



Hidráulica e Hidrometria

Disciplina: Hidráulica e Hidrometria

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 1

Unidade: 1 – Fundamentos de Mecânica dos Fluidos

Aula: Experimento de Reynolds.

Software

Acesso on-line

Escolher um item.

Infraestrutura

Computador: Acesso ao simulador de laboratório ALGETEC . Requisito mínimo: memória RAM de 4GB. Se utilizar Windows 7, dê preferência ao navegador Mozilla Firefox. Caso utilize o Windows 10/11, dê preferência ao navegador Google Chrome. Feche outros programas que podem sobrecarregar o seu computador. Seu primeiro acesso será um pouco mais lento, pois alguns plugins são buscados no seu navegador. A partir do segundo acesso, a velocidade de abertura do experimento será mais rápida..]

Descrição do software

ALGETEC - Laboratórios Virtuais simula o ambiente real e proporciona ao estudante a execução de experimentos sem sair de casa. Replica a aula prática com alto grau de fidelidade ao laboratório físico tradicional.]

Atividade Prática

Introdução

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:.

$$Re = \frac{U \times D}{\nu}$$

Onde U é a velocidade média de escoamento; D é o diâmetro da tubulação e ν 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: $Re \geq 4000$

Atividade proposta

Experimento de Reynolds – Identificar regimes de escoamento.

Objetivos

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

Procedimentos para a realização da atividade

1. Verificação do posicionamento das válvulas (registros)

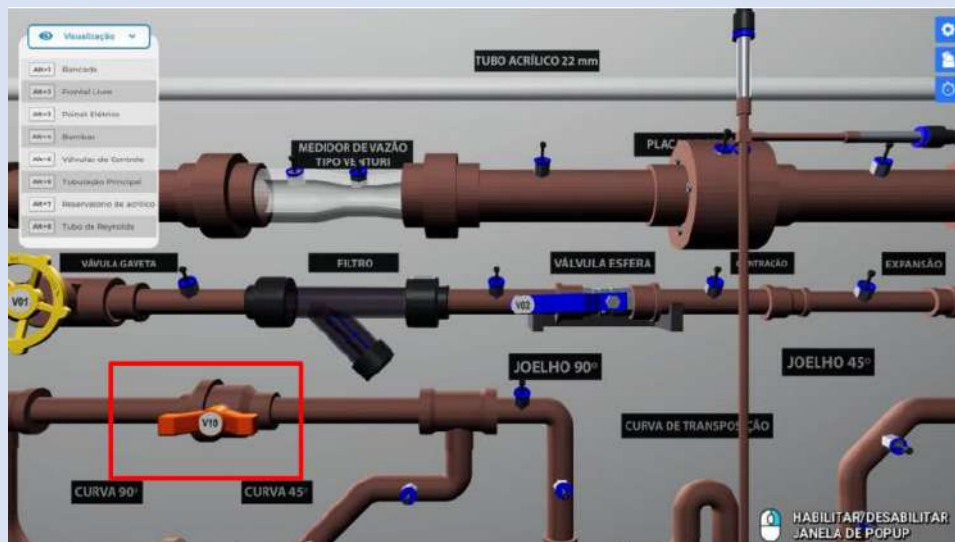
Caro estudante, efetue as alterações de posicionamento das válvulas conforme a Tabela 1.

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).

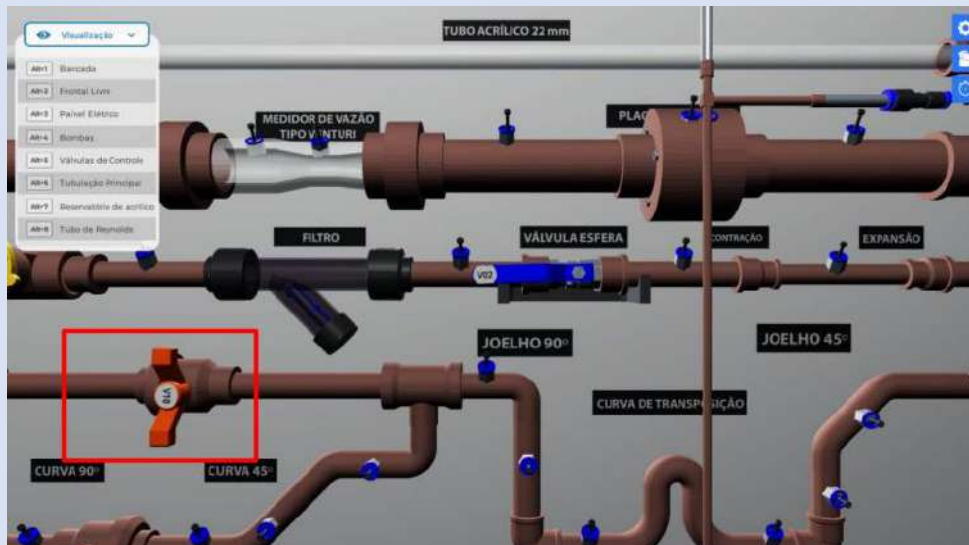
Figura 1 – Posição Válvula 10 (aberta)



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

2. 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).

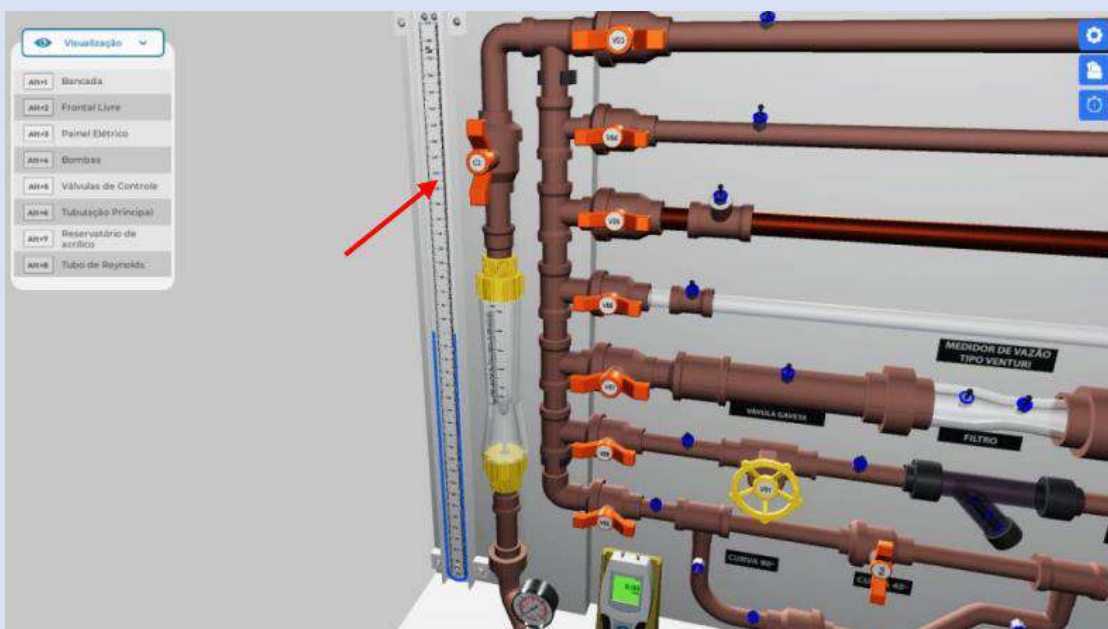
Figura 3 – Válvula de Controle



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).

