



ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS EM BANCADA DIDÁTICA DE BOMBAS: UMA PROPOSTA PARA ENSINO E PROJETO EM ENGENHARIA

Cleyton Lima de Sousa – cleyton.sousa@tucurui.ufpa.br

Ruan de Souza Ribeiro – ruan.ribeiro@tucurui.ufpa.br

Jessé Luís Padilha – jessepadilha@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus de Tucuruí, Faculdade de Engenharia Mecânica

Wellington da Silva Fonseca – fonseca@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus de Tucuruí, Faculdade de Engenharia Elétrica

Rodovia BR 422 KM13 S/N Canteiro de Obras da UHE – Tucuruí

68460-000 – Tucuruí – Pará

Resumo: O estudo de perda de carga e ensaio de bombas é de extrema importância para os estudantes de Engenharia Mecânica, Engenharia Civil e Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Tucuruí, uma vez que o campus possui uma bancada de baixo custo construída por discentes, desta é suma importância a elaboração de um roteiro para realizar tais experimentos, para auxiliar a teoria de sala de aula com a prática, nesse sentido, este trabalho tem por finalidade elaborar um roteiro didático para auxiliar professores e alunos em aulas práticas em diversas disciplinas dos cursos, realizando análises experimentais relacionadas diretamente aos assuntos dos cursos. Este roteiro terá como base a coleta de dados, são eles: pressão e tempo, que deverão ser replicados, variando, por meio de um conjunto de Válvulas a vazão da água, de tal forma que o aluno terá plenas condições de plotar a curva característica de um sistema de bombeamento, bem como compreender na prática o funcionamento de um sistema de bombas em série e em paralelo.

Palavras-chave: Roteiro didático, Bombas, Perda de carga, Engenharia.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito da engenharia, tanto no meio industrial quanto nas áreas de pesquisa e de desenvolvimento de tecnologias, o estudo de turbo bomba e dimensionamento de tubulações caracterizam-se como um importante campo na área de fluidos.

Essa importância é devido à necessidade de se dimensionar sistemas hidráulicos para se conseguir um controle melhor, monitoramento e maior eficiência de sistema de bombas sejam elas ligadas em série ou em paralelo. Desse modo, tendo uma maior confiabilidade no meio produtivo ao qual o sistema hidráulico está atuando, de modo a aumentar a produtividade como um todo e se possível reduzindo os custos a partir do bom dimensionamento de um projeto hidráulico.

O estudo da hidráulica em sistemas reais é de grande importância, uma vez que nestes sistemas ocorrem grandes perdas de cargas, aumentando desse modo o custo de operação do sistema, ou até mesmo colocando em risco a eficácia do projeto.

O presente artigo foi formulado com base na bancada didática de ensaios de bombas em série e bombas em paralelo, construída conforme a Figura 1, e uma bancada de perda de carga dimensionada pelos autores deste artigo, sendo esta, acoplada através de novos instrumentos na bancada de ensaios de bombas citadas anteriormente, Figura 2. Essa bancada tem por objetivo aprimorar os conhecimentos dos discentes através da elaboração de experimento didático para aulas práticas nas disciplinas dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Civil e Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Tucuruí.



Figura 1 – Vista frontal da bancada para ensaios de bombas



Figura 2 – Seção roscável onde é acoplada a bancada dimensionada.

2. SISTEMA HIDRODINÂMICO COM BOMBAS

2.1. Associação de bombas

Os sistemas de bombeamento muitas vezes são compostos por várias tubulações interligadas, cada uma com seus respectivos acessórios (curvas, válvulas, reduções, etc.).

Para obter-se a curva do sistema nestes casos, deve-se inicialmente desenvolver o levantamento da curva para cada tubulação independentemente, como se as demais não existissem. Em seguida, as curvas obtidas deverão ser compostas de acordo com o tipo de associação existente, em série ou em paralelo.

