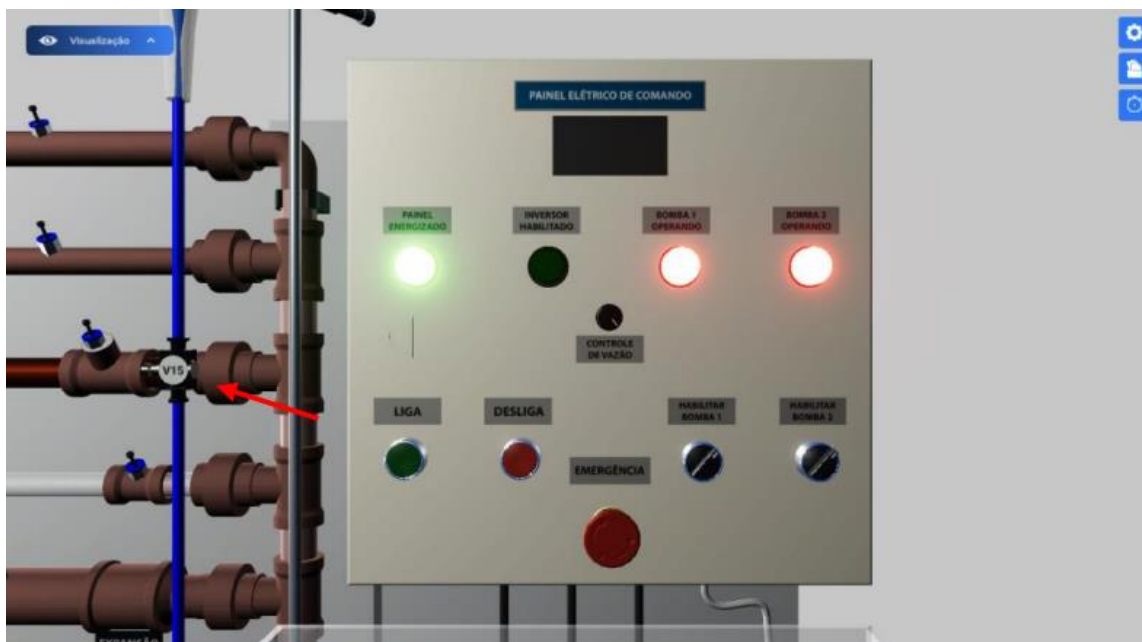


Fonte: Manual Algetec

✓ Observando o regime de escoamento

Dirija-se ao painel elétrico como orientado anteriormente e habilite o pop-up da válvula 15 clicando com o botão direito sobre a válvula (Figura 19).

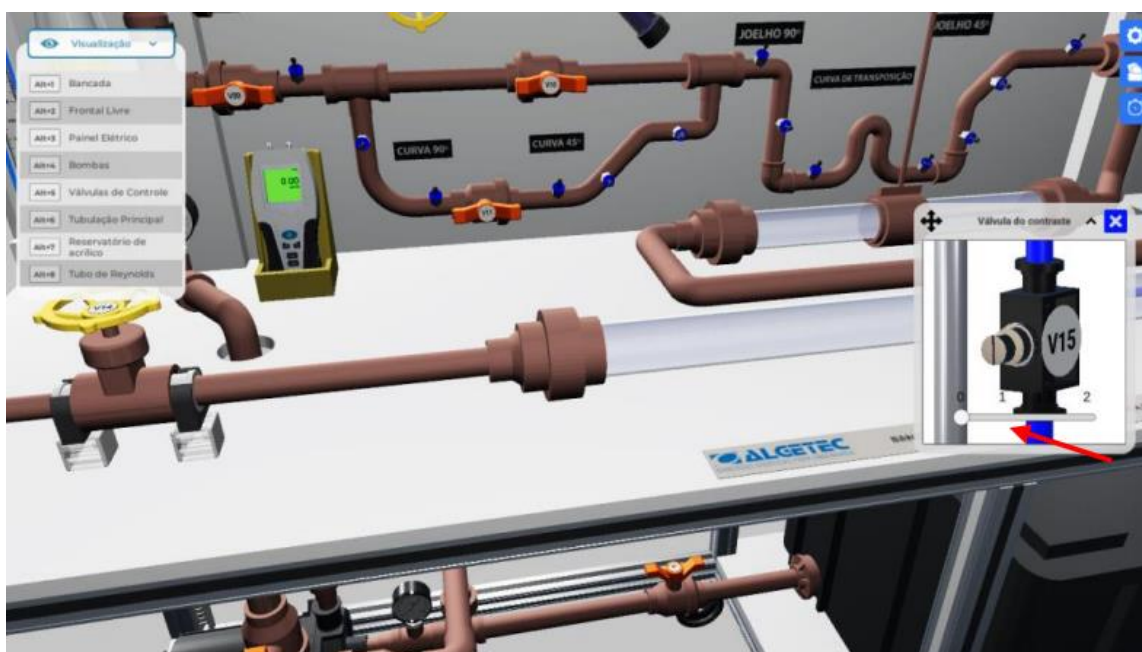
Figura 19 – Habilitação do pop-up Válvula 15



Fonte: Manual Algetec

Volte para o tubo de Reynolds como orientado anteriormente e abra a válvula 15 arrastando a barra no pop-up (Figura 20).

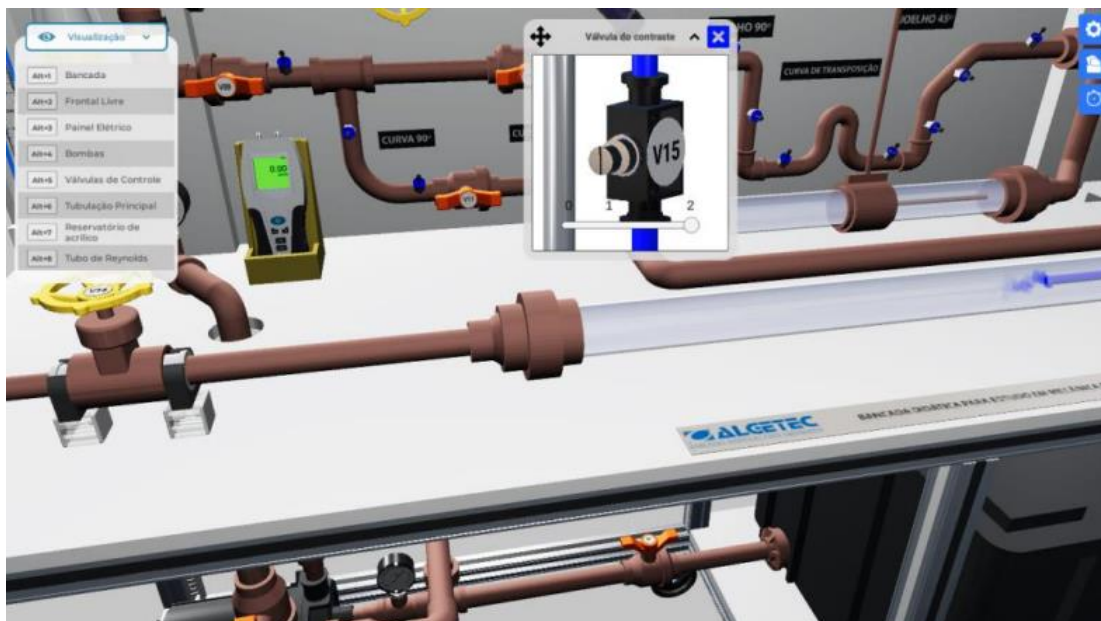
Figura 20 – Abertura da Válvula 15



Fonte: Manual Algetec

Abra a válvula 14 como já orientado anteriormente na mesma porcentagem utilizada para medir a vazão e observe o comportamento do escoamento do fluido (Figura 21).

Figura 21 – Abertura da Válvula 15



Fonte: Manual Algetec

### Avaliando os resultados:

Caro estudante! Você deverá entregar um relatório de aula prática contendo o passo a passo do experimento (inserir prints das imagens de cada etapa realizada), além de responder os seguintes questionamentos sobre o ensaio realizado:

- ✓ **A partir dos dados obtidos no laboratório, determine a vazão do sistema. Justifique. (Apresentar memória de cálculo e prints de imagens).**
- ✓ **Qual o regime de escoamento observado no experimento? Justifique. (Apresentar memória de cálculo e prints do escoamento no tubo de Reynolds).**

Repita o procedimento de modo a obter regime de escoamento diferente ao do obtido na primeira tentativa

### Checklist:

- ✓ Acessar seu AVA;
- ✓ Clicar no link do experimento MEDIDAS DE MASSA E VOLUME DE LÍQUIDOS;
- ✓ Verificação do posicionamento das válvulas (registros)

Realizar todas as alterações com a bancada desligada. Considere o diâmetro interno no tubo de Reynolds igual a 44 mm. Efetue as alterações conforme a Tabela 1.