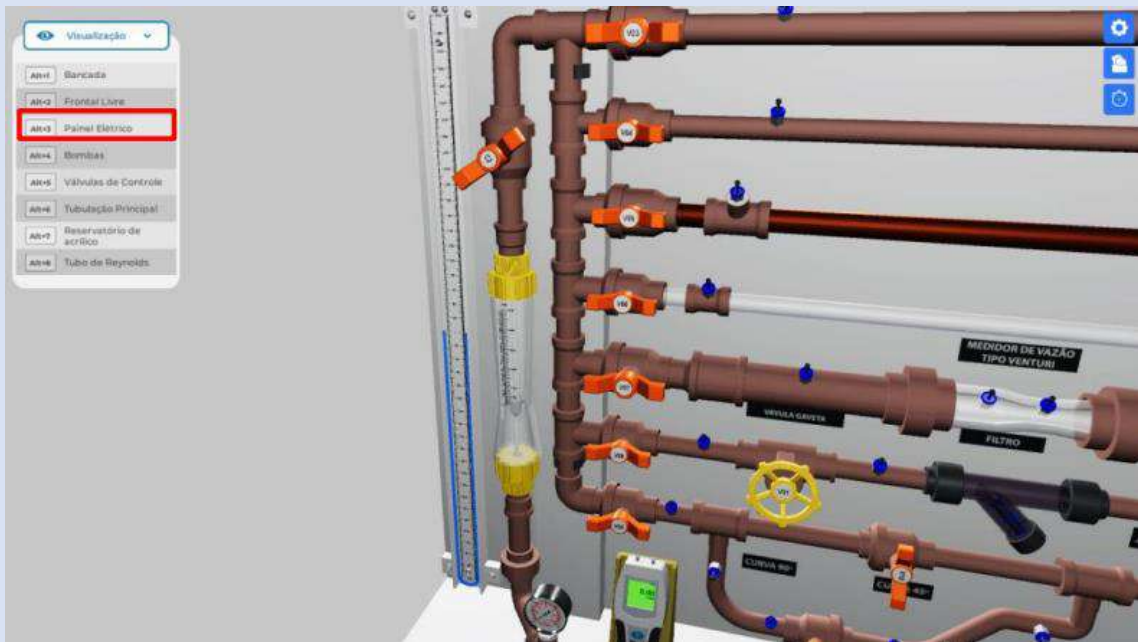
Figura 4 – Posição da Válvula 2c



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 Rotômetro clicando na opção “Válvulas de controle” no menu de visualização com o botão esquerdo do mouse (Figura 8).

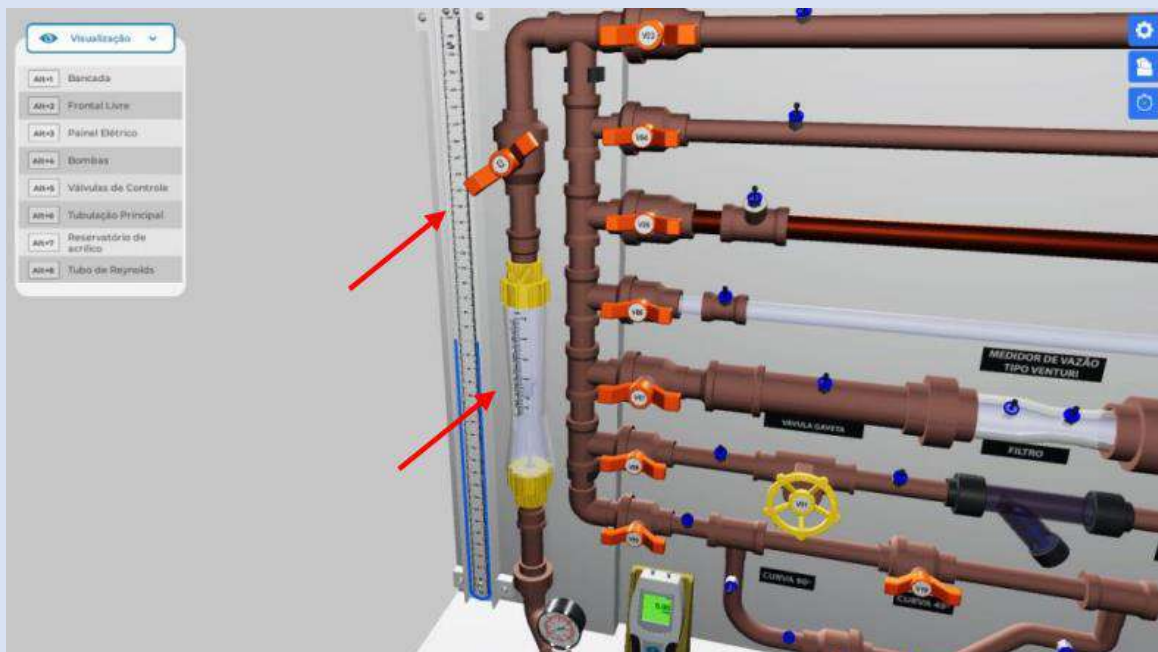
Figura 8 – Menu visualização Válvulas de controle



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 Rotômetro (Figura 9).

Figura 9 – Abertura da Válvula 2c



Fonte: Manual Algetec

3. 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 – Habilitação 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).

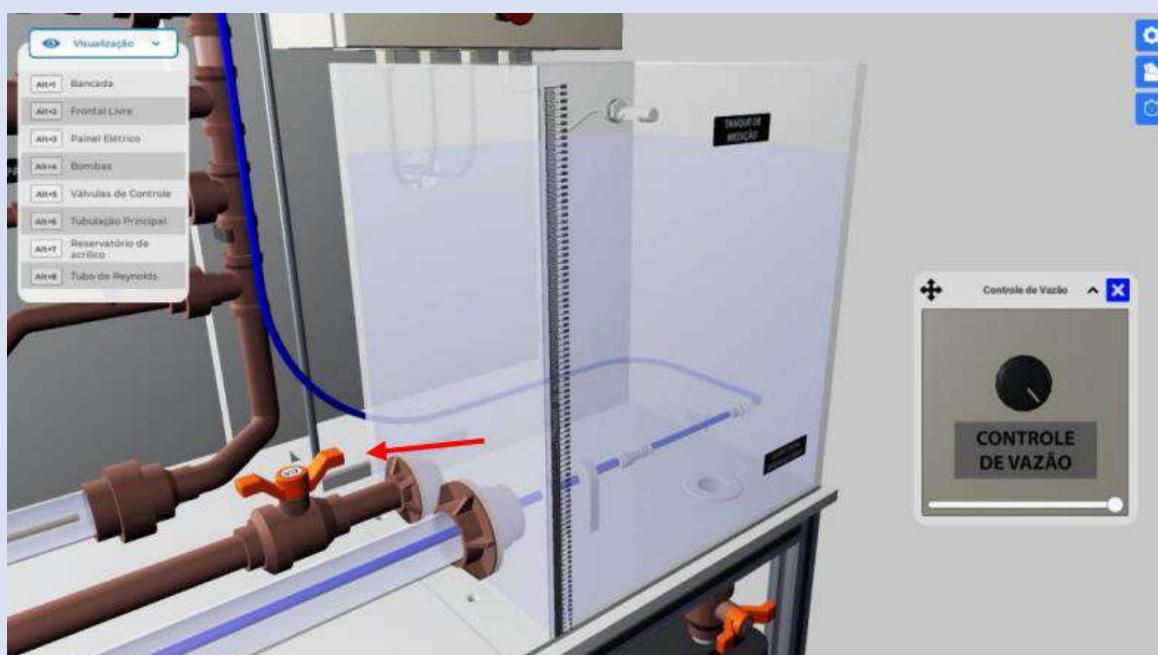
Figura 12 – Fechamento da Válvula 13



Fonte: Manual Algetec

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

Figura 13 – Fechamento da Válvula 12

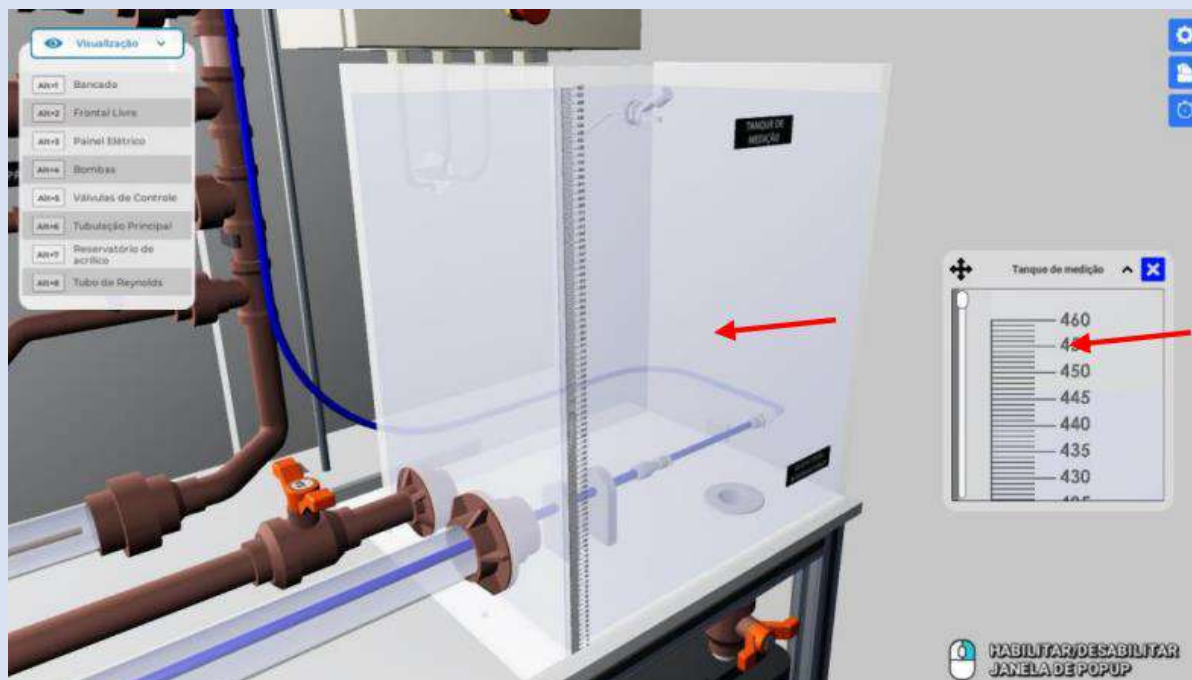


Fonte: Manual Algetec

4. 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.