Associação em série

Na associação em série (Figura 3), para cada vazão, o valor da Altura Manométrica Total (H_{man}), será a soma das alturas manométricas correspondente de cada sistema. (ANDRADE, 2013)

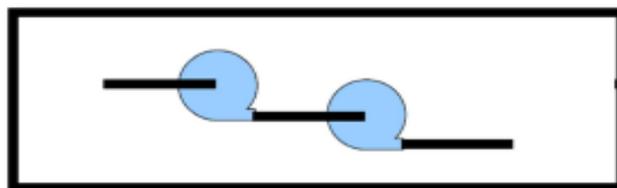


Figura 3 – Associação em série. (ANDRADE, 2013)

Associação em paralelo

Na associação em paralelo (Figura 4), para cada Altura Manométrica Total, o valor da vazão total do sistema será a soma da vazão correspondente de cada tubulação. Assim, inicialmente, procede-se o levantamento da curva de cada sistema individualmente, como se não existisse outros, em seguida, para cada Altura Manométrica, somam-se as vazões correspondentes em cada sistema, obtendo-se a curva do sistema resultante. (ANDRADE, 2013)

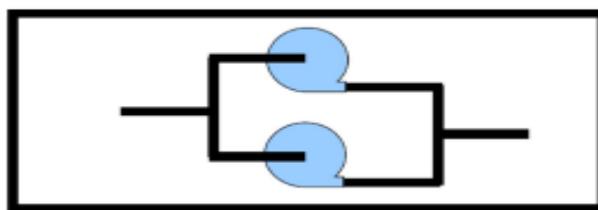


Figura 4 – Associação em paralelo. (ANDRADE, 2013)

2.2. Dimensionamento de tubulações e perda de carga

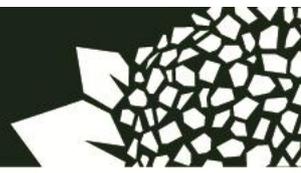
Dimensionamento da tubulação

O perfeito dimensionamento de uma instalação hidráulica e seus componentes, tais como válvulas e principalmente de bombas hidráulicas depende em muito das dimensões e da correta disposição da tubulação a ser utilizada. Serão estimadas as perdas de pressão, conhecidas como perda de carga de uma rede hidráulica. (GERNER, 2007)

Ao se dimensionar as linhas de sucção e recalque, as considerações relativas ao custo tendem a favorecer as linhas de diâmetro tão pequeno quanto possível. Entretanto, quedas de pressão, ou perda de carga, nas linhas de recalque e sucção causam perda de capacidade da bomba e aumentam a potência necessária. Perdas excessivas nas linhas de sucção, no caso de bombas hidráulicas, podem causar o aparecimento de cavitação, no rotor, e conseqüentemente a perda desta bomba. (GERNER, 2007)

Perda de carga

Sempre que um fluido se desloca no interior de uma tubulação ocorre atrito deste fluido com as paredes internas desta tubulação, ocorre também uma turbulência do fluido com ele mesmo, este fenômeno faz com que a pressão que existe no interior da tubulação vá



diminuindo gradativamente à medida com que o fluido se desloque, esta diminuição da pressão é conhecida como “Perda de Carga”.

Desta forma a perda de carga seria uma restrição à passagem do fluxo do fluido dentro da tubulação, esta resistência influenciará diretamente na altura manométrica de uma bomba e sua vazão volumétrica (GERNER, 2007).

O líquido ao escoar transforma parte de sua energia em calor. Essa energia não é mais recuperada na forma de energia cinética e/ou potencial e, por isso, denomina-se perda de carga. Para efeito de estudo, a perda de carga, é classificada em perda de carga contínua e perda de carga localizada, sendo a primeira considerada ao longo da tubulação e a outra, devido à presença de conexões, aparelhos etc., em pontos particulares do conduto. (BAPTISTA & COELHO, 2010)

A perda de carga localizada contínua se deve, principalmente, ao atrito interno entre partículas escoando em diferentes velocidades. As causas dessas variações de velocidade são a viscosidade do líquido e a rugosidade da tubulação. (BAPTISTA & COELHO, 2010)