- ✓ Habilitando as bombas, posicione a Válvula 2 c com 40% da sua capacidade. Em seguida

habilite as bombas no painel elétrico e aperte o botão de ligar. Após observar o fluxo de água no rotâmetro, abra a Válvula 2 c completamente.

- ✓ Enchendo o reservatório de água

Ajuste o potenciômetro para o controle de vazão para que a água entre no reservatório. Em seguida, feche a Válvula 13. Assim que notar que o nível de água no reservatório está subindo, feche a Válvula 12 após o reservatório encher completamente.

- ✓ Medindo a Vazão

Meça o volume de água presente no reservatório. Considere as seguintes dimensões: 40 cm de comprimento, 32 cm de largura e 47,4 cm de altura. Em seguida, abra a Válvula 14 numa porcentagem escolhida por você. Abra também o cronômetro e aperte o *start*. Aguarde aproximadamente 1 minuto, feche a Válvula 14 e meça novamente o volume contido no reservatório.

- ✓ Observando o regime de escoamento

Abra a Válvula 15 para que o fluido com corante comece a escoar. Quando visualizar o fluxo por meio da pipeta, abra a Válvula 14, controlando a vazão com a mesma porcentagem do passo anterior. É necessário aguardar o fluxo se estabilizar para começar a medição.

## RESULTADOS

### Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

### Resultados de Aprendizagem:

Uma vez realizado o experimento e observado o regime turbulento, repete-se o procedimento alterando o volume e, conseqüentemente, a vazão e a velocidade de escoamento, que acarretará na alteração do regime de escoamento.

# Roteiro Aula Prática



**HIDRÁULICA E HIDROMETRIA**

# ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

**NOME DA DISCIPLINA: HIDRÁULICA E HIDROMETRIA**

**Unidade:** U2\_ ESCOAMENTO\_PERMANENTE\_EM\_CONDUTOS\_FORÇADOS

**Aula:** A1\_ESCOAMENTO\_UNIFORME\_EM\_TUBULAÇÕES

## OBJETIVOS

### Definição dos objetivos da aula prática:

A perda de carga distribuída é um conceito crucial em sistemas hidráulicos, referindo-se à perda de energia que ocorre ao longo de uma tubulação devido ao atrito entre o fluido e as paredes internas. A equação de Darcy-Weisbach desempenha um papel fundamental na análise dessas perdas, permitindo aos engenheiros calcular com precisão como a perda de carga distribuída afeta o desempenho de sistemas hidráulicos. Esta equação leva em consideração fatores como o diâmetro da tubulação, a rugosidade da superfície interna, a velocidade do fluido e o comprimento do tubo, fornecendo uma ferramenta essencial para o projeto e a otimização de sistemas de transporte de fluidos, como redes de água, óleo e gás.

- ✓ **Conhecer as ferramentas do software EPANET a ser utilizado no dimensionamento de condutos forçados;**
- ✓ **Aplicar os conceitos sobre condutos forçados em problemas de engenharia;**
- ✓ **Correlacionar teoria e prática sobre dimensionamento de condutos forçados.**

## SOLUÇÃO DIGITAL:

O EPANET é um software criado pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA – *Environmental Protection Agency*) que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizada. Trata-se de um programa de domínio público e pode ser utilizado para fins acadêmicos e comerciais.

<https://ct.ufpb.br/lenhs/contents/menu/assuntos/epanet>

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

**Procedimento/Atividade nº 1**

**Atividade proposta:** Cálculo de tubulação entre dois reservatórios através do EPANET.

### Procedimentos para a realização da atividade:

1º - Para realizar a atividade proposta, é necessário que o aluno faça o download e instalação do software EPANET. Para isso, acesse o link a seguir, baixe e instale o programa:

<http://ct.ufpb.br/lenhs/contents/menu/assuntos/epanet>

BRASIL CORONAVÍRUS (COVID-19) Simplifique! Participe Acesso à informação Legislação Canais

Ir para o conteúdo 1 Ir para o menu 2 Ir para a busca 3 Ir para o rodapé 4

ACESSIBILIDADE ALTO CONTRASTE MAPA DO SITE

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

# Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS/UFPB

CENTRO DE TECNOLOGIA - CT

Buscar no portal

Contato

VOCE ESTÁ AQUI: [PÁGINA INICIAL](#) > [CONTENTS](#) > [MENU](#) > [ASSUNTOS](#) > [EPANET](#)

Desenvolvido por  
GWEB

## EPANET

por LENHS — publicado 12/09/2020 21h24, última modificação 12/09/2020 21h35

Tweetar

Curtir 0

### ASSUNTOS

Quem somos?

Equipe

Livros

Pesquisas

Cursos Online  
2023

Anais dos SEREAs

SWMM

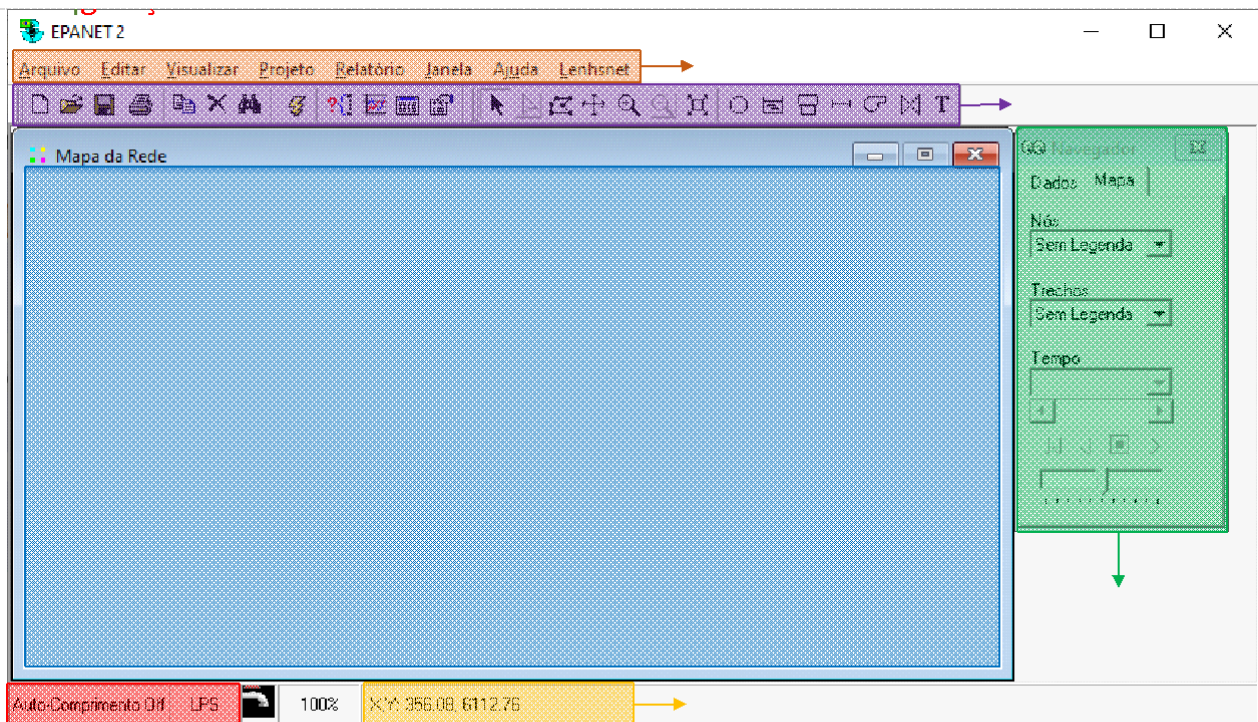
O EPANET 2.0 foi desenvolvido pela U. S. *Environmental Protection Agency* (USEPA). É um simulador de sistemas de abastecimento de água amplamente testado e credível. Obs.: A tradução do EPANET é referente à versão original em inglês 2.00.12.