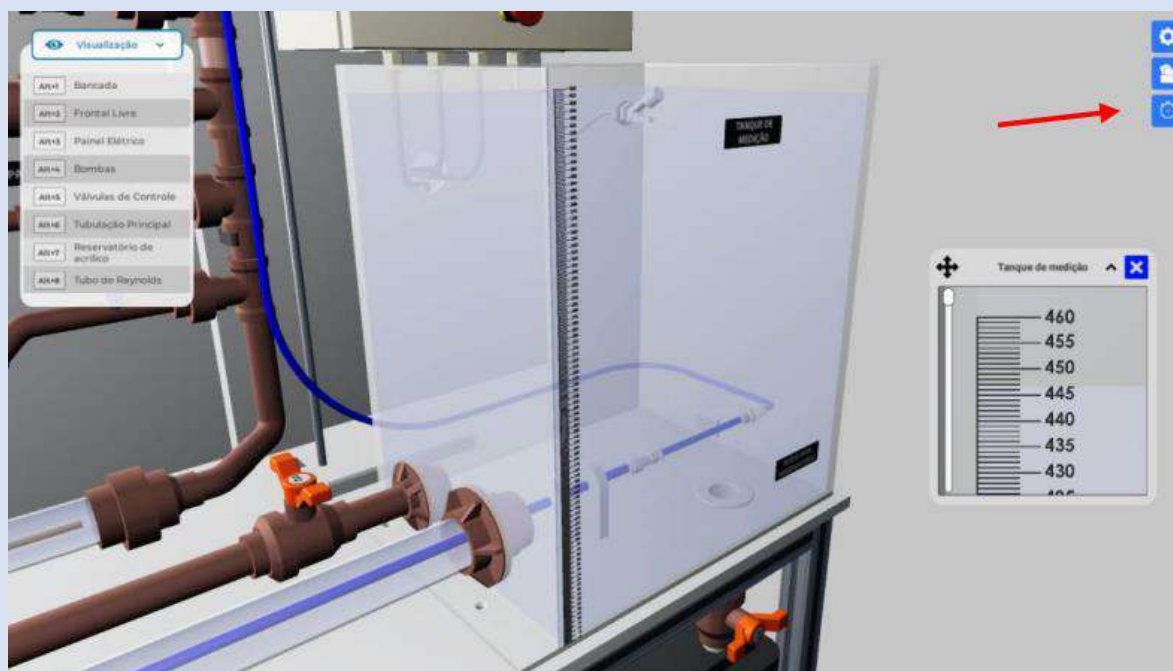
Figura 14 – Habilitação janela pop-up do reservatório



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 de acrílico (Figura 18).

Figura 18 – Fechamento da Válvula 14



Fonte: Manual Algetec

5. 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).

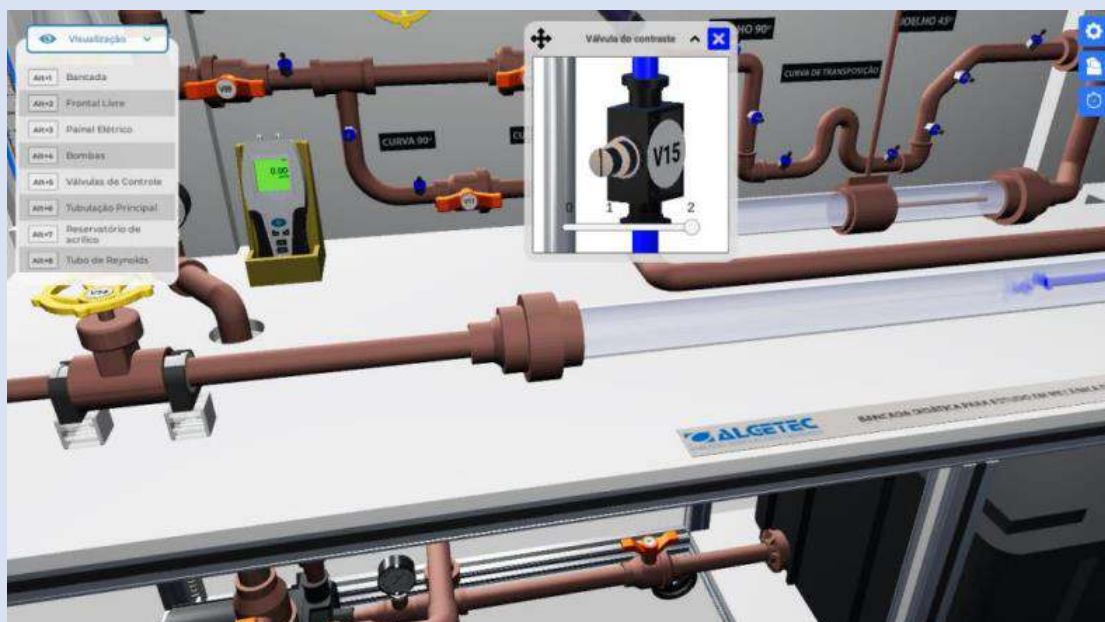
Figura 20 – Abertura da Válvula 15



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

Checklist

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

Estudante, você deverá entregar:

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:

1. A partir dos dados obtidos no laboratório, determine a vazão do sistema. Justifique. (Apresentar memória de cálculo e prints de imagens).
2. 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. |

Disciplina: Hidráulica e Hidrometria

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 2

Unidade: 2 – Escoamento Permanente em Conduitos Forçados

Aula: 5 – Escoamento uniforme em tubulações

Software

Software

Livre

Infraestrutura

Computador; laboratório de informática; funciona em ambiente *Microsoft® Windows 98/XP/Vista®* e/ou superiores para microcomputadores compatíveis com os sistemas IBM/Intel (o software não possui requerimentos mínimos de hardware para funcionamento, uma vez que pode ser instalado e operado em qualquer computador que tenha algum dos sistemas operacionais descritos).

Descrição do software

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>

Atividade Prática

Introdução

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..

Atividade proposta

Cálculo de tubulação entre dois reservatórios através do EPANET.

Objetivos

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.

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 of the Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS/UFPB. The header includes navigation links for BRASIL, CORONAVÍRUS (COVID-19), Simplifique!, Participe, Acesso à Informação, Legislação, and Canais. The main banner features the laboratory's name and a search bar. The left sidebar contains a menu with links to Quem somos?, Equipe, Livros, Pesquisas, Cursos Online 2023, Anais dos SEREAs, and SWMM. The main content area is titled 'EPANET' and includes a description of the software, a download link for the manual, and a link to the program file.

