



CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE BAIXO CUSTO PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS DE BOMBAS EM SÉRIE E BOMBAS EM PARALELO

Everton Rodrigo Brito Nascimento – everton.r.b.nascimento@hotmail.com

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

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

Jessé Luís Padilha – jessepadilha@ufpa.br

Universidade Federal do Pará – Campus 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 KM 13 S/N Canteiro de Obras da UHE – Tucuruí

68460-000 – Tucuruí – Pará

Resumo: Este trabalho consiste na construção de uma bancada didática de baixo custo de ensaios de bombas em série e bombas em paralelo com potência máxima de 375 W e tem como propostas realizar análises experimentais relacionadas diretamente aos dados e informações teóricas de associação de sistemas, o qual será de pleno controle a partir de válvulas que permitam colocar o sistema em série ou em paralelo. Este trabalho aborda teorias de hidráulica. E o mesmo se justifica por tais parâmetros serem indispensáveis em atividades educacionais relacionado ao estudo de bombas e instalações de bombeamento. Nesse sentido, o projeto de construção da bancada proposta nesse trabalho tem por finalidade auxiliar professores e alunos em aulas práticas na disciplina dos curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Civil e Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Tucuruí.

Palavras-chave: Bancada didática, Hidráulica, Bombas, Associação, 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 bombas caracteriza-se como um importante campo na área de fluidos.

Essa importância se deve 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, consegue-se 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.



Sistemas hidráulicos podem ser encontrados em diversas estruturas as quais se precisa transferir fluidos de um nível para outro, tais como: estruturas prediais para consumo residencial; estruturas industriais para atender um sistema de arrefecimento e/ou consumo básico; estruturas maiores, de tal forma que atenda a demanda de consumo.

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. (SILVA, 2012)

Associação em série

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

Associação em paralelo

Na associação em paralelo, 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.

2.2 Dimensionamento de tubulações e perda de carga

Dimensionamento da tubulação

De acordo com, 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.

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 consequentemente a perda desta bomba. (GERNER, 2012)

3. METODOLOGIA

3.1. Bancada

A Bancada foi dividida em duas etapas: dimensionamento e construção, conforme serão mostrados a seguir.

Dimensionamento

O dimensionamento da Bancada se deu pelos cálculos de perdas de carga utilizando o método Darcy - Weisback para posteriormente se estimar a perda de carga do sistema, para então dimensionar uma bomba que atenda o sistema, para calcular as perdas de cargas foram necessários, os cálculos de outros parâmetros tais como: Cálculos da área interna, Cálculo da velocidade e Cálculo do número de Reynolds.

Cálculo da área interna

Para o cálculo da área interna da tubulação montada no sistema, foi usada a Equação 1 (SANTOS, 2007), 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 (SANTOS, 2007):

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

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- Rouse, que em tubos liso necessita apenas do número de Reynolds como parâmetro, na posse deste resultado encontra-se o valor de (f).

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. (SANTOS, 2007)

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

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

Para calcular o comprimento total de cada linha de teste deve se calcular o comprimento equivalente devido o número de conexões ou singularidades tanto na sucção quanto no recalque representado pela Tabela 1(a) e Tabela 1(b).

Tabela 1 - (a) Quantitativo de conexões na Sucção. (b) Quantitativo de conexões no Recalque.