### Download do EPANET

Manual do EPANET 2.0 BRASIL (Arquivo PDF)

Programa EPANET 2.0 BRASIL incluindo o LENHSNET (arquivo EXE)

### 2º - Área de trabalho



Nas opções de menu, é possível abrir e salvar arquivos, escolher uma imagem de fundo (ex.: mapa de um bairro), definir as configurações da simulação, gerar relatórios com resultados, entre outros. A barra de ferramentas é a maneira mais prática de inserir novos componentes físicos (últimos botões). Na janela, é visualizado o traçado da rede, que pode ser em escala como coordenadas obtidas através de um mapa de fundo, ou não, ou seja, apenas um esquemático. No navegador, é possível criar e editar componentes em listas por categorias como nós, trechos, bombas etc.)

As equações utilizadas poderão ser editadas em:

Menu Projeto -> Opções de simulação

O software apresenta as opções listadas abaixo:

- H-W: Hazen-Williams
- D-W: Darcy-Weisbach (utilizar esta equação)
- C-M: Chezy-Manning

Dê preferência em trabalhar no sistema internacional de unidades – SI. Em Projeto, vá em opções de simulação, escolha unidades de vazão LPS (litros por segundo).

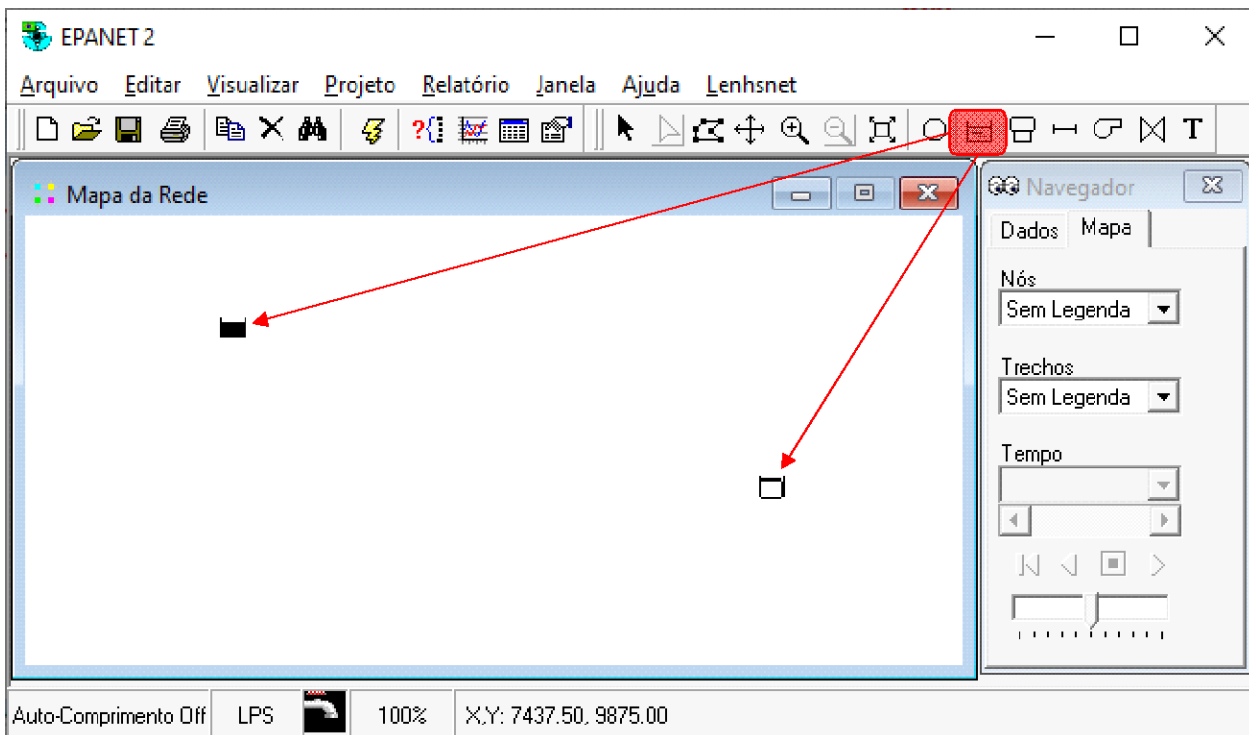
3º Exercício de aula prática – ligação entre dois reservatórios de nível constante.

Nesse exercício, faremos a ligação entre dois reservatórios abertos, com diferença de níveis de água de 15 m, feita através de uma tubulação de 6” de diâmetro em aço liso ( $\epsilon=0,10$  mm). O comprimento da tubulação é 500 m. Despreze as perdas de carga localizadas.

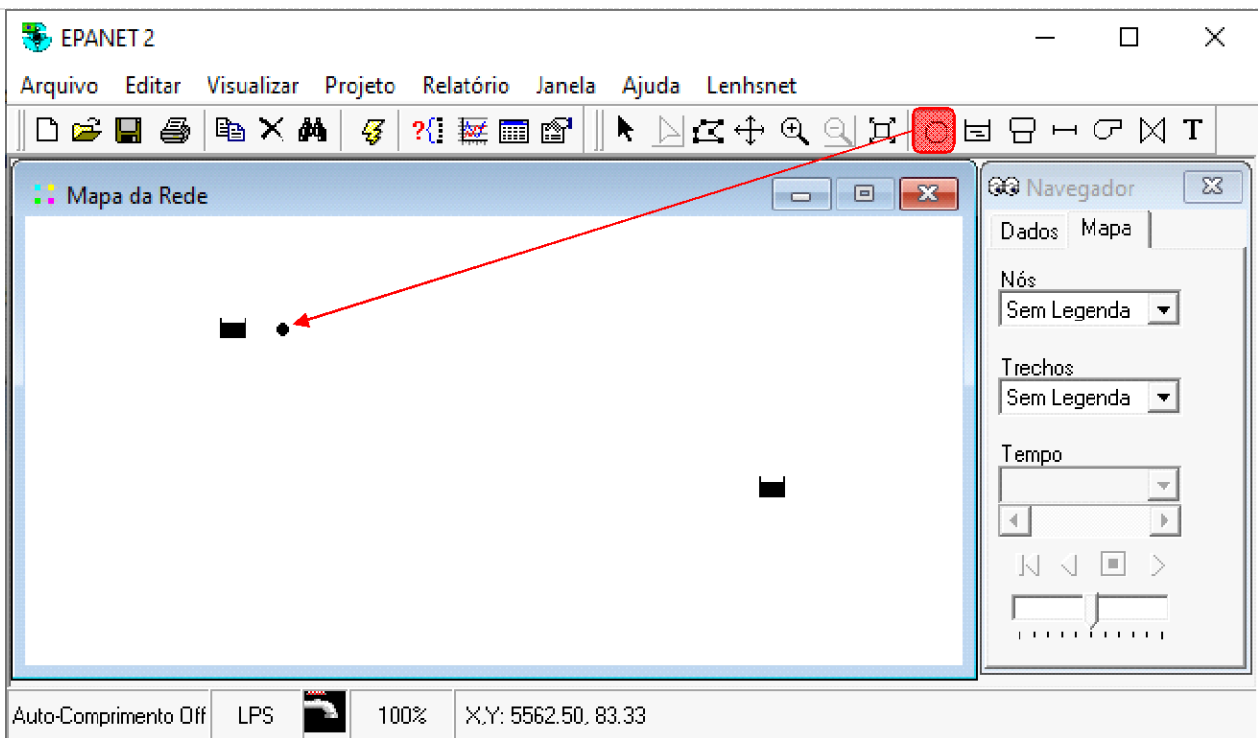
Com todos esses dados, determine a vazão transportada em regime permanente.