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

VOCÊ 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

[Twitter](#) [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

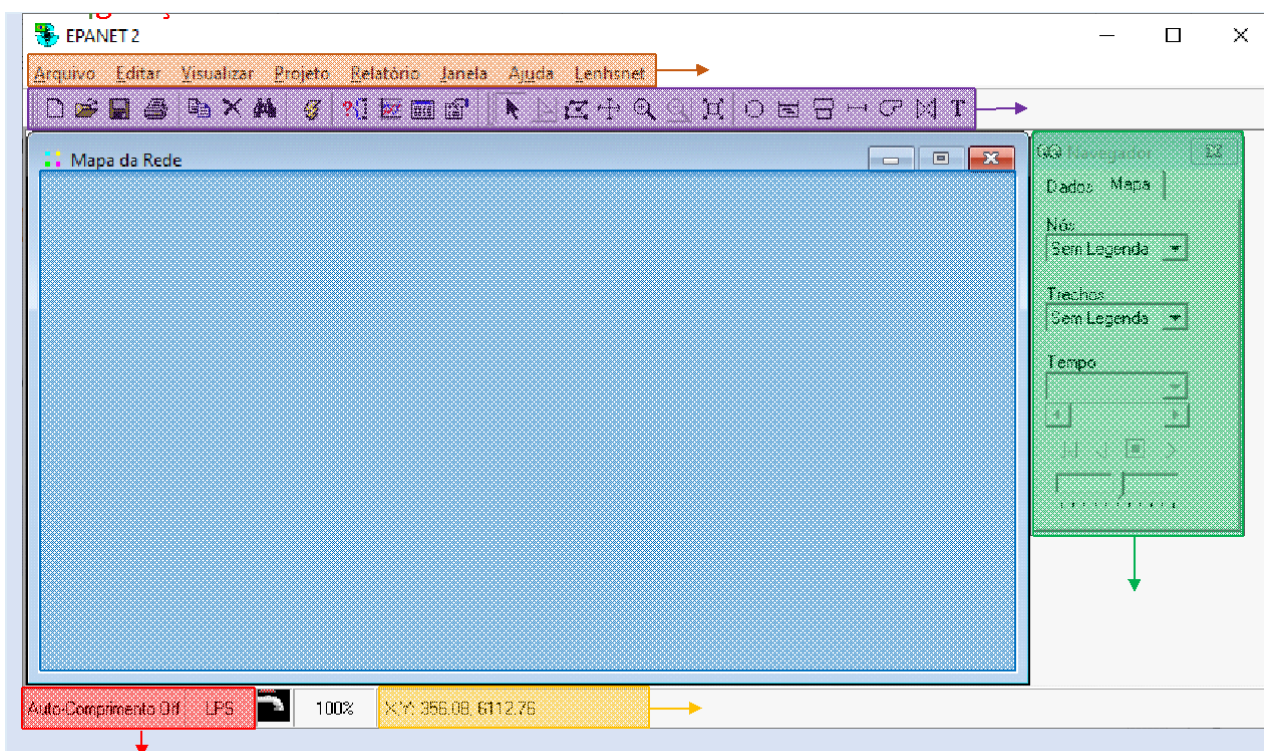
Pesquisas

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).

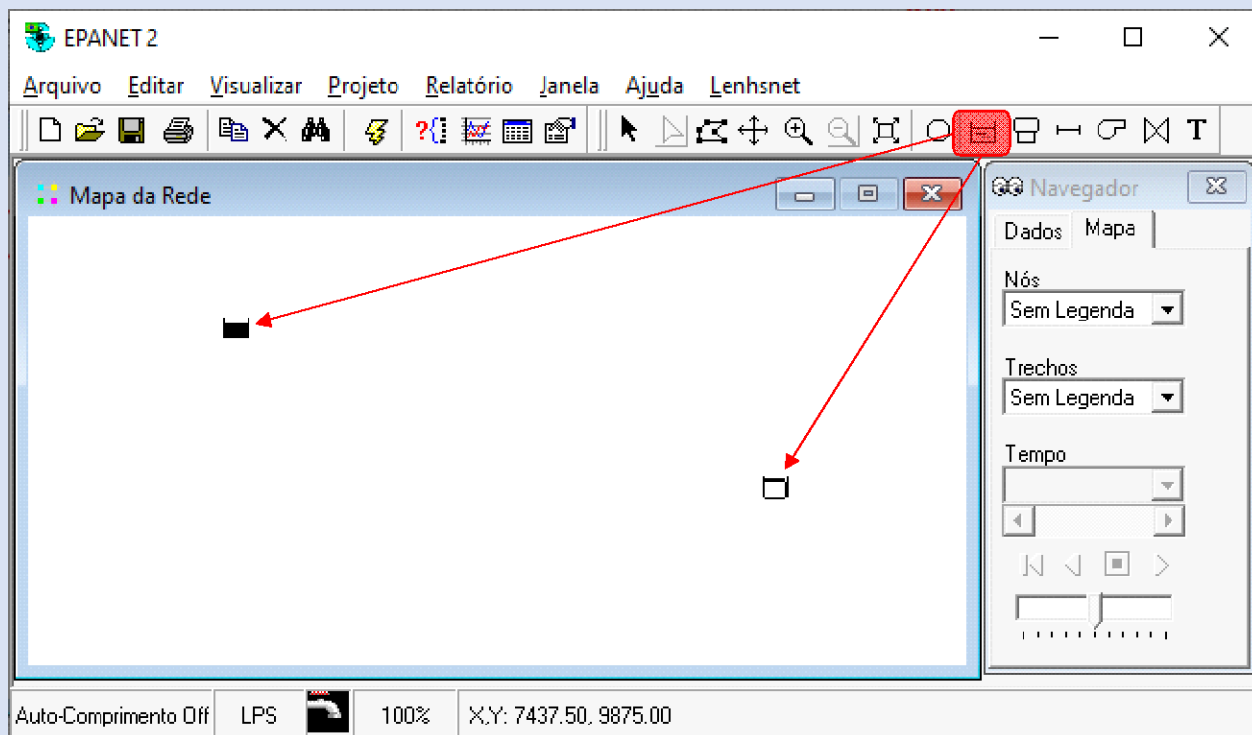
3º Exercício de aula prática – ligação entre dois reservatórios de nível constante

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.

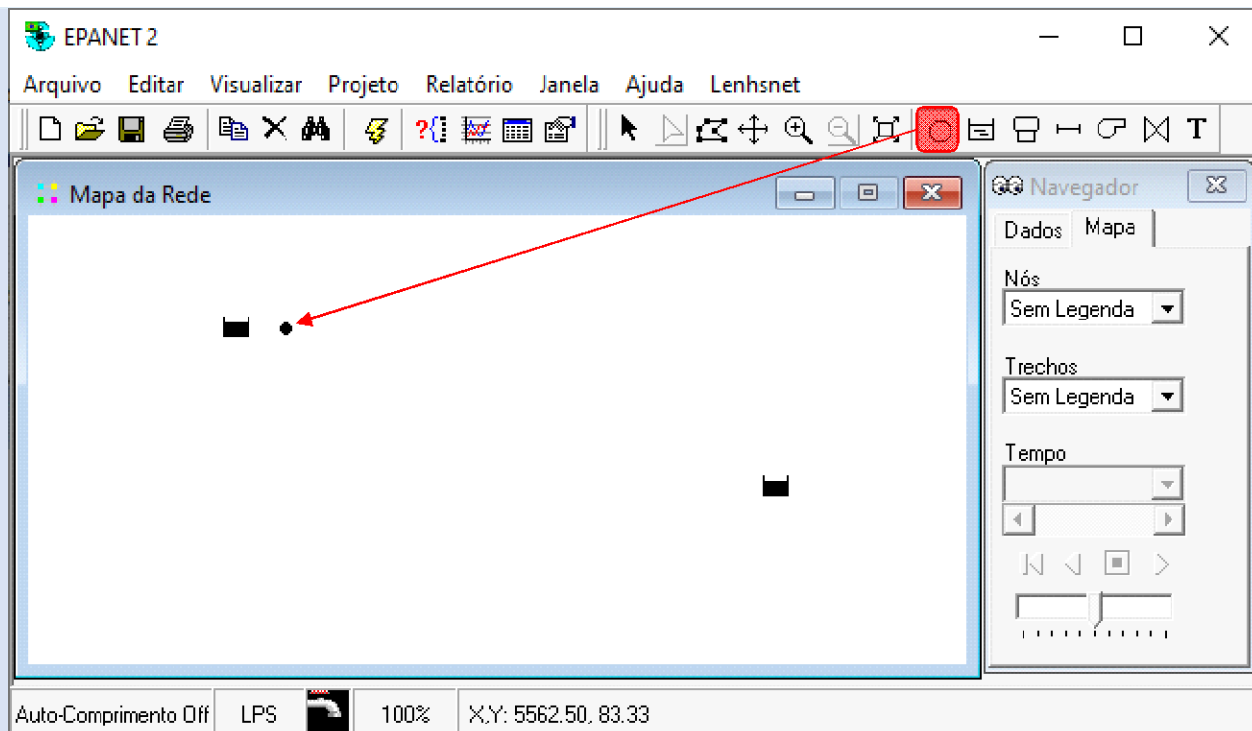
Com todos esses dados, determine a vazão transportada em regime permanente.