Adicionamento às perdas de carga contínuas que ocorrem ao longo das tubulações tem-se perturbações localizadas, denominadas perdas de carga localizadas, causadas por singularidades do tipo curva, junção, válvula, medidor etc. que também provocam dissipações de energia. Algumas vezes, como acontece nas instalações hidráulicas prediais, a perda de carga localizada é mais importante do que a perda de carga contínua, devido ao grande número de conexões e aparelhos, relativamente ao comprimento de tubulação. Entretanto, no caso de tubulações muito longas, com vários quilômetros de extensão, como nas adutoras, a perda de carga localizada pode ser desprezada. (BAPTISTA & COELHO, 2010)

Número de Reynolds (Re)

O número de Reynolds é um número adimensional usado na mecânica dos fluidos para o cálculo do regime de escoamento de um determinado fluido dentro de um tubo ou sobre uma superfície. Sua utilidade vai desde projetos de tubulações industriais até asas de aviões.

A importância fundamental do número de Reynolds é a possibilidade de se avaliar a estabilidade do fluxo podendo obter uma indicação se o escoamento fluido de forma laminar ou turbulenta.

- $Re < 2000$ – Escoamento Laminar.
- $2000 < Re < 2400$ – Escoamento de Transição.
- $Re > 2400$ – Escoamento Turbulento.

Velocidade

Sabe-se que quanto maior a velocidade de um fluido dentro de uma tubulação, maior será a perda de carga do mesmo, sempre que um fluido se desloca no interior de uma tubulação ocorre atrito deste fluido com as paredes internas desta tubulação; ocorre também uma turbulência do fluido com ele mesmo, este fenômeno faz com que a pressão que existe no interior da tubulação vá diminuindo gradativamente à medida com que o fluido se desloque. Desta forma pode-se concluir que para diminuir a perda de carga basta diminuir a velocidade do fluido.

Mas ao se diminuir a velocidade para uma mesma vazão volumétrica (Q) será necessário utilizar tubulações de maior diâmetro, o que acarreta em uma instalação de custo mais elevado (GERNER, 2007).



Para facilitar o projeto, a Associação Brasileira de Normas e Técnicas – ABNT estabelece alguns valores de vazão de água e sua respectiva velocidade máxima dentro de uma tubulação de acordo com a Norma NBR 6401 de 1981.

Fator de atrito (f)

O fator de atrito, também conhecido como fator de atrito de Darcy, é determinado experimentalmente. Os resultados publicados por L. F. Moody são mostrados na Figura 5.

Para determinar a perda de carga em um escoamento completamente desenvolvido sob condições conhecidas, o número de Reynolds é o primeiro parâmetro a ser avaliado. A rugosidade, e , obtida em tubos lisos, necessita apenas do número de Reynolds como parâmetro, utilizando assim, a Figura 5. Em seguida, o fator de atrito, f , pode ser lido da curva apropriada na Figura 5, para os valores conhecido de Re e e/D . Finalmente, a perda de carga pode ser determinada usando a Equação. 4. (FOX, 2010)