#### 4º Inserindo os objetos

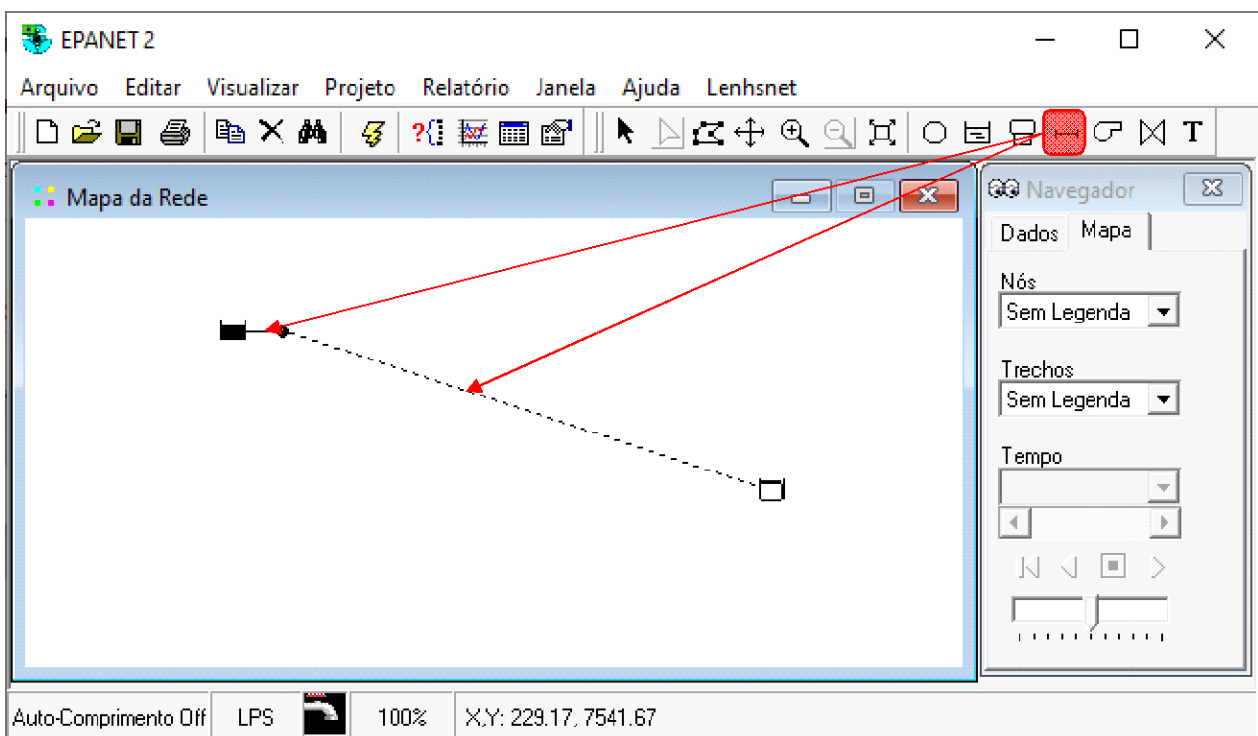
O primeiro passo será clicar no botão RNF (Reservatório de Nível Fixo) e, em seguida, clicar no mapa para inserir os dois reservatórios do problema.



O método de cálculo do programa exige que haja a inserção de, ao menos, um nó. Dessa forma, clique no botão de adicionar nó na barra de ferramentas e insira um nó próximo ao primeiro reservatório, da seguinte maneira:



Na sequência, insira os trechos de tubulação, clicando no botão “adicionar trecho”. Depois, dê um clique no reservatório mais elevado e um segundo clique no nó, inserindo o primeiro trecho. Depois, repita o processo clicando no nó e, em seguida, no reservatório inferior, dessa forma, você irá inserir o segundo trecho, assim:



4º Dados e configurações

Agora, clique no botão “selecionar objeto” na barra de ferramentas e, a seguir, dê um duplo clique no reservatório inferior. Verifique se o nível de água nesse reservatório é zero, pois, dessa forma, estaremos indicando que o referencial adotado para as cotas coincide com o nível de água do reservatório inferior. Repita o mesmo procedimento para o reservatório superior, porém, definindo o nível de água como 15, dado no enunciado.

RNF 2		RNF 1	
Propriedade	Valor	Propriedade	Valor
*Identificador do RNF	2	*Identificador do RNF	1
Coordenada X	10905.35	Coordenada X	4331.10
Coordenada Y	4197.53	Coordenada Y	6672.24
Descrição		Descrição	
Zona		Zona	
*Nível de Água	0	*Nível de Água	15
Padrão de Nível		Padrão de Nível	
Qualidade Inicial		Qualidade Inicial	

Agora, dê duplo clique no primeiro trecho. Este só se fez necessário por exigência do programa de que haja ao menos um nó. Portanto, será definido um comprimento desprezível para o mesmo, da seguinte maneira:

Sempre pressione *enter* após definir um valor ou opção. Utilize ponto (.) como separador decimal.

- Comprimento (m) = 0.001 (valor desprezível)
- Diâmetro (mm) = 152.4 (6")
- Rugosidade (mm) = 0.1 (enunciado)

Trecho 1	
Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	1
*Nó Inicial	1
*Nó Final	3
Descrição	
Zona	
*Comprimento	0.001
*Diâmetro	152.4
*Rugosidade	0.1

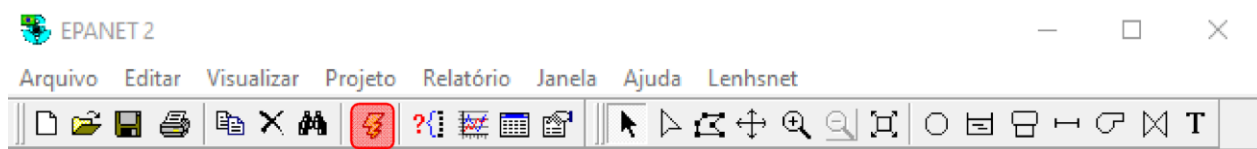
Agora, para o segundo trecho defina os seguintes valores:

- Comprimento (m) = 500 (enunciado)
- Diâmetro (mm) = 152.4 (6")
- Rugosidade (mm) = 0.1 (enunciado)

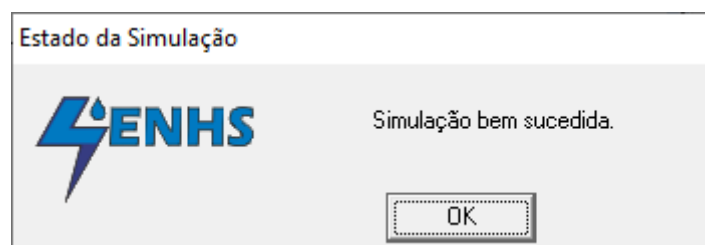
Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	2
*Nó Inicial	3
*Nó Final	2
Descrição	
Zona	
*Comprimento	500
*Diâmetro	152.4
*Rugosidade	0.1

### 5º Processamento e Resultados

Clique no botão “executar simulação”:



Se algum erro for reportado, volte e verifique todos os dados de cada componente e as configurações do projeto. No caso do preenchimento correto de todos os dados, a seguinte mensagem deverá aparecer:



Apenas clique em “OK”.

Após a conclusão da simulação, dê um duplo clique no trecho para exibir a janela de configuração desse componente. Alternativamente, você pode, através da janela Navegador, aba Dados, selecionar, na lista exibida, o botão de seta para baixo, a opção Trechos e dar duplo clique no identificador do trecho (“2”).

Desça a barra de rolagem da janela que aparecerá e analise os resultados:

- Vazão: vazão calculada em L/s (unidade selecionada);
- Velocidade: velocidade calculada, em m/s;
- Perda de Carga: perda de carga unitária (em m/km);
- Fator de Resistência: fator de atrito  $f$ .

### **Avaliando os resultados:**

Caro estudante! Você deverá apresentar um relatório com prints do software da simulação realizada.

1. **No relatório, deverá reportar os resultados e discuti-los.**
2. **Apresentar também as dificuldades encontradas durante a realização da prática e as facilidades que a utilização do software trouxe.**

### **Checklist:**

- ✓ Fazer o download do instalador e instalar o software EPANET;
- ✓ Ajustar as unidades para o SI e a equação para Darcy-Weisbach;
- ✓ Inserir os objetos – reservatórios, nó e trechos;
- ✓ Atribuir os parâmetros dos objetos inseridos – nível d'água, comprimento, diâmetro, rugosidade e coeficiente de perda de carga localizada;
- ✓ Executar a simulação e analisar os resultados.

## **RESULTADOS**

### **Resultados do experimento:**

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

### **Resultados de Aprendizagem:**

Após a execução do passo-a-passo, os alunos deverão ser capazes de chegar nos resultados sobre o escoamento uniforme em tubulações.

# Roteiro Aula Prática



**HIDRÁULICA E HIDROMETRIA**

# ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

## NOME DA DISCIPLINA: HIDRÁULICA E HIDROMETRIA

**Unidade:** U2\_ESCOAMENTO\_PERMANENTE\_EM\_CONDUTOS\_FORÇADOS.

**Aula:** A3\_SISTEMAS\_HIDRÁULICOS\_DE\_TUBULAÇÕES\_II

### OBJETIVOS

#### Definição dos objetivos da aula prática:

O "Problema dos Três Reservatórios" é um desafio clássico na engenharia hidráulica que envolve a otimização do fluxo de água entre três reservatórios interconectados. O objetivo é encontrar configurações ideais de comportas e válvulas que maximizem o abastecimento de água para uma cidade, ao mesmo tempo em que minimizam perdas e custos. Esse problema é essencial para o planejamento eficiente dos sistemas de abastecimento de água, garantindo a distribuição adequada de recursos hídricos.