4º Inserindo os objetos

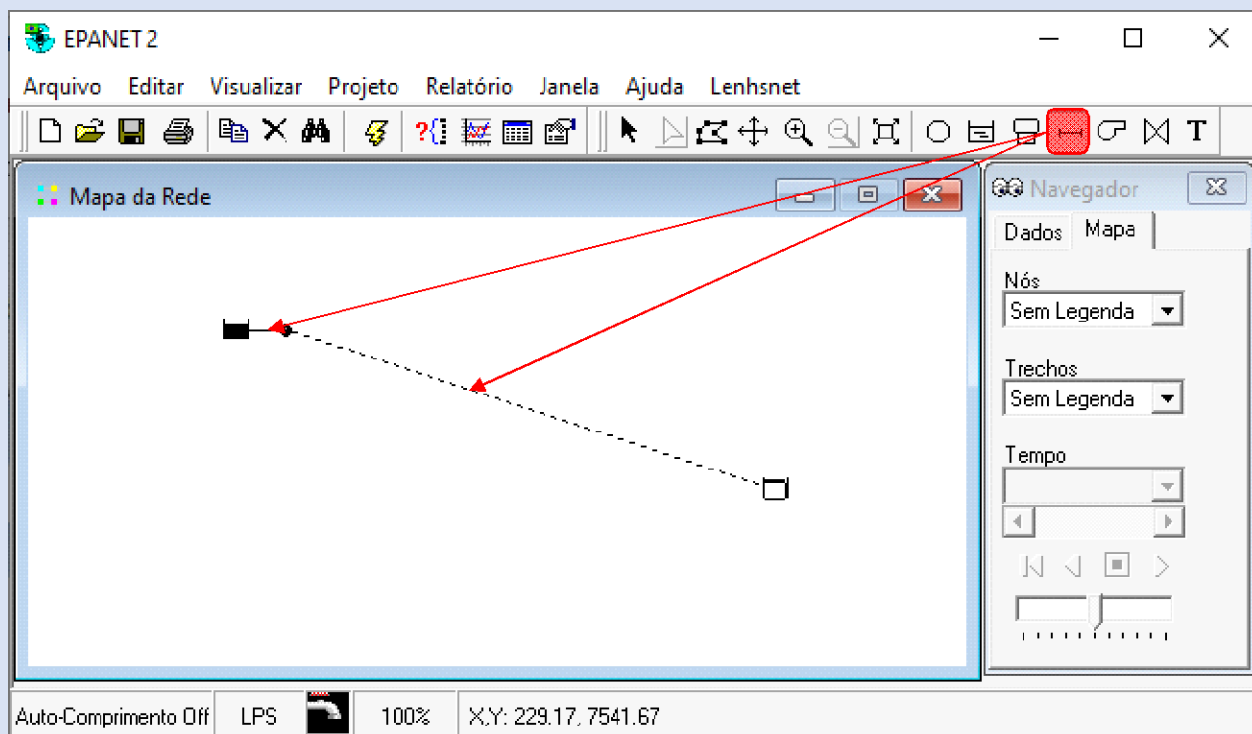
O primeiro passo será clicar no botão RNF (Reservatório de Nível Fixo) e, em seguida, clicar no mapa para inserir os dois reservatórios do problema.



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

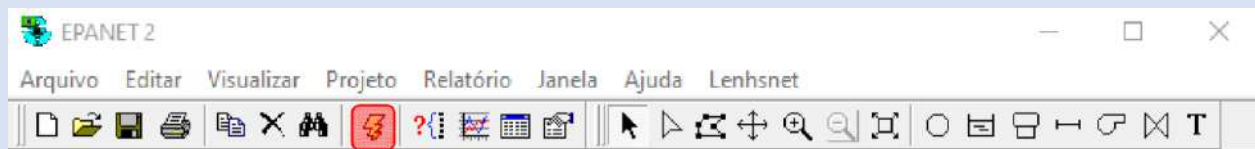
Agora, para o segundo trecho defina os seguintes valores:

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

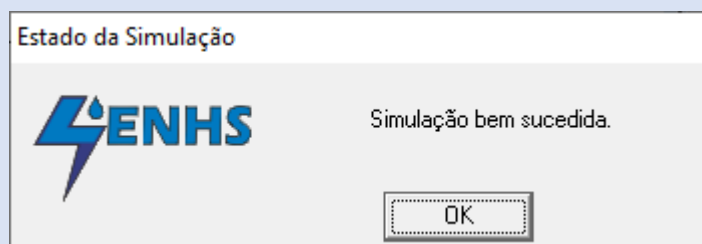
Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	2
*Nó Inicial	3
*Nó Final	2
Descrição	
Zona	
*Comprimento	500
*Diâmetro	152.4
*Rugosidade	0.1

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 .

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.

Estudante, você deverá entregar:

Os alunos deverão apresentar um relatório com prints do software da simulação realizada. No relatório, os alunos deverão reportar os resultados finais e discuti-los. Apresentar também as dificuldades encontradas durante a realização da prática e as facilidades que a utilização do software trouxe.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA 3

Unidade: 2 – Escoamento Permanente em Condutos Forçados.

Aula: 8 – Sistemas Hidráulicos de Tubulações – II.

Software

Software

Livre

Infraestrutura

Computador; laboratório de informática; funciona em ambiente *Microsoft® Windows 98/XP/Vista®* e/ou superiores para microcomputadores compatíveis com os sistemas IBM/Intel (o software não possui requerimentos mínimos de hardware para funcionamento, uma vez que pode ser instalado e operado em qualquer computador que tenha algum dos sistemas operacionais descritos).

Descrição do software

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>

Atividade Prática

Introdução

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.

Atividade proposta

Cálculo de problema dos três reservatórios através do EPANET.

Objetivos

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.

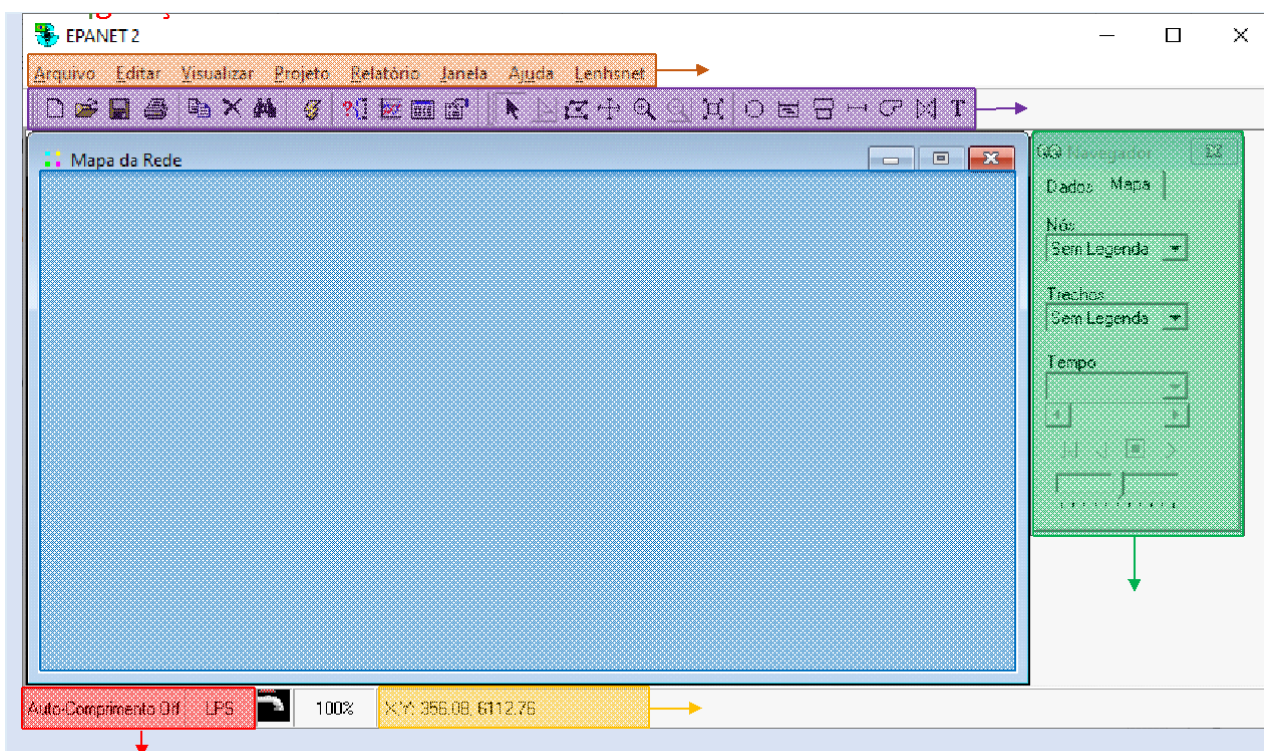
Procedimentos para a realização da atividade

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 of the Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS/UFPB. The header includes navigation links like 'BRASIL', 'CORONAVÍRUS (COVID-19)', 'Simplifique!', 'Participe', 'Acesso à Informação', 'Legislação', and 'Canais'. The main banner features the text 'Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento - LENHS/UFPB' and 'CENTRO DE TECNOLOGIA - CT'. A search bar is present with the text 'Buscar no portal'. The breadcrumb trail reads 'VOCÊ ESTÁ AQUI: PÁGINA INICIAL > CONTENTS > MENU > ASSUNTOS > EPANET'. The main content area is titled 'EPANET' and mentions it was developed by GWEB. A sidebar on the left lists various topics under 'ASSUNTOS', including 'Quem somos?', 'Equipe', 'Livros', 'Pesquisas', 'Cursos Online 2023', 'Anais dos SEREAs', and 'SWMM'. The main text describes EPANET 2.0 as a simulator developed by the U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) and provides a 'Download do EPANET' section with links to the manual and the program files.