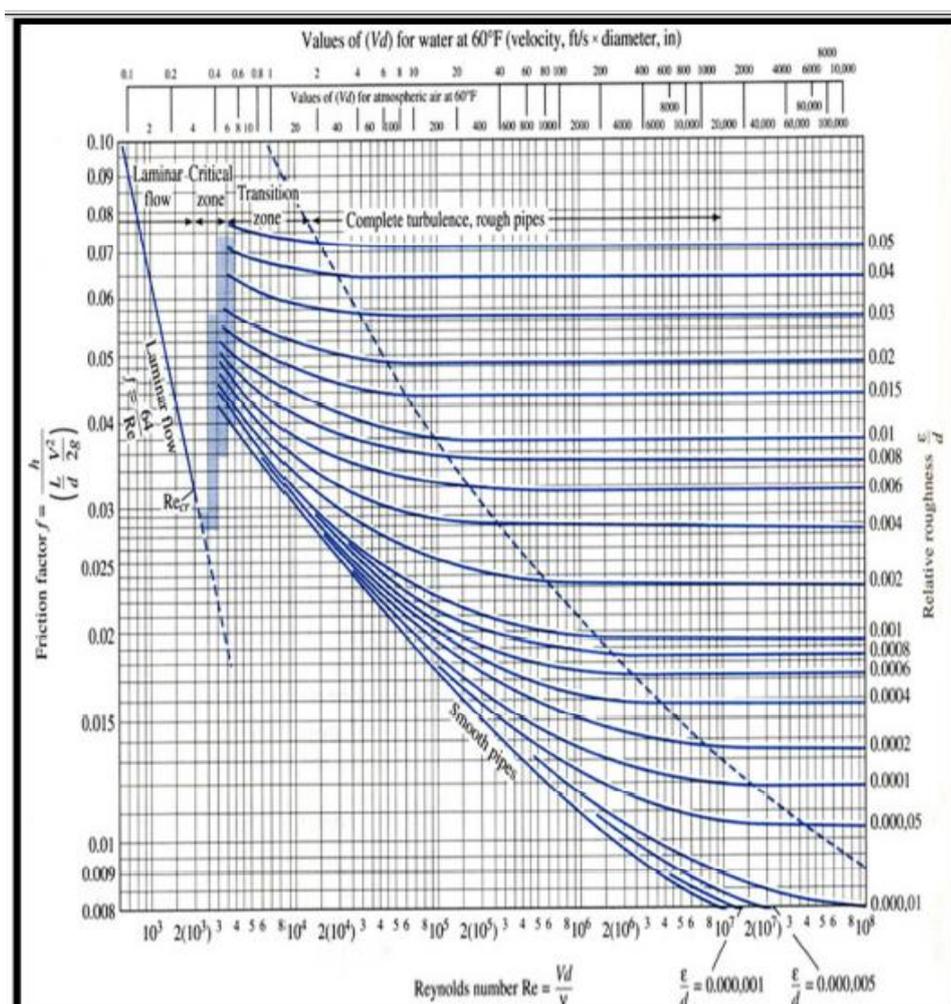


Figura 5 – Fator de atrito para escoamento completamente desenvolvido em tubos circulares. (FOX, 2010)



Comprimento Equivalente (L_{EQ})

Todos os tubos possuem um comprimento de trechos retos, este comprimento pode ser definido como o comprimento real da instalação. As curvas, válvulas e demais singularidades que existem no sistema também representam uma grande parcela da perda de carga, e pode-se estimar como se fosse um tubo reto, esta representação é conhecida como comprimento equivalente (FOX, 2010).

Para tanto, existem tabelas que apresentam o comprimento equivalente em metros (m) das perdas localizadas para diversas singularidades e conexões em função de seu diâmetro nominal, para os mais diversos tubos, inclusive de PVC. Para cada linha de teste presente nesta bancada será necessário calcular um comprimento equivalente.

Curvas Características das Bombas

Ao se projetar uma bomba, visa-se, especificamente, a sua capacidade de recalque de determinada vazão de fluido em certa altura manométrica. Evidentemente, para estas condições, o projeto se desenvolve de modo a obter-se o máximo rendimento possível para a bomba (BRASIL, 2010).

Desta forma cada bomba tem um certo campo de aplicação, sendo de extrema importância delimitar esse campo de uso, dentro de uma faixa de rendimentos.

As curvas características das bombas representam a performance prevista para uma determinada condição de funcionamento.

As bombas são projetadas para trabalhar com vazões e altura manométricas previamente estabelecidas. Através de ensaios verifica-se que as bombas são capazes de atender outros valores de vazões e altura manométricas, além dos pontos para os quais elas foram projetadas.