Uma ferramenta valiosa para abordar o "Problema dos Três Reservatórios" e outros desafios de engenharia hidráulica é o software EPANET, que é uma plataforma de modelagem hidráulica que permite aos engenheiros criar representações virtuais de sistemas de abastecimento de água, incluindo reservatórios, redes de tubulação, bombas e válvulas. Com o EPANET, é possível simular o funcionamento de um sistema em diferentes cenários, ajustando as configurações das válvulas e comportas para otimizar o fluxo de água.

Além disso, o software fornece informações detalhadas sobre a pressão, a vazão e a distribuição da água em todo o sistema, o que é fundamental para tomar decisões informadas. Ele oferece uma abordagem baseada em modelos matemáticos para resolver problemas complexos, como o "Problema dos Três Reservatórios", permitindo que os engenheiros avaliem diferentes estratégias de operação e manutenção.

- ✓ **Conhecer as ferramentas do software EPANET a ser utilizado na resolução do problema de três reservatórios;**
- ✓ **Aplicar conceitos sobre o assunto;**
- ✓ **Correlacionar teoria e prática sobre resolução do problema de três reservatórios.**

### SOLUÇÃO DIGITAL:

O EPANET é um software criado pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA – *Environmental Protection Agency*) que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do

comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizada. Trata-se de um programa de domínio público e pode ser utilizado para fins acadêmicos e comerciais

<https://ct.ufpb.br/lenhs/contents/menu/assuntos/epanet>

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

**Atividade proposta:** Cálculo de problema dos três reservatórios através do EPANET.

### Procedimentos para a realização da atividade:

1º - Para realizar a atividade proposta, é necessário que o aluno faça o download e instalação do software EPANET. Para isso, acesse o link a seguir, baixe e instale o programa:

<http://ct.ufpb.br/lenhs/contents/menu/assuntos/epanet>

The screenshot shows the website interface for the Laboratory of Energy Efficiency and Hydraulics in Sanitation (LENHS/UFPB). The header includes navigation links for 'BRASIL', 'CORONAVÍRUS (COVID-19)', 'Simplifique!', 'Participe', 'Acesso à informação', 'Legislação', and 'Canais'. Below the header, there are links for 'Ir para o conteúdo', 'Ir para o menu', 'Ir para a busca', and 'Ir para o rodapé'. The main navigation bar includes 'ACESSIBILIDADE', 'ALTO CONTRASTE', and 'MAPA DO SITE'. The page title is 'Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS/UFPB' with the subtitle 'CENTRO DE TECNOLOGIA - CT'. A search bar is present with the text 'Buscar no portal'. Social media icons for YouTube, Facebook, and Twitter are also visible. The main content area shows the breadcrumb 'VOCE ESTÁ AQUI: PÁGINA INICIAL > CONTENTS > MENU > ASSUNTOS > EPANET'. The article title is 'EPANET', developed by GWEB. The text states that EPANET 2.0 was developed by the U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) and is a simulator of water distribution systems. It includes a 'Download do EPANET' section with links for the manual and the program files.

BRASIL CORONAVÍRUS (COVID-19) Simplifique! Participe Acesso à informação Legislação Canais

Ir para o conteúdo Ir para o menu Ir para a busca Ir para o rodapé

ACESSIBILIDADE ALTO CONTRASTE MAPA DO SITE

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

# Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS/UFPB

CENTRO DE TECNOLOGIA - CT

Contato

VOCE ESTÁ AQUI: PÁGINA INICIAL > CONTENTS > MENU > ASSUNTOS > EPANET

Desenvolvido por GWEB

## EPANET

por LENHS — publicado 12/09/2020 21h24, última modificação 12/09/2020 21h35

Tweetar Curtir 0

O EPANET 2.0 foi desenvolvido pela U. S. *Environmental Protection Agency* (USEPA). É um simulador de sistemas de abastecimento de água amplamente testado e credível. Obs.: A tradução do EPANET é referente à versão original em inglês 2.00.12.

### Download do EPANET

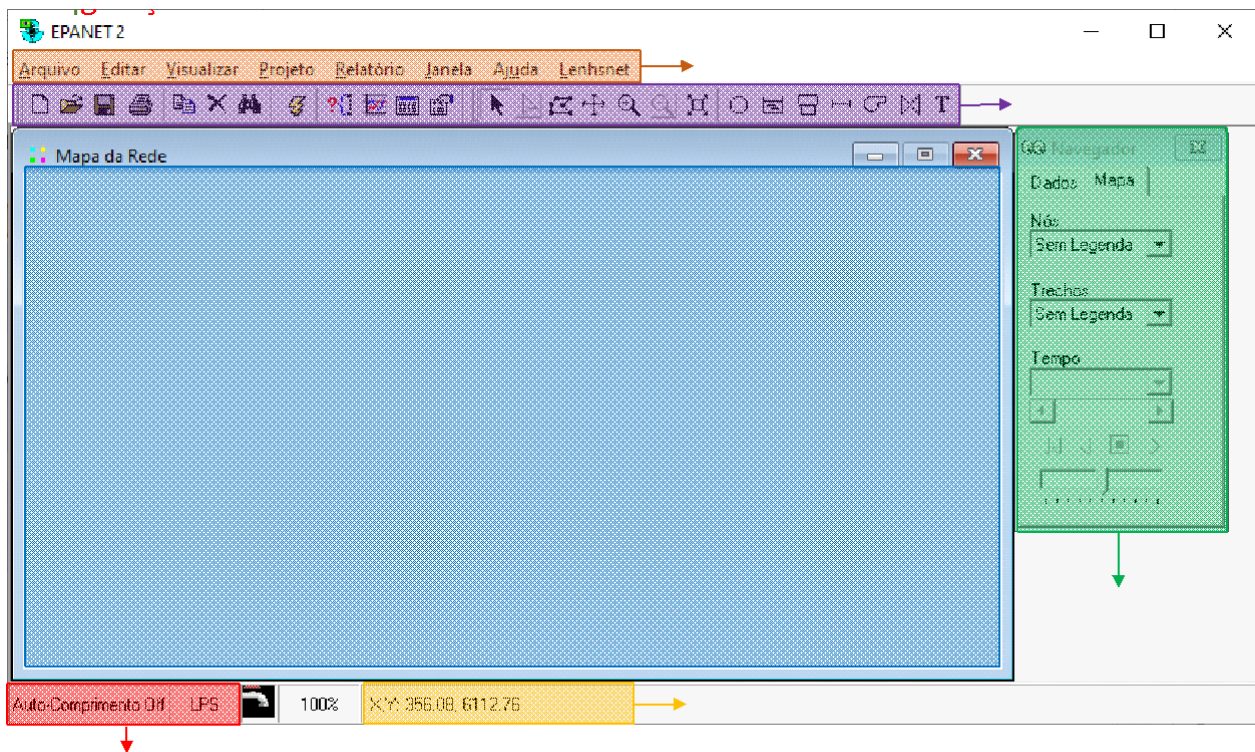
Manual do EPANET 2.0 BRASIL ([Arquivo PDF](#))

Programa EPANET 2.0 BRASIL incluindo o LENHSNET ([arquivo EXE](#))

ASSUNTOS

- Quem somos?
- Equipe
- Livros
- Pesquisas
- Cursos Online 2023
- Anais dos SEREAs
- SWMM

## 2º - Área de trabalho



Nas opções de menu, é possível abrir e salvar arquivos, escolher uma imagem de fundo (ex.: mapa de um bairro), definir as configurações da simulação, gerar relatórios com resultados, entre outros. A barra de ferramentas é a maneira mais prática de inserir novos componentes físicos (últimos botões). Na janela, é visualizado o traçado da rede, que pode ser em escala como coordenadas obtidas através de um mapa de fundo, ou não, ou seja, apenas um esquemático. No navegador, é possível criar e editar componentes em listas por categorias como nós, trechos, bombas etc.)