	<i>Acessórios</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Unidade</i>		<i>Acessórios</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Unidade</i>
Bomba 1	Tê	2	Pc's	Bomba 1	Tê	3	Pc's
	Válvula globo	2	Pc's		Válvula globo	2	Pc's
	Joelho 90°	1	Pc's		Joelho 90°	2	Pc's
	União Roscavel	2	Pc's		União Roscavel	2	Pc's
	Tubulação Reta	1,38	m		Tubulação Reta	1,97	m
Bomba 2	Tê	3	Pc's	Bomba 2	Tê	2	Pc's
	Válvula globo	2	Pc's		Válvula globo	2	Pc's
	Joelho 90°	1	Pc's		Joelho 90°	2	Pc's
	União Roscavel	2	Pc's		União Roscavel	2	Pc's
	Tubulação Reta	1,36	m		Tubulação Reta	2,26	m
Bombas em Série	Tê	2	Pc's	Bombas em Série	Tê	4	Pc's
	Válvula globo	1	Pc's		Válvula globo	3	Pc's
	Joelho 90°	1	Pc's		Joelho 90°	3	Pc's
	União Roscavel	2	Pc's		União Roscavel	2	Pc's
	Tubulação Reta	1,47	m		Tubulação Reta	3,75	m
Bombas em Paralelo	Tê	2	Pc's	Bombas em Paralelo	Tê	4	Pc's
	Válvula globo	3	Pc's		Válvula globo	4	Pc's
	Joelho 90°	1	Pc's		Joelho 90°	3	Pc's
	União Roscavel	2	Pc's		União Roscavel	2	Pc's
	Tubulação Reta	1,63	m		Tubulação Reta	3,3	m

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. (GERNER, 2012)

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

3.2. Construção da bancada***Instrumental utilizado***

Foram utilizados vários instrumentos na construção da bancada, estes estão citados a seguir: Máquina de solda para fazer a união das barras metálicas; Lixadeira para cortar as barras metálicas e dar acabamento nas mesmas quando necessário; Furadeira utilizada para fazer os furos nos reservatórios e fosse adaptado os flanges, e também foi usada na perfuração das barras metálicas para fixar as madeiras de suporte das bombas; Arco de serra usado para serrar as tubulações nas medidas pré-estabelecidas e também serrar os vergalhões que foram usados nos suportes de fixação dos reservatórios.

Materiais

Materiais usados na construção da bancada, estão listados respectivamente na Tabela 2.

Tabela 2 – Materiais usados no desenvolvimento.

Item	Descrição	Quant.	Unid.
Tê com rosca central	Fixação dos manômetros	3	Pc's
Tê liso	Dar o arranjo necessário ao sistema	3	Pc's
Flange	Dar fixação do sistema nos reservatórios	4	Pc's
Válvula	Isolar o sistema e também para diminuir a área de recalque	6	Pc's
União Roscável	Dar ao sistema a flexibilidade para desacoplar certa parte	4	Pc's
Redução	Reduzir área do Tê para o manômetro	3	Pc's
Barra metálica Perfil L	Construção da estrutura da gaiola	12	m
Manômetro	Retirar as medidas de pressão das bombas	2	Pc's
Joelho 90°	Dar o arranjo necessário ao sistema	5	Pc's
Vergalhão	Construção dos suportes dos reservatórios fixos na gaiola	9	m
Reservatório	Armazenar o fluido de teste (água).	2	Pc's
Bomba centrífuga	Conduzir o fluido pelo sistema e possibilitar os testes.	2	Pc's
Adaptador soldável	Unir a tubulação a entrada e a saída da bomba	4	Pc's
Rodas de silicone	Dar mobilidade a estrutura da bancada	4	Pc's
Fio elétrico	Fazer a ligação das bombas	6	m
Disjuntor	Ligar e desligar as bombas	2	Pc's
Prancha de madeira	Fixação das bombas e suporte para os reservatórios	1,5	m
Lixa	Dar maior aderência a tubulação ao colar	3	Pc's
Tinta	Impedir à corrosão do aço e dar acabamento a estrutura	1	Pc's
Cola adesiva para PVC	Unir as tubulações	1	Pc's
Parafusos de fixação	Fixar as bombas	8	Pc's
Plug de tomada	Ligação elétrica da bancada	1	Pc's
Tubo PVC de 32 mm	Criar o sistema da bancada	9	m

3.3. Montagem

A estrutura da bancada didática foi dividida em duas partes fundamentais: gaiola e sistema hidráulico.