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

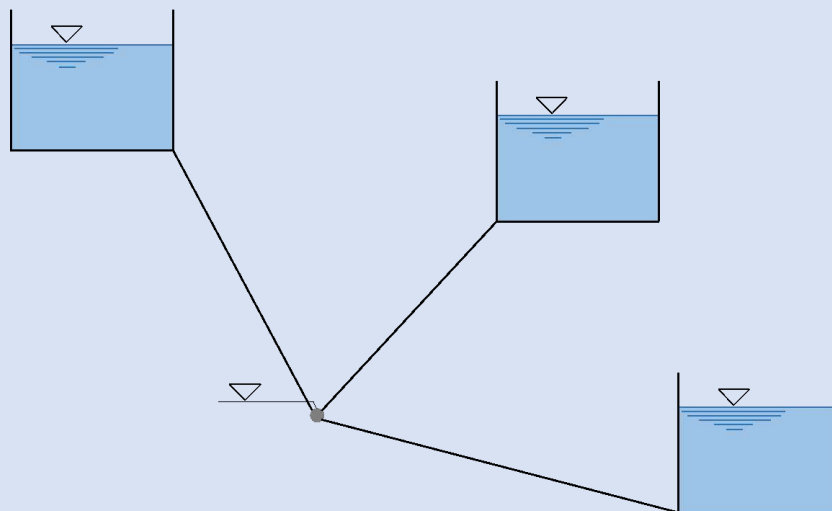
O software apresenta as opções listadas abaixo:

- 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).

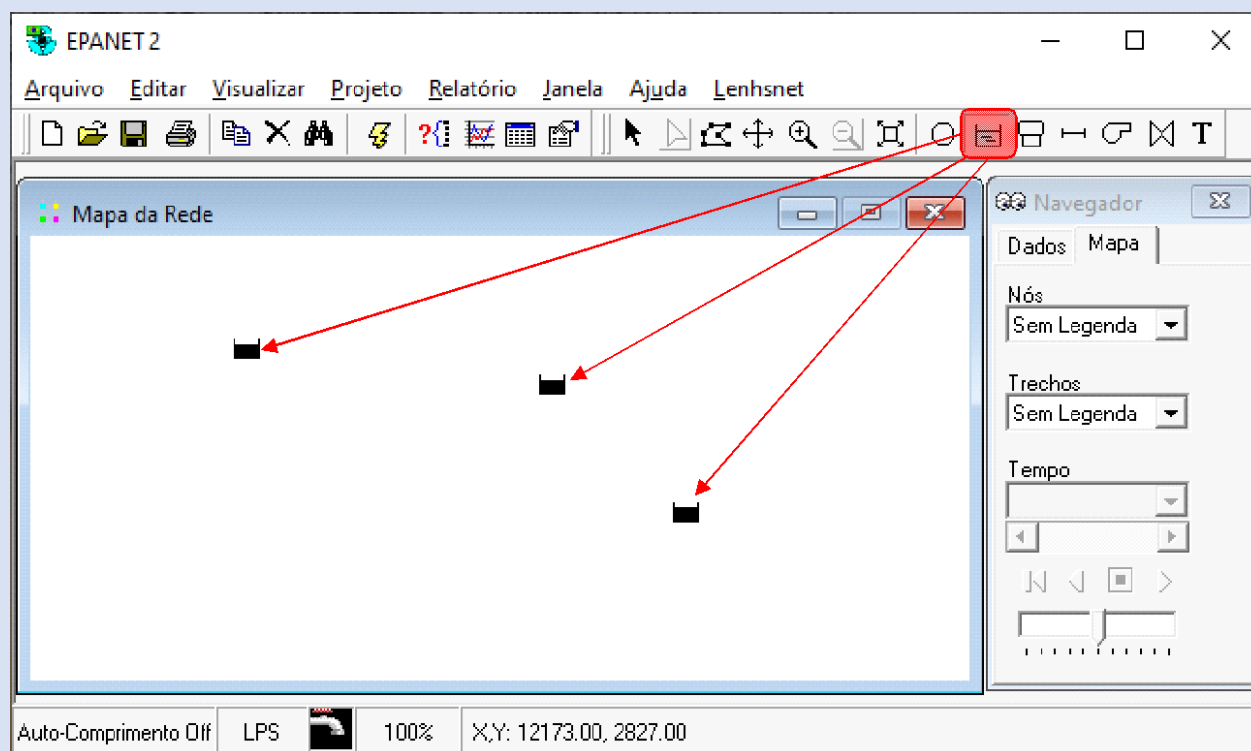
3º Exercício de aula prática – problema dos três reservatórios

Os três reservatórios apresentados na figura abaixo estão interligados por tubulações com características especificadas também na figura. Pede-se calcular as vazões nos trechos 1, 2 e 3 e as velocidades médias correspondentes. Calcule a carga de pressão em A.