As equações utilizadas poderão ser editadas em:

Menu Projeto -> Opções de simulação

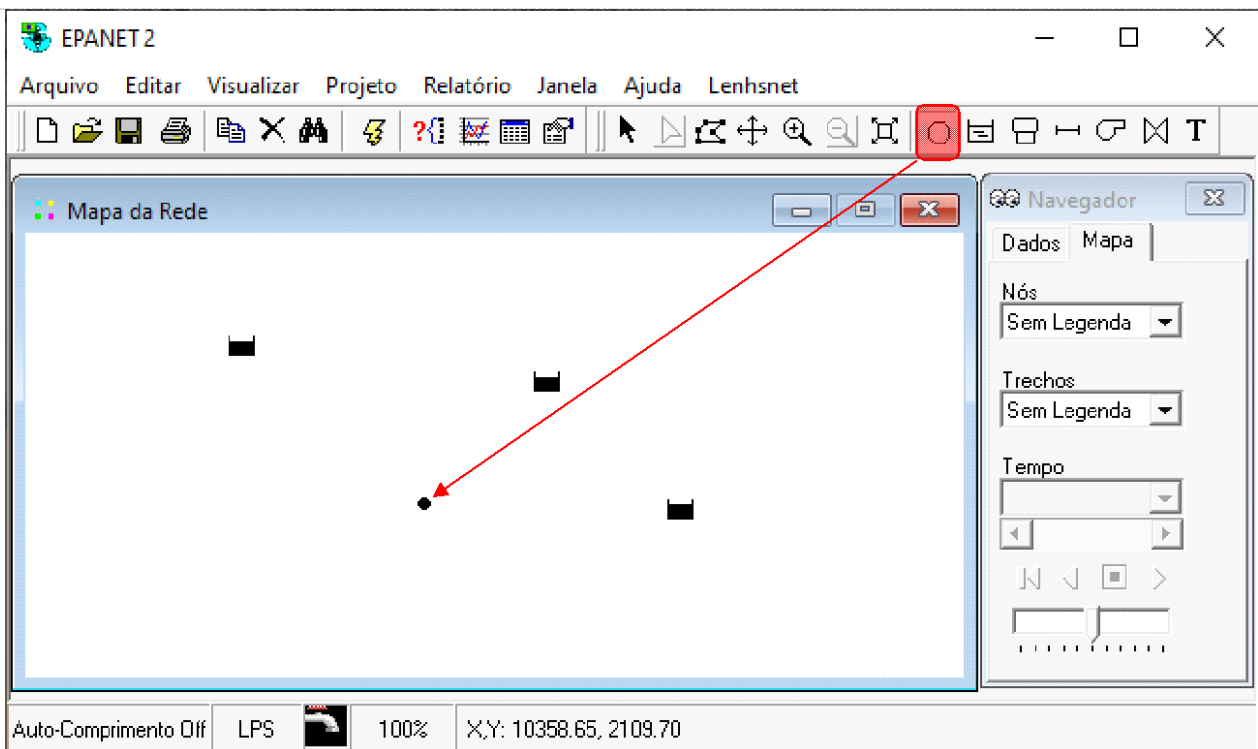
O software apresenta as opções listadas abaixo:

- H-W: Hazen-Williams
- D-W: Darcy-Weisbach (utilizar esta equação)
- C-M: Chezy-Manning

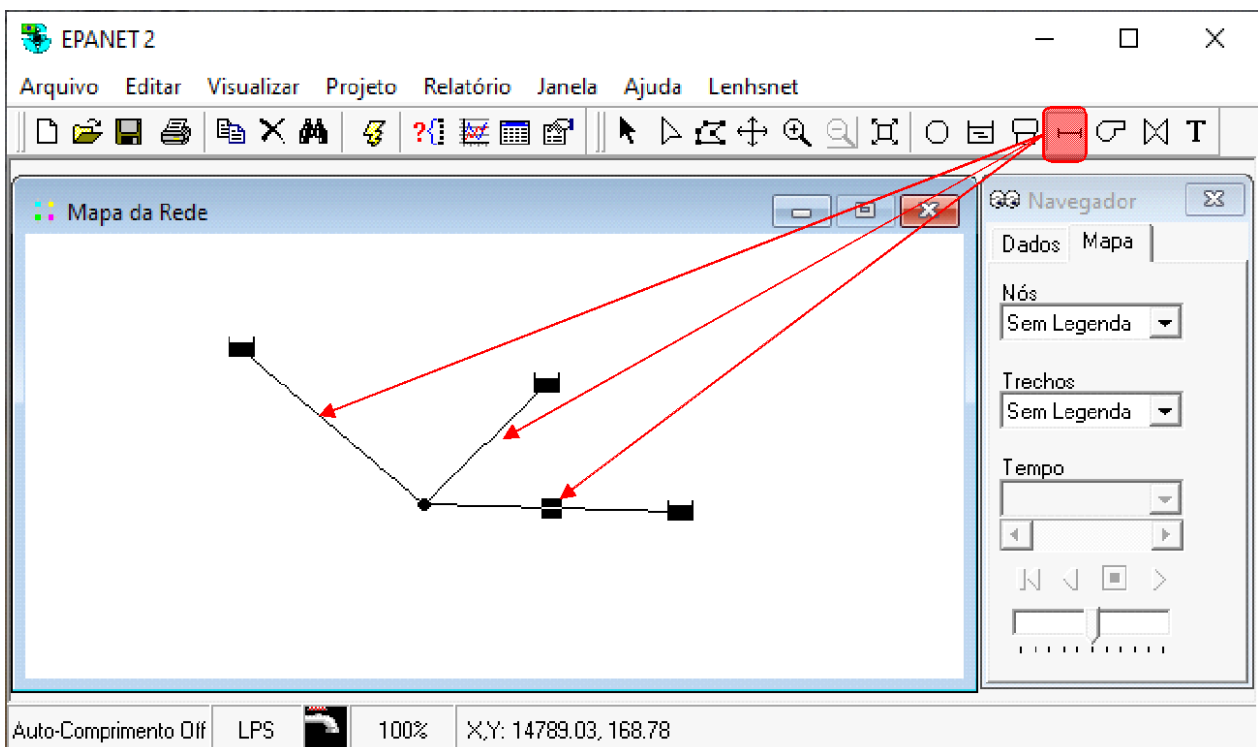
Dê preferência em trabalhar no sistema internacional de unidades – SI. Em “projeto”, vá em “opções de simulação”, escolha unidades de vazão LPS (litros por segundo).

3º Exercício de aula prática – problema dos três reservatórios





Na sequência, insira os trechos de tubulação, clicando no botão “adicionar trecho”. Depois, dê um clique no reservatório mais elevado e um segundo clique no nó, inserindo o primeiro trecho. Depois, repita o processo para os outros dois reservatórios para inserir o segundo e o terceiro trecho, assim:



#### 4º Dados e configurações

Agora, clique no botão “selecionar objeto” na barra de ferramentas e, a seguir, dê um duplo clique no reservatório R1 e insira o nível de água conforme indicado na figura do problema (3º passo),

nesse caso, 210 m. Faça o mesmo para os outros dois reservatórios conforme especificação para cada um. Para o nó, defina a cota como 175 m.

RNF 1		RNF 2		RNF 3	
Propriedade	Valor	Propriedade	Valor	Propriedade	Valor
*Identificador do RNF	1	*Identificador do RNF	2	*Identificador do RNF	3
Coordenada X	-738.40	Coordenada X	6139.24	Coordenada X	9135.02
Coordenada Y	7426.16	Coordenada Y	6624.47	Coordenada Y	3755.27
Descrição		Descrição		Descrição	
Zona		Zona		Zona	
*Nível de Água	210	*Nível de Água	180	*Nível de Água	150
Padrão de Nível		Padrão de Nível		Padrão de Nível	
Qualidade Inicial		Qualidade Inicial		Qualidade Inicial	

Agora, dê duplo clique no primeiro trecho e insira as suas devidas informações:

Sempre pressione *enter* após definir um valor ou opção. Utilize ponto (.) como separador decimal.