O conjunto dos pontos em que a bomba é capaz de operar constitui a faixa de operação da bomba. Além dos dados relacionados com altura manométrica e vazão, busca-se obter nos ensaios das bombas as seguintes informações:

- Desenvolvimento da potência necessária ao acionamento da bomba com vazão recalçada;
- Variação do rendimento com a vazão recalçada.
- Desenvolvimento da carga de sucção requerida pela bomba e carga de sucção disponível na instalação de bombeamento.

As curvas geradas com as informações citadas anteriormente constituem as curvas características ou de performance da bomba. (BAPTISTA & COELHO, 2010)

Curva Característica da Bomba X Curva Característica do Sistema

A interpretação do comportamento de uma bomba exige a associação, no plano (H_{man} x Q), entre a curva característica do sistema $H(S)$ e a curva característica da bomba $H(B)$ onde temos uma delas representando a necessidade de energia e a outra representando a disponibilidade de energia.

Altura manométrica da bomba representa quantidade de energia que o quilograma de fluido absorve ao passar pela bomba (função das dimensões da bomba, da rotação de acionamento e do acabamento interno).

Altura manométrica do sistema representa quantidade de energia que o quilograma de fluido precisa absorver para vencer o desnível da instalação, a diferença de pressão entre os dois reservatórios (caso exista) e a perda de carga nas tubulações e acessórios do sistema.

A interseção das duas curvas características define o Ponto de Operação, onde, para a vazão Q , temos a altura manométrica desenvolvida pela bomba igual à altura manométrica

exigida no sistema que é conhecido como ponto de funcionamento da bomba como ilustra a Figura 6.

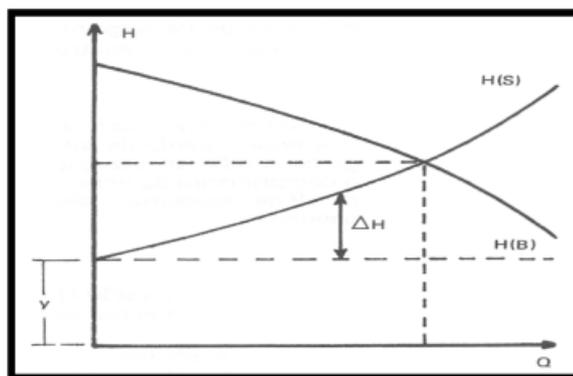


Figura 6 – Curvas características da bomba e do sistema. (BRASIL, 2010)

3. METODOLOGIA

A partir dos estudos desenvolvidos baseados na bancada didática de ensaios de bombas em série e bombas em paralelo, arquitetada por (NASCIMENTO, 2012) onde a mesma possuía artifícios para acoplamentos de novos instrumentos, foi possível dimensionar uma bancada para realização do cálculo de perda de carga e também determinação da curva característica do sistema. Através da compreensão dos estudos por essas bancadas foi possível desenvolver um roteiro experimental que possa ser utilizado por toda a classe estudantil da Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí.

4. RESULTADOS

Foi elaborado um roteiro experimental utilizado no cálculo para determinação da curva característica do sistema, dimensionamento de bombas, perda de carga no sistema, entre outros fatores. O roteiro é apresentado abaixo.

4.1. Roteiro do experimento

Antes da realização do experimento deverão ser feitos alguns cálculos para que seja possível o levantamento da curva característica do sistema, como para os testes de bombas em série e paralelo requerem a redução parcial da área da tubulação através de uma válvula globo com marcações de 0%, a 100%, variando de 10 em 10% que se referem no sentido de aberta para fechada onde 0% se refere à válvula toda aberta e 100%, a válvula completamente fechada, localizada ao final da tubulação de recalque, onde deve-se calcular a nova área usada para cada situação de acordo com a porcentagem usada, para cada nova área encontrada, será necessário um coeficiente de atrito (f), para encontrar este coeficiente necessitasse usar o diagrama de Moody (Figura 5) que tem como parâmetro de entrada o número de Reynolds que deverá ser calculado (Equação 2) para cada seção da área usada.