Gaiola

A gaiola, tem a função de locomoção e sustentação da bancada, possibilitando a variação de nível entre os dois reservatórios e dimensões ideais para o bom funcionamento do sistema hidráulico. A gaiola foi construída com barras metálicas perfil L, a união foi realizada através do processo de soldagem que deu origem a gaiola com um formato retangular.

Na estrutura da gaiola foi instalado um sistema de rodízios composto por 4 rodas de silicone que possibilitam fácil locomoção da bancada, de forma segura e evitando danos à superfície onde houver o deslocamento da mesma.

Na bancada foi construída com três suportes que possibilitam uma boa fixação e o bom posicionamento das bombas e dos reservatórios, tendo em vista a necessidade de desnível ideal entre os reservatórios e o alinhamento adequado entre bombas.

Para as bombas é usado um suporte de madeira fixo na estrutura da gaiola este material ideal para fixação das bombas.

Para os reservatórios foi feito uma estrutura de vergalhão CA-50 fixa na gaiola que recebeu dois suportes de madeira para apoio, onde um dos suportes está posicionado na parte inferior da gaiola e o outro suporte está posicionado em um nível maior, possibilitando de modo o desnível adequado entre os reservatórios.

Sistema hidráulico

O sistema hidráulico é responsável pela transmissão do fluido de um recipiente ao outro e possui vários componentes que auxiliam na trajetória, sentido, pressão, monitoramento e controle da bancada de turbobombas. O sistema é composto por bombas centrífugas, tubos de PVC, válvulas, conexões em Tê, joelho 90°, a quantidade de material usada na fabricação pode ser encontrada a Figura 1 a seguir ilustra a montagem final do sistema hidráulico.

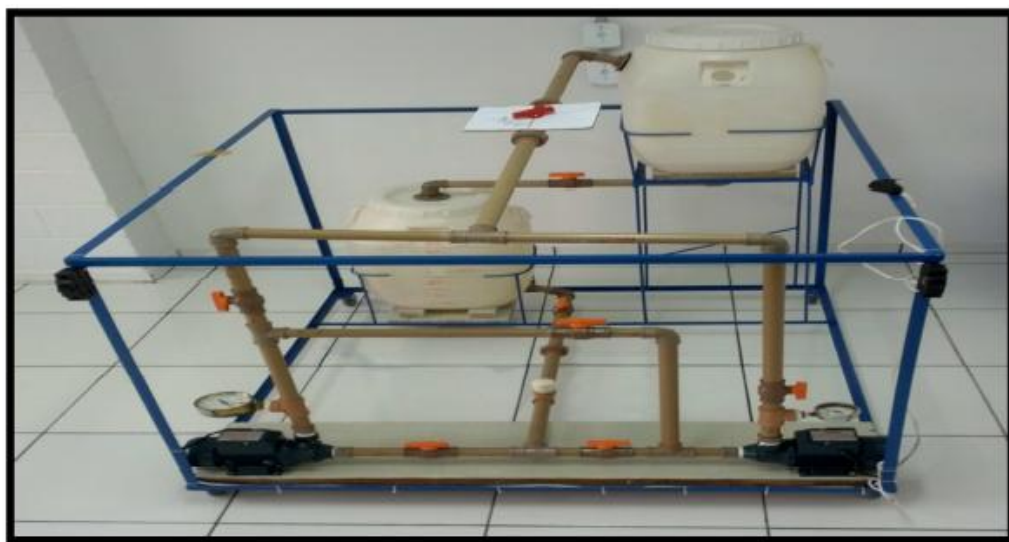


Figura 1 – Componentes do sistema hidráulico.