-Comprimento (m) = 500 (valor desprezível)

-Diâmetro (mm) = 150

-Rugosidade (mm) = 0.20

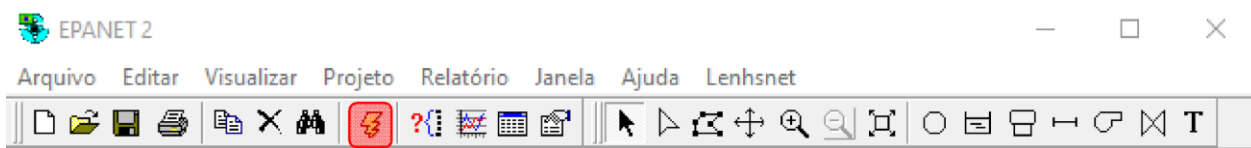
Trecho 1	
Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	1
*Nó Inicial	1
*Nó Final	4
Descrição	
Zona	
*Comprimento	500
*Diâmetro	150
*Rugosidade	0.20

Repita o passo a passo para os demais trechos, inserindo as informações de cada um, dessa forma:

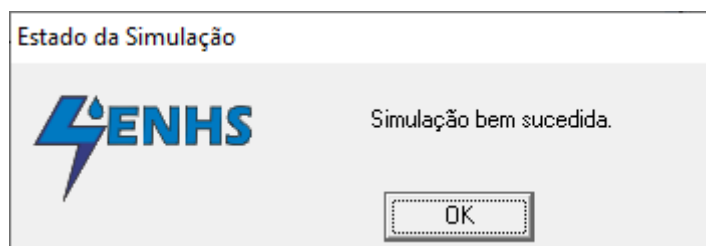
Trecho 2		Trecho 3	
Propriedade	Valor	Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	2	*Identificador do Trecho	3
*Nó Inicial	2	*Nó Inicial	4
*Nó Final	4	*Nó Final	3
Descrição		Descrição	
Zona		Zona	
*Comprimento	1500	*Comprimento	2000
*Diâmetro	200	*Diâmetro	150
*Rugosidade	0.12	*Rugosidade	0.24

5º Processamento e Resultados

Clique no botão “executar simulação”:



Se algum erro for reportado, volte e verifique todos os dados de cada componente e as configurações do projeto. No caso do preenchimento correto de todos os dados, a seguinte mensagem deverá aparecer:



Apenas clique em “OK”.

Após a conclusão da simulação, dê um duplo clique no trecho para exibir a janela de configuração desse componente. Alternativamente, você pode, através da janela Navegador, aba Dados, selecionar, na lista exibida, o botão de seta para baixo, a opção Trechos e dar duplo clique no identificador do trecho (“2”).

Desça a barra de rolagem da janela que aparecerá e analise os resultados:

- Vazão: vazão calculada em L/s (unidade selecionada);
- Velocidade: velocidade calculada, em m/s.

Ao dar um duplo clique no nó, será possível obter o valor da carga de pressão em A.

### **Avaliando os resultados:**

Caro estudante! Você deverá apresentar um relatório com prints do software da simulação realizada.

1. **No relatório, deverá reportar os resultados e discuti-los.**
2. **Apresentar também as dificuldades encontradas durante a realização da prática e as facilidades que a utilização do software trouxe.**

### **Checklist:**

- ✓ Fazer o download do instalador e instalar o software EPANET;
- ✓ Ajustar as unidades para o SI e a equação para Darcy-Weisbach;
- ✓ Inserir os objetos – reservatórios, nó e trechos;

- ✓ Atribuir os parâmetros dos objetos inseridos – nível d'água, comprimento, diâmetro e rugosidade;
- ✓ Executar a simulação e analisar os resultados.

## RESULTADOS

### Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

### Resultados de Aprendizagem:

Após a execução do passo-a-passo, os alunos deverão ser capazes de chegar nos resultados sobre os sistemas hidráulicos de tubulações: vazão, velocidade, perda de carga e fator de atrito.

# Roteiro Aula Prática



**HIDRÁULICA E HIDROMETRIA**

# ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

**NOME DA DISCIPLINA:** HDRÁULICA E HIDROMETRIA

**Unidade:** U3\_SISTEMAS ELEVATÓRIOS

**Aula:** A3\_SISTEMAS\_DE\_BOMBEAMENTOS

## OBJETIVOS

### Definição dos objetivos da aula prática:

Em um grande número de aplicações práticas, os campos de variação da vazão e da altura manométrica podem ser excessivamente amplos para serem abrangidos com a utilização de uma única bomba, mesmo variando a velocidade, sendo necessário associar bombas em série ou em paralelo, para que os requisitos de projeto sejam atendidos (MACINTYRE, 2011, p.176) Bombas em série são utilizadas quando se deseja aumentar a altura manométrica, pois a vazão que passa por cada uma delas é a mesma. Nesta associação, a saída de uma bomba é conectada à entrada da bomba seguinte, resultando numa altura manométrica total expressa pela somatória da altura manométrica de cada bomba. Bombas em paralelo são utilizadas quando se deseja aumentar a vazão do sistema. O aumento da vazão também irá provocar um aumento da perda de carga do sistema, fazendo com que a vazão total do sistema não seja a soma das vazões de cada bomba. Em qualquer tipo de associação, deve ser levantada a curva das bombas associadas e sobrepor-la à curva do sistema, para que o ponto de operação do sistema seja determinado pela interseção das duas curvas.

- ✓ Realizar o levantamento da curva de uma bomba centrífuga;
- ✓ Determinar a curva de desempenho de uma associação de bombas em série;
- ✓ Definir a curva de desempenho de uma associação de bombas em paralelo;
- ✓ Comparar os resultados obtidos nas medições com os valores teóricos esperados.

## SOLUÇÃO DIGITAL:

Laboratório Virtual Algetec - simulador: Associação de Bombas - ID 135

## PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

### Procedimento/Atividade nº 1

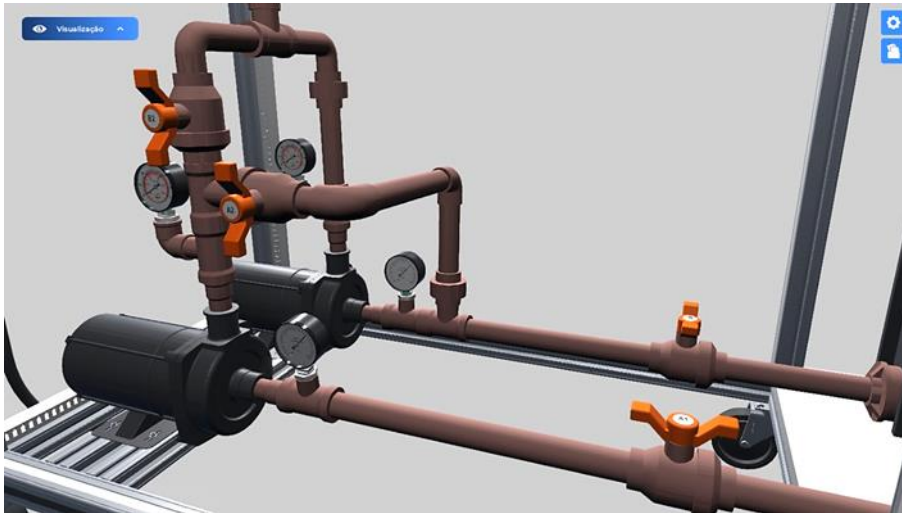
Inserir o nome do experimento: Associação de Bombas

**Atividade proposta:** Levantar a curva característica de uma bomba e de duas bombas iguais em série e em paralelo.

**Procedimentos para a realização da atividade:**

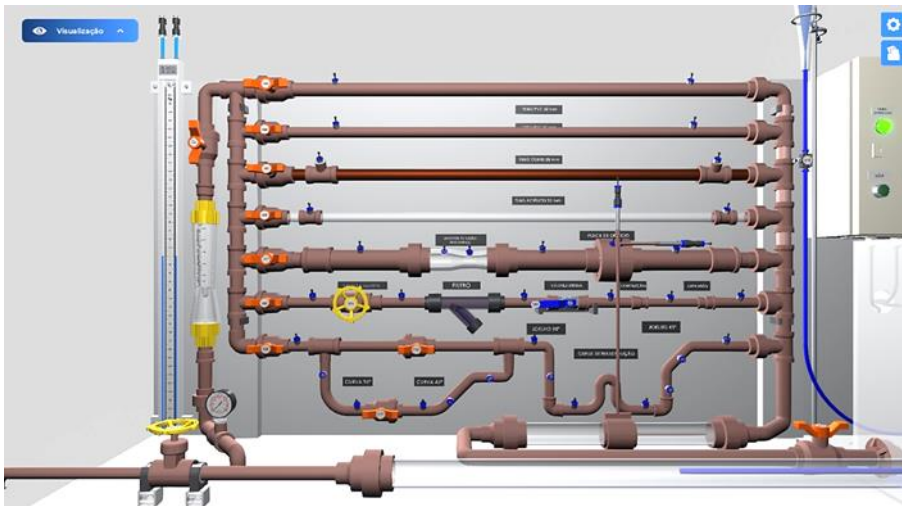
**A - Levantamento da Curva de uma Bomba Individual:**