Após se obter o coeficiente de atrito (f), será possível a determinação da perda de carga do sistema, onde a mesma deverá ser calculada para cada valor da seção da área usada nos cálculos que posteriormente serão usados no experimento e a pressão deve ser convertida,



pois foi mensurada em Kgf/cm^2 e transformada para bar pela seguinte conversão $1 \text{ Kgf/cm}^2 = 0,98\text{bar}$.

Para se controlar o sentido do fluxo faz-se necessário saber quais as válvulas devem estar fechadas ou abertas. Para melhor visualização segue a Tabela 1 que mostra as ligações necessárias para cada solicitação.

Tabela 1 - Ligações necessárias para os testes.

N°	Descrição	Válvula							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Bomba 1 – I	•	•	⊗	•	⊗	⊗	•	•
2	Bomba 1 – II	•	•	⊗	•	⊗	⊗	•	⊗
3	Bomba 2 – I	•	⊗	•	⊗	•	⊗	•	•
4	Bomba 2 – II	•	⊗	•	⊗	•	⊗	•	⊗
5	Bomba em Série – I	•	•	⊗	⊗	•	•	•	•
6	Bomba em Série – II	•	•	⊗	⊗	•	•	•	⊗
7	Bomba em Paralelo – I	•	•	•	•	•	⊗	•	•
8	Bomba em Paralelo – II	•	•	•	•	•	⊗	•	⊗

• = Válvula Aberta ⊗ = Válvula Fechada

As válvulas descritas acima estão dispostas na bancada de ensaio de bombas em série e em paralelo e perda de carga de cor laranja. Elas têm por função dar controle ao fluxo pelo sistema, servindo como um bypass. Onde na abertura e fechamento de determinadas válvulas permitem escolher o caminho a ser percorrido pelo fluido. A partir do controle deste sistema, pode ser realizado os testes descritos abaixo.

As válvulas 1, 2 e 3 são correspondentes ao sistema de sucção da bomba, permitindo a averiguação do fluxo para os testes da bomba 1 e 2 e as associações de bombas em série e em paralelo.

De acordo com o teste a ser realizado, as válvulas 4, 5 e 6 dão ao sistema a possibilidade de realizar os teste do sistema a partir do recalque das bombas, podendo por sua vez efetuá-los individualmente.

Para realização de uma simulação de compensação do decaimento de pressão do fluido com o percorrer do sistema, mantendo o diâmetro do duto sempre constante, é que faz-se o uso das válvulas 7 e 8 na bifurcação. Este decaimento pode ser observado pelos manômetros instalados no começo e no final do recalque. Para esta simulação fecha-se um ou outro lado da bifurcação e com esta diminuição da área de vazão, a pressão do fluxo aumenta, se comparando quando a bomba não possui uma pressão mínima suficiente para o fluido alcançar o final do sistema de recalque.

A Tabela 2 e Tabela 3 a seguir ilustram os dados que devem ser retirados de cada teste realizado.



Tabela 2 – Dados colhidos do experimento.

Nº	Tempo (s)	Área 1 (%)	Área 2 (%)	Área 3 (%)	Velocidades (m/s)	Coefficiente de atrito (f)	Número de Reynolds
Média							

As válvulas em vermelho simulam a placa de orifício. Para efeito de teste estas válvulas são postas em 50%, dando assim um grande aumento na perda de carga.

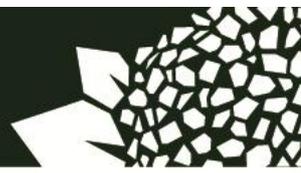
Tabela 3 – Dados colhidos do experimento. (Continuação)

Nº	Pressão bomba 1 (Bar)	Pressão bomba 2 (Bar)	Pressão bifurcação 1 (Bar)	Pressão bifurcação 2 (Bar)	Pressão final do sistema (Bar)
Média					

Tabela 4– Resultado do calculo do comprimento equivalente no recalque e sua respectiva perda de carga.