O primeiro passo da montagem foi fazer uma graduação no reservatório 1, de 5 em 5 litros até totalizar uma quantidade de 45 litros, essa marcação foi feita com o auxílio de uma jarra de 5 litros que já possuía marcação, foram colocados 4 uniões roscáveis uma na linha de sucção e outra na linha de recalque para aumentar a versatilidade da bancada, uma vez que a mesma pode ser acoplada em outras tubulações e com isso aumentar as opções da mesma, também foi colocada uma válvula globo no final da linha de sucção para simular uma placa de



orifício e com isso aumentar a preda de carga do sistema, sendo que a mesma foi graduada de 0 a 90 graus dividida em a cada 10 graus (graus estes convertido em porcentagem da placa aberta), considerando 0 totalmente aberta e 90 totalmente fechada.

O segundo passo foi a elaboração do layout da tubulação, após elaboração do arranjo do circuito que seria construído, e dimensionado o comprimento dos tubos, e a quantidade de acessórios iniciou-se a montagem definitiva. Após a montagem do layout as tubulações foram cortadas com os respectivos comprimentos lixadas nas pontas para obter-se uma melhor fixação com os acessórios, também foram abertos furos nos reservatórios com a furadeira para fixação dos flanges que receberiam a tubulação do sistema com e então iniciou se a soldagem das tubulações usando um cola adesiva para fixar permanentemente a tubulação finalizando a montagem da tubulação.

3.4. Custo

Entre os desafios identificados nesse projeto, destaca-se o gerenciamento de custos de produção da bancada, buscando sempre atingir os objetivos do projeto com eficiência e buscando reduzir os custos de produção de forma a não comprometer a qualidade do produto final. Do início ao fim do processo de concepção e construção da bancada, houve grande preocupação com o fator custos, sendo que as medidas adotadas para controle de gastos se mostraram eficazes ao final do projeto.

No início do projeto, realizaram-se análises para averiguar quais os maiores gastos inerentes ao processo de construção da bancada. Logo, verificou-se que os maiores custos envolvidos no projeto seriam devido a aquisição de materiais.

Os materiais da bancada foram adquiridos por diversos meios, sempre tendo em vista a utilidade, custo e fácil adaptação ao projeto. O qual se constatou que cerca de 60% dos materiais utilizados na construção deste projeto foram comprados, sendo o valor destes materiais o valor parcial do custo do projeto os outros 40% é representado pelos reservatórios, manômetros e reduções que não acrescentaram custo ao projeto devido serem doados pela ELETROBRÁS /ELETRONORTE, a Tabela 3 a seguir apresenta o custo detalhado do valor gasto para a construção da bancada.

Tabela 3 – Custo da bancada

Descrição	Quantidade	Unidade	Valor Total (R\$)
Tubo de PVC Ø 1"	9	M	27,00
Joelho de 90° Ø 1"	7	Pc's	10,50
Tê Ø 1", liso	3	Pc's	6,00
Tê Ø 1", com rosca	3	Pc's	10,50
Válvula globo Ø 1"	6	Pc's	72
Redução de 1" x 1/2"	3	Pc's	7,50
Manômetros	2	Pc's	Doadado
Reservatórios	2	Pc's	Doadado
União rosqueada	4	Pc's	24,00
Barra metálica	12	M	70
Parafusos	8	Pc's	3,60
Bomba centrífuga de 0,5 HP	2	Pc's	238,00
Prancha de madeira esp. 40mm	1,8	M	Doadado
Flange de Ø 1"	4	Pc's	32,00
Fio elétrico	5	M	10,00
Tintas		Vb	20,00
Cola adesiva para PVC	1	Pc's	3,00
Lixa	3	Pc's	1,20
Total R(\$):			537,90

3.5 Experimento

Para realizar os experimentos, torna-se necessário conhecer o sistema de controle de válvulas da bancada. Para tanto, a Figura 2 ilustra a identificação de cada válvula, possibilitando o nível de vazão e sentido do fluxo conforme o controle das válvulas.