1. Nas tubulações das bombas (Alt+4), a posição das válvulas de esfera deve estar: A1 e B2 abertas e B1 e A2 fechadas;



Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

2. Nas tubulações da bancada (Alt+2), a posição das válvulas de esfera devem estar abertas;



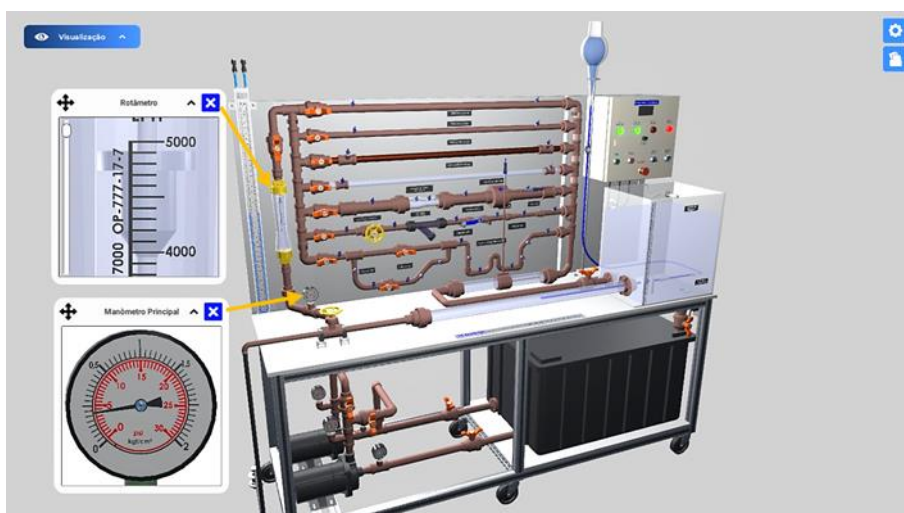
Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

3. No painel elétrico (Alt+3), mantenha o botão de emergência desativado e habilite a bomba 2. Em seguida, configure o potenciômetro aumentando a vazão até o valor máximo. Por fim, ligue o sistema.



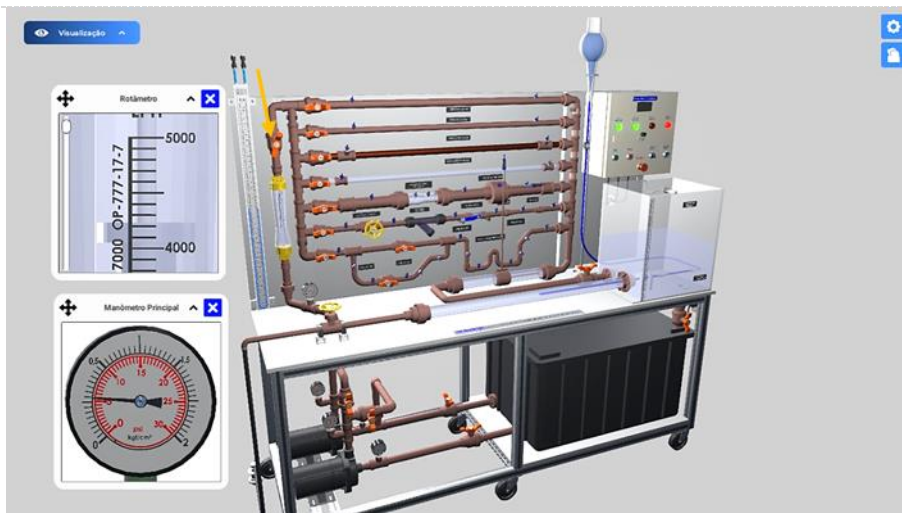
Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

4. Visualize a Válvula de controle (Alt+1), clique bom o botão direito no manômetro e anote a pressão de recalque, que corresponde à altura manométrica do sistema. Em seguida, clique com o botão direito no rotâmetro e anote o valor correspondente da vazão. Deixe essas duas janelas de instrumentos abertas.



Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

5. Clique com o botão esquerdo em cima da válvula de esfera C2 para que ela restrinja um pouco o fluxo e anote os valores da pressão de recalque e da vazão correspondente. Repita esse procedimento até que a válvula de esfera C2 esteja completamente fechada, indicando vazão zero (shut off).



Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

6. Após finalizar a coleta de dados, desligue o equipamento no painel elétrico (Alt+3).



Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

## B - Levantamento da Curva de Duas Bombas Iguais em Série:

1. Nas tubulações das bombas (Alt+4), a posição das válvulas de esfera deve estar: A1 e A2 abertas e B1 e B2 fechadas;



Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

2. Nas tubulações da bancada (Alt+2), a posição das válvulas de esfera devem estar abertas;
3. No painel elétrico (Alt+3), mantenha o botão de emergência desativado e habilite as duas bombas. Aumente a vazão para o valor máximo e ligue o sistema.

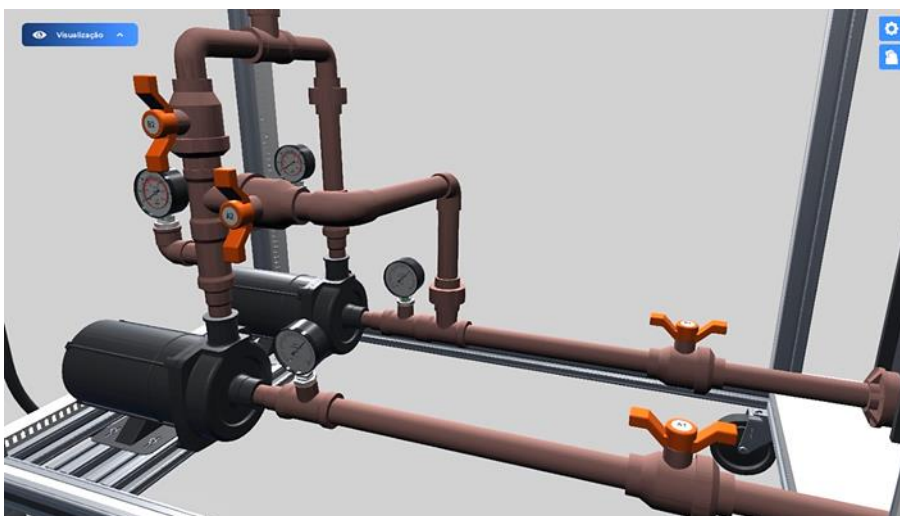


Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

4. Repita os passos 4. a 6. realizados em A.

#### C - Levantamento da Curva de Duas Bombas Iguais em Paralelo:

1. Nas tubulações das bombas (Alt+4), a posição das válvulas de esfera deve estar: A1, B1 e B2 abertas e A2 fechadas;



Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

2. Nas tubulações da bancada (Alt+2), a posição das válvulas de esfera deve estar abertas;
3. No painel elétrico (Alt+3), mantenha o botão de emergência desativado e habilite as duas bombas. Aumente a vazão para o valor máximo e ligue o sistema

Repita os passos 4. a 6. realizados em A.

### **Avaliando os resultados:**

Você deverá entregar um relatório contendo uma breve introdução, equipamentos utilizados, procedimentos realizados, resultados obtidos e conclusão. Caso sejam utilizadas, apresente as referências bibliográficas correspondentes.

Para a apresentação dos resultados, converta as unidades para que a Altura Manométrica esteja em metros [m] e a vazão em metros cúbicos por hora [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]. Utilizando um papel milimetrado ou software específico, plote a curva característica da bomba individual e as curvas características resultantes das associações em série e em paralelo das bombas e compare os resultados

### **Checklist:**

- ✓ Colocar as posições iniciais adequadas para as válvulas de esfera para cada um dos experimentos.
- ✓ No painel elétrico, manter o botão de emergência desativado e habilitar a(s) bomba(s) para cada experimento. Aumentar a vazão para o valor máximo e ligar o sistema.
- ✓ Anotar os valores de pressão de recalque e vazão.
- ✓ Fechar um pouco a válvula de esfera C2 e anotar os valores correspondente de pressão de recalque e vazão.
- ✓ Repetir o passo anterior até o fechamento total da válvula de esfera C2 (shut off).
- ✓ Desligar o sistema

## **RESULTADOS**

### **Resultados do experimento:**

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações obtidas no experimento, os cálculos realizados, em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

### **Resultados de Aprendizagem:**

Após a execução do passo-a-passo, os alunos deverão ser capazes de chegar nos resultados sobre os sistemas de bombeamentos.