Nº	Sistema	Tubulação reta (m)	Equivalência das Conexões (m)	Total (m)	Perda de Carga (m.c.a)
Média					

Para a realização do teste para determinação da curva característica do sistema o usuário deverá seguir o seguinte roteiro descrito abaixo:



- I. Na primeira etapa deve-se averiguar se o sistema apresenta vazamentos ou qualquer outro tipo de anomalia. Em seguida deve-se ligar o sistema na tomada com a tensão correspondente de 127 V.
- II. Na segunda etapa verificar o nível da água no reservatório 1, que deve indicar quarenta e cinco litros em sua marcação, caso não esteja no nível indicado completar o nível da água por um orifício que se encontra no reservatório.
- III. Na etapa três deve-se fechar a válvula auxiliar para reter o fluxo de água do reservatório 2 para o reservatório 1.
- IV. Na etapa quatro deve-se escolher o teste a se fazer na bancada e configurar as válvulas para o teste desejado, utilizando para auxílio à Tabela 1.
- V. Na quinta etapa liga-se uma ou duas bombas para dar início ao teste desejado, ressaltando que as bombas devem ser ligadas ao mesmo tempo quando estiverem associadas e que deve-se anotar os valores de tempo e pressão dos testes.
- VI. Na sexta etapa, deve-se cronometrar o tempo que levará para transportar os trinta e cinco litros de água para o reservatório 2 e observar quando o nível da água chegar a dez litros para desligar as bombas evitando entrada de ar no sistema.
- VII. Na sétima etapa, após finalizado o teste, e as bombas estiverem desligadas, abre-se a válvula auxiliar para que a água volte para o reservatório 1.
- VIII. Na oitava etapa se houver necessidade de novos testes, retorna-se para a etapa um.

4.2. Equações utilizadas

Cálculo da área interna

Para o cálculo da área interna da tubulação montada no sistema, foi usada a Equação 1, o sistema utilizou uma tubulação de 0,02665 m de diâmetro interno.

$$A = \pi r^2 \quad (1)$$

Onde: π = Constante; r = Raio da tubulação (m); A = Área interna do tubo (m^2).

Cálculo de velocidade

Para o cálculo da velocidade pode se modificar a fórmula de vazão, uma vez conhecidos os valores da vazão volumétrica, e o valor da área obtido na 3.1, determina se a velocidade pela Equação 2 a seguir (FOX, 2010):

$$Re = VD/\nu \quad (2)$$

Onde: Re = Número de Reynolds; V = Velocidade de escoamento do fluido; D = Diâmetro interno da tubulação; ν = Viscosidade cinemática do fluido (água $9,00E^{-06}$ m^2/s) a temperatura de 23 °C.

Coefficiente de carga distribuída (f)

O coeficiente de carga distribuída pode ser obtido através do diagrama de Moody, que em tubos liso necessita apenas do número de Reynolds como parâmetro, na posse deste resultado encontra-se o valor de (f) na Figura 5.



Cálculos dos comprimentos equivalente das linhas de testes na sucção e recalque

A Equação 3, a seguir permite calcular o comprimento total ou comprimento equivalente da tubulação hidráulica.

$$L_{EQ} = L_r + L_T \quad (3)$$

Onde: L_{EQ} = Comprimento equivalente; L_r = Comprimento real dos tubos; L_T = Comprimento total das singularidades.

Para o cálculo da perda de carga localizada utiliza-se, além da expressão geral, outro processo denominado *Método dos Comprimentos Virtuais*. Este processo consiste, para efeito de cálculo somente, na substituição das singularidades presentes, geradoras das perdas de carga localizada, por um tubo de diâmetro, rugosidade e comprimento tal que proporciona a mesma perda de carga de peças original das singularidades. (BAPTISTA & COELHO, 2010)