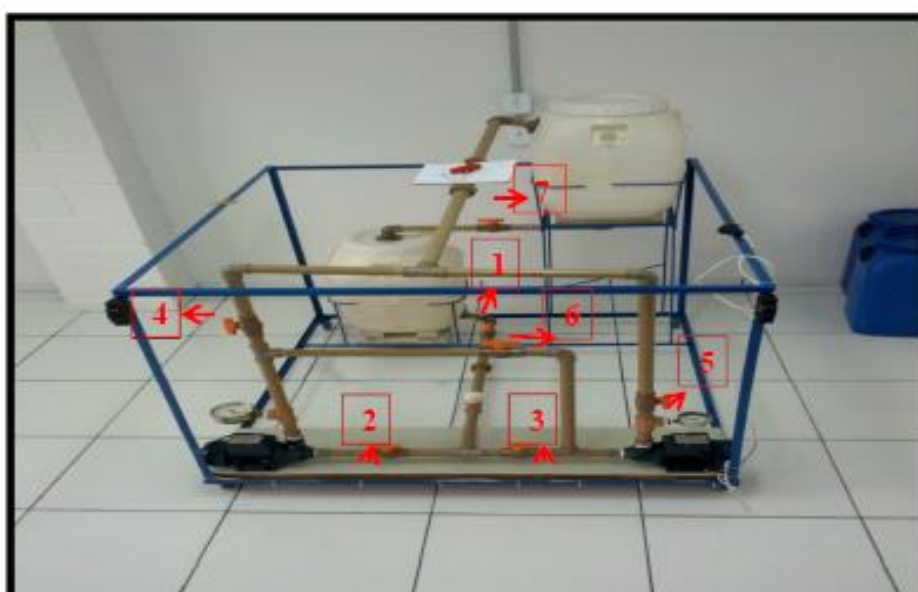


Figura 2 – Numeração das válvulas.

Por sua versatilidade, foram realizados na bancada quatro experimentos, sendo dois experimentos de averiguação das condições de funcionamento das bombas e dois experimentos de análises de parâmetros a partir de associação de bombas.

Para realizar as averiguações das bombas, foram feitos testes individuais na bomba 1 e bomba 2. E para realizar os experimentos de associação, foram realizados testes interligando as bombas em série e em paralelo.

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 4 que mostra as ligações necessárias para cada solicitação.

Tabela 4 – Testes

Nº	Descrição	Válvula					
		1	2	3	4	5	6
1	Bomba 1	•	•	⊗	•	⊗	⊗
2	Bomba 2	•	⊗	•	⊗	•	⊗
3	Bombas em Série	•	•	⊗	⊗	•	•
4	Bombas em Paralelo	•	•	•	•	•	⊗
• = Bomba aberta		⊗ = Bomba Fechada					

4. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados dos cálculos realizados na metodologia, assim como os resultados de alguns parâmetros apresentados abaixo, são eles: vazão nominal da bomba, área interna da tubulação número de Reynolds e o coeficiente de atrito, considerando a tubulação toda aberta.

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

4.1. Testes

Neste tópico apresentaremos os resultados obtidos nos testes experimentais, que consistiu em medir o tempo que o reservatório de recalque enxia os 45 litros, a pressão medida na saída da respectiva bomba, o experimento foi realizado com 5 repetições, e foram divididos em 4 testes sendo eles: teste da bomba 1 e bomba 2, teste de bombas em série e teste de bombas em paralelo, considerando a “placa de orifício” (válvula globo) 50% aberta.

Bombas 1 e 2

Os resultados dos testes das bombas 1 e 2 foram colhidos como dados, somente o tempo, que teve como maior finalidade comprovar os dados fornecidos pelo fabricante de que a bomba tinha uma vazão de 35 L/min. Após o teste verificou-se que a bomba está com um ótimo desempenho, como ilustra a Tabela 5.

Tabela 5 – Resultado dos testes nas bombas 1 e 2.

Nº	Bomba 1 Tempo (s)	Bomba 2 Tempo (s)	Área (%)
1	51,88	52,31	50%
2	51,59	52,14	50%
3	51,32	52,42	50%
4	51,79	52,39	50%
5	51,24	52,20	50%
MÉDIA	51,56	52,29	

Bombas em Série e Paralelo

Para os testes de bombas em série foi necessário reduzir a área da tubulação final de recalque (50%) para aumentar a pressão no sistema para que fosse possível a visualização da mesma pelos manômetros, neste teste foram colhidos dois dados - pressão e tempo - como ilustra as Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Resultado dos testes de bombas em série

Teste em Série				
Nº	Tempo (s)	Pressão bomba 1 (Bar)	Pressão bomba 2 (Bar)	Área (%)
1	49,45	0,15	0,27	50%
2	49,36	0,15	0,27	50%
3	49,76	0,15	0,27	50%
4	49,08	0,15	0,27	50%
5	49,63	0,15	0,27	50%
Média	49,46			

Tabela 7 – Resultado dos testes de bombas em paralelo

Teste em Paralelo				
Nº	Tempo (s)	Área (%)	Pressão bomba 1 (Bar)	Pressão bomba 2 (Bar)
1	29,97	50%	0,20	0,20
2	28,48	50%	0,20	0,20
3	28,84	50%	0,20	0,20
4	28,45	50%	0,20	0,20
5	28,19	50%	0,20	0,20
Média	28,79			

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todo o estudo a respeito de bombas e sistemas hidráulicos conclui-se que turbobombas são equipamentos de grande importância na indústria e na sociedade, e diante disso requerem aplicação de técnicas de hidráulica para evitar perdas no desempenho com sistemas mal dimensionados.

A bancada conseguiu mostrar com confiabilidade os ensaios de bombas em série e bombas em paralelo

A construção desta bancada poderá futuramente incentivar novos alunos a construir novas bancadas didáticas para a faculdade de Engenharia Mecânica. Fica evidente a viabilidade técnica para a realização da bancada que, sem dúvida, contribuirá para a formação de futuros profissionais das áreas de engenharia do Campus de Tucuruí aprimorando o ensino das disciplinas. Os objetivos esperados neste trabalho foram todos atingidos, principalmente os objetivos, que se deu com o dimensionamento e validação da bancada, com a possibilidade de mensurar o tempo e a pressão através de manômetros e o controle do fluxo da água no sistema através de válvulas, nos testes das bombas em série e paralelo, que comprovaram na prática os estudos teóricos obtidos em sala de aula.

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 pelo 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: 13 out. 2012.

BUNETTI, F. **Mecânica dos Fluidos**. 2 ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall. 2008.

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 Euvaldo Lodi Do Distrito Federal. 2007. Disponível em: <<http://www.sp.senai.br/portal/refrigeracao/conteudo/perda%20de%20carga%20-valterv.1.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2012.

RODRIGUES, L. E. M. J. **Mecânica dos Fluidos. Aula 10 – escoamento Laminar e Turbulento**. São Paulo. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SÃO PAULO. S/A. Disponível em: < <http://www.engbrasil.eng.br/pp/mf/aula10.pdf> > Acesso em: 22 nov. 2012.

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



SILVA, M. A. da. **Manual de Treinamento. Seleção e Aplicação de Bombas Centrífugas.** 5 ed. KSB Bombas Hidráulicas. S/A. Disponível em <http://www.4shared.com/office/0zFNspaZ/Manual_Treinamento_Seleo_e_apl.html> Acesso em: 14 out. 2012.

CONSTRUCTION OF A LOW COST TEACHING WORKBENCH FOR CONDUCTING THE TEST OF PUMPS SERIAL AND PARALLEL PUMPS

Abstract: *This work consists in the construction of a low cost didactic bench of testing of in series pumps and parallel pumps with maximum power of 375 W and has as propose perform experimental analyzes directly related to the data and theoretical information about systems association, which will be whole controled by valves that allow to put the system in series or parallel. This