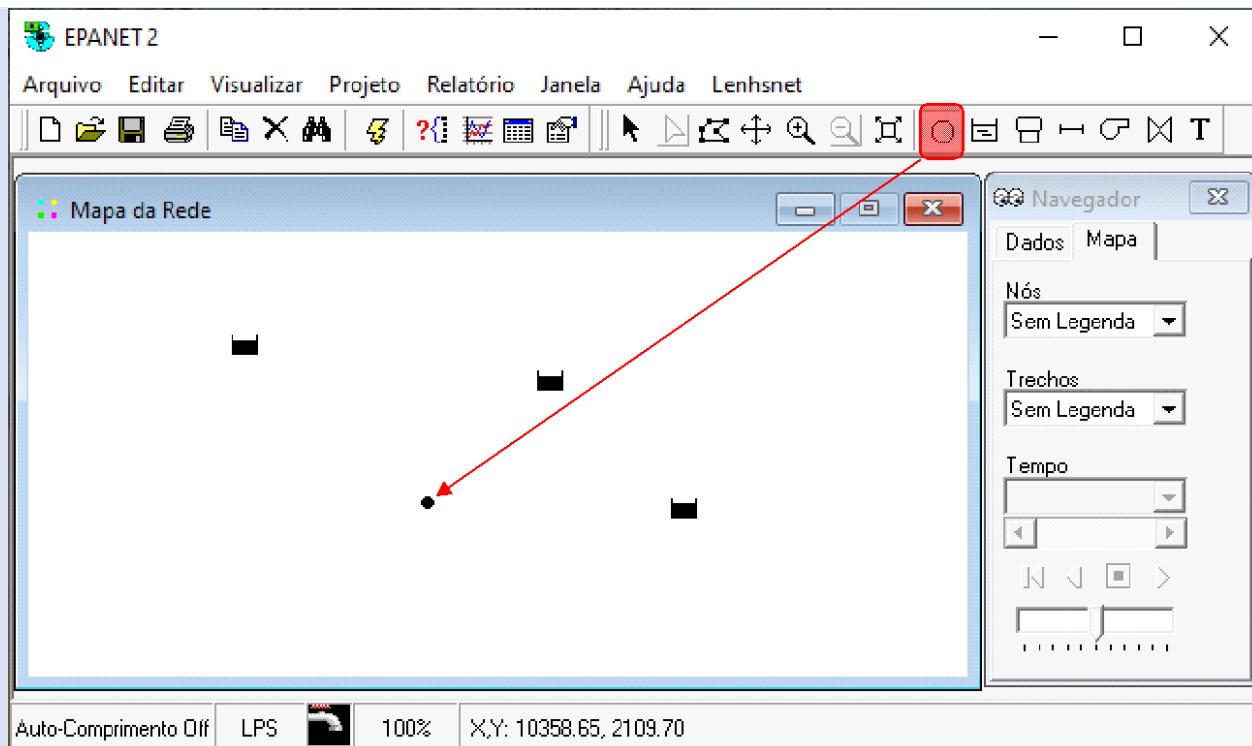


4º Inserindo os objetos

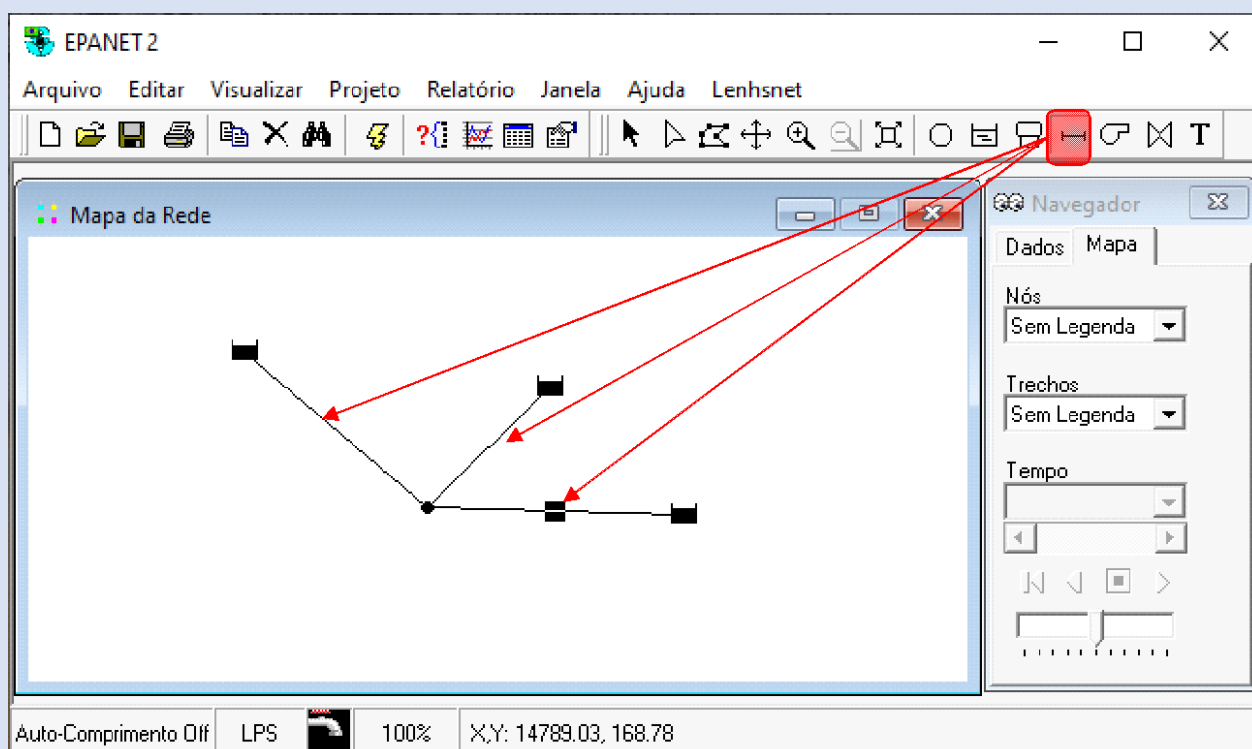
O primeiro passo será clicar no botão RNF (Reservatório de Nível Fixo) e, em seguida, clicar no mapa para inserir os três reservatórios do problema.



Agora, selecione o botão “adicionar nó” para inserir o nó que representa o ponto A, conforme abaixo:



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

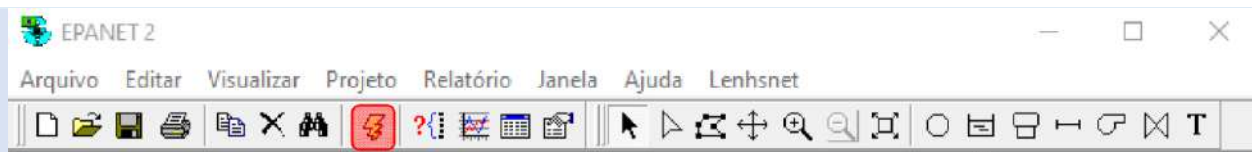
Trecho 1	
Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	1
*Nó Inicial	1
*Nó Final	4
Descrição	
Zona	
*Comprimento	500
*Diâmetro	150
*Rugosidade	0.20

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

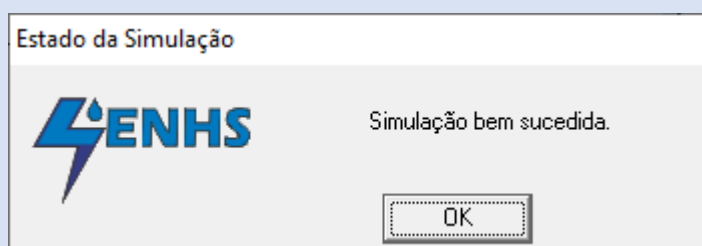
Trecho 2		Trecho 3	
Propriedade	Valor	Propriedade	Valor
*Identificador do Trecho	2	*Identificador do Trecho	3
*Nó Inicial	2	*Nó Inicial	4
*Nó Final	4	*Nó Final	3
Descrição		Descrição	
Zona		Zona	
*Comprimento	1500	*Comprimento	2000
*Diâmetro	200	*Diâmetro	150
*Rugosidade	0.12	*Rugosidade	0.24

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.

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.

Estudante, você deverá entregar:

Os alunos deverão apresentar um relatório com prints do software instalado e simulação realizada. No relatório, os alunos deverão reportar os resultados finais e discuti-los. Apresentar também as dificuldades encontradas durante a realização da prática e as facilidades que a utilização do software trouxe.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

Unidade: Unidade 3 – Sistemas Elevatórios.

Aula: Aula 11: Sistemas de Bombeamento.

Software

Acesso on-line

Livre

Infraestrutura

Computador ou Notebook, Google Chrome e Windows 10 (Caso utilize o Windows 7 ou dispositivo mais antigo, dê preferência ao navegador Mozilla Firefox); Acesso ao simulador de laboratório virtual ALGETEC.

Descrição do software

ALGETEC - Laboratórios Virtuais é um simulador de laboratórios virtuais que simula o ambiente real e proporciona ao aluno a execução de experimentos sem sair de casa. Replica a aula prática com alto grau de fidelidade ao laboratório físico tradicional. Nessa aula prática, será utilizada uma bancada virtual de Mecânica dos Fluidos, semelhante à bancada física presente nos laboratórios.

Atividade Prática

Introdução

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 à curva do sistema, para que o ponto de operação do sistema seja determinado pela interseção das duas curvas.

Atividade proposta

Levantar a curva característica de uma bomba e de duas bombas iguais em série e em paralelo.

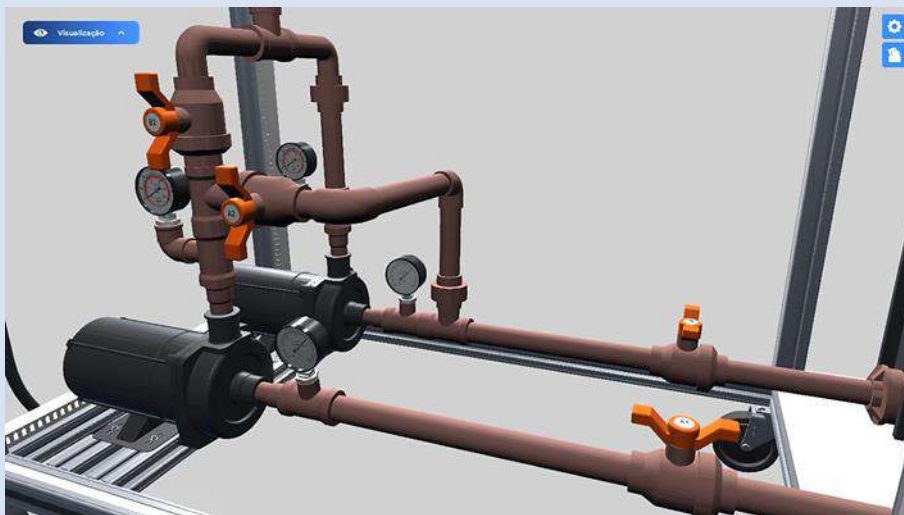
Objetivos

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.