Cálculo de perda de carga nas linhas de testes na sucção e recalque

Existem diversas equações que podem ser utilizadas para o cálculo da perda de carga no interior de uma tubulação, porém fórmula de Darcy Weisback é uma das mais empregadas na indústria, pois pode ser utilizada para qualquer tipo de líquido (fluido incompressível) e para tubulações de qualquer diâmetro e material Equação 4. (FOX, 2010)

$$H_p = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

A seguir são apresentados os resultados obtidos de alguns testes realizados utilizando as equações citadas anteriormente, bem como os resultados de alguns parâmetros apresentados:

- Vazão (Q): 0,000583 m³/s
- Área (A): 0,00056 m²
- Velocidade (V): 1,0457 m/s
- Reynolds (Re): 3096,44
- Coeficiente de atrito (f): 0,01

O valor da vazão volumétrica foi obtido a partir dos dados do fabricante da bomba, Kajima Corporation, onde a mesma é do modelo QB 60.

5. CONSIDERAÇÃO FINAL

A partir deste roteiro aplicado nas bancadas, assim que as mesmas estiverem em plena operação a realização de aulas práticas efetuando testes para determinação da curva características dos sistemas em série e em paralelo e a elaboração dos gráficos para representação das mesmas, cálculo do comprimento equivalente do sistema, sua perda de carga e assim incentivar novos discentes a construir novas bancadas didáticas para as Faculdades de Engenharia Mecânica, Civil e Sanitária e Ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem primeiramente a Universidade Federal do Pará, Campus Tucuruí pelo incentivo ao desenvolvimento do artigo, onde ajuda a contribuir educacionalmente para o campus e para a sociedade. A ELETROBRAS/ELETRONORTE pela doação de instrumentos e ao Programa de Extensão - Laboratório de Engenhocas pelo apoio ao artigo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. S. **Máquinas Hidráulicas AT** – 087. Paraná. Curso de Engenharia industrial de madeira. 2012. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplina/salan/AT087-Aula04.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2013.

BAPTISTA, Márcio Benedito; COELHO, Márcia Maria; **Fundamentos de engenharia hidráulica**. 3. Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010

BRASIL, A. N. **Máquinas de Termohidráulicas de Fluxo**. Itaúna. Universidade de Itaúna. 2010. Cap. 3. p. 62- 91. Disponível em: <http://www.alexbrasil.com.br/_upload/13cf22f6d1ef8ef3b4f7dfefdba4f548.pdf> Acesso em: 22 out. 2012.

FOX, R.; PRITCHARD, P.; MCDONALD, A. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. LTC editora. 7. Ed. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

GERNER, Valter Rubens. **Bombas**. 1 ed. Brasília. Instituto Evaldo Lodi Do Distrito Federal. 2007. Disponível em: <<http://migre.me/fE91I>> Acesso em: 01 jun. 2013.

NASCIMENTO, Everton; Universidade Federal do Pará, Campus de Tucuruí, Faculdade de Engenharia Mecânica. **Construção de uma bancada didática de ensaios de bombas em série e bombas em paralelo**, 2012. 63p, il. Trabalho de Conclusão de Curso.

SANTOS, S. L. **Bombas & Instalações Hidráulicas**. 1 ed. São Paulo. LCTE editora. 2007.

ROADMAP FOR CONDUCTING THE TEST WORKBENCH IN TEACHING OF PUMPS: A PROPOSAL FOR EDUCATION AND DESIGN ENGINEERING

Abstract: *The study of loss and test pumps is extremely important for students of Mechanical Engineering, Civil Engineering and Environmental and Sanitary Engineering of the Federal University of Pará - University Campus Tucuruí, since the campus has a workbench of low cost built by students, this is paramount to developing a script to perform such experiments, to aid classroom theory with practice, in this sense, this study aims to develop a roadmap to help teachers teaching and students in practical classes courses in various disciplines, conducting experimental analyzes directly related to the subjects of the courses. This script is based on a collection of data, they are: pressure and time, which should be replicated, ranging through a set of valves to water flow, so that the student will have fully able to plot the characteristic curve a pumping system and to understand the practical operation of a system of pumps in series and parallel.*

Key-words: *Educational script, Pumps, Head loss, Workbench, Engineering.*