Procedimentos para a realização da atividade

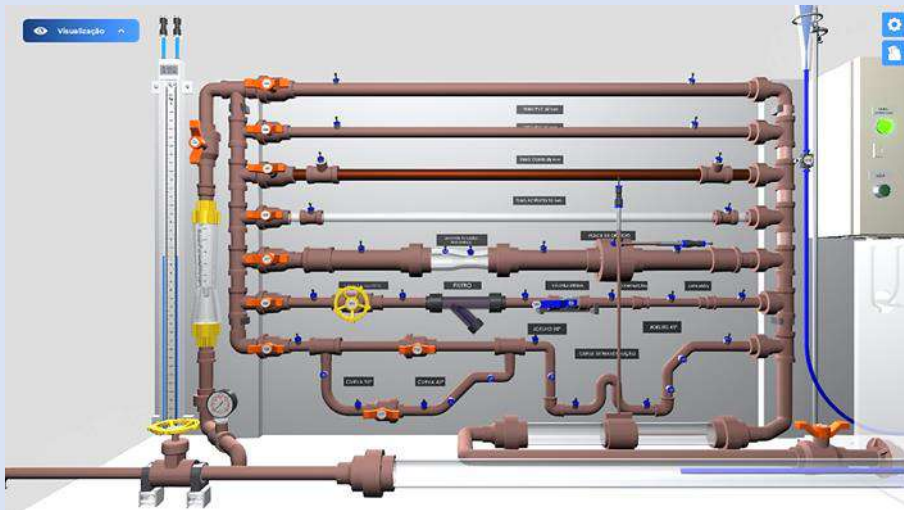
A - Levantamento da Curva de uma Bomba Individual:

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;



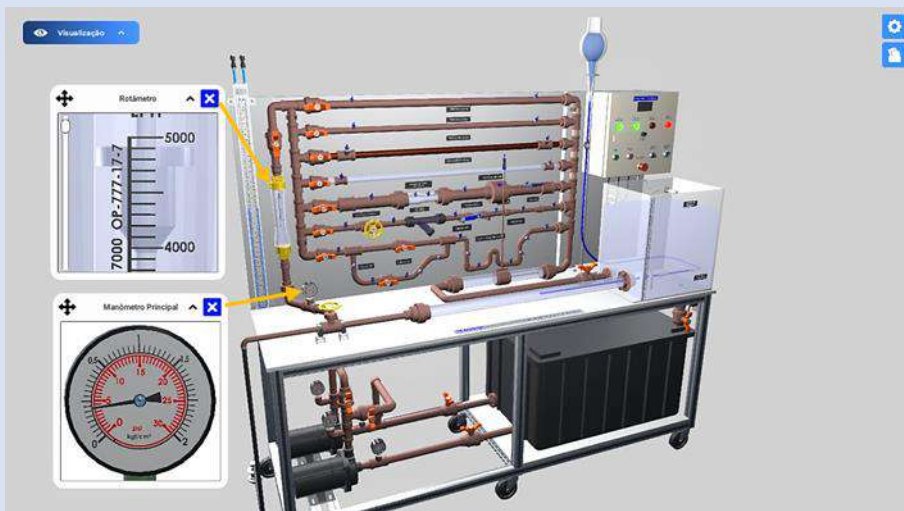
Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

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.



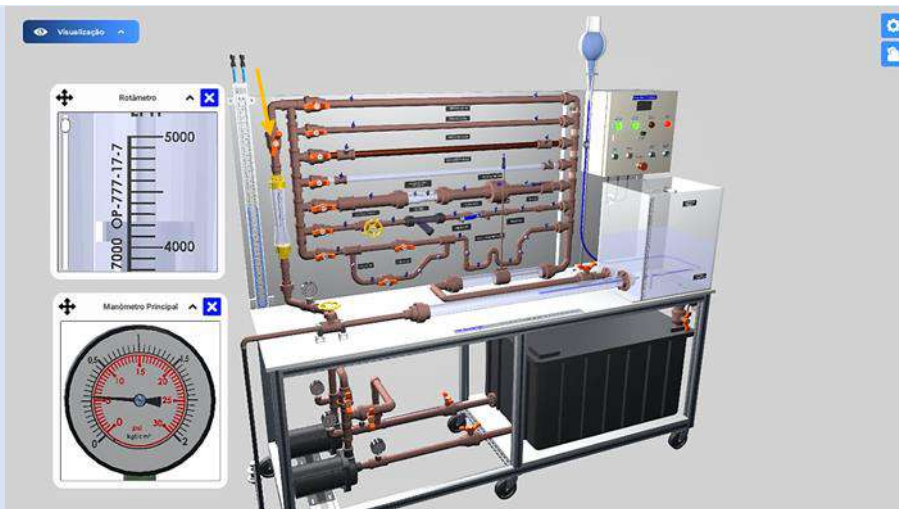
Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

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 essa 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.

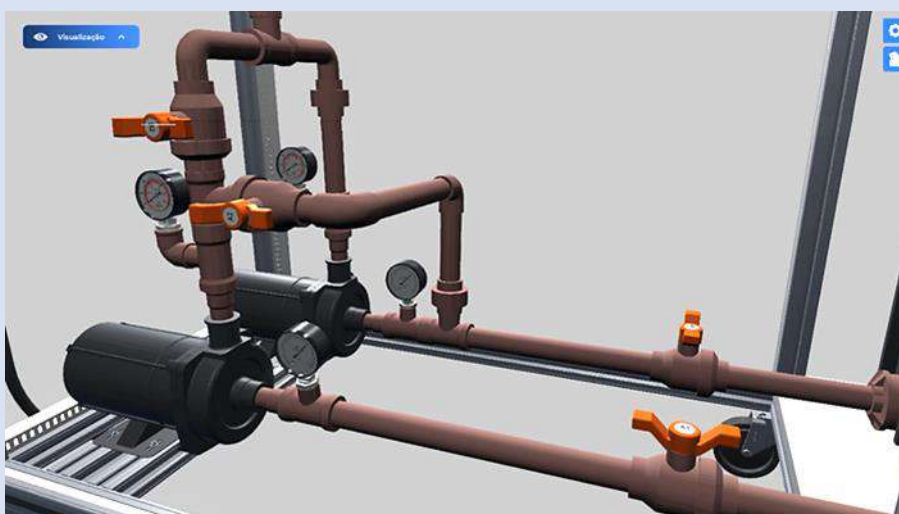
6. Após finalizar a coleta de dados, desligue o equipamento no painel elétrico (Alt+3).



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.

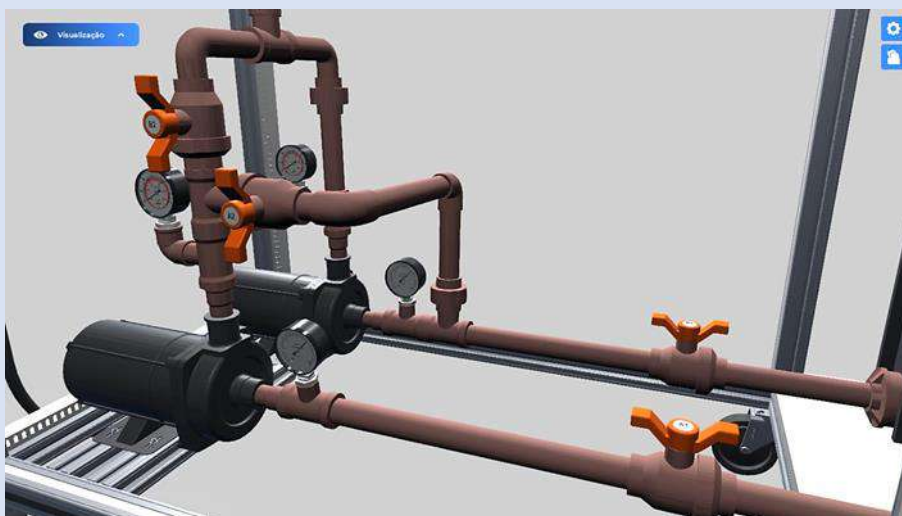


Fonte: Software Algetec - Associação de Bombas - ID 135.

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

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.]

Estudante, você deverá entregar:

[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 [m^3/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.]

Referências

[MACINTYRE, A. J. Bombas e Instalações de Bombeamento. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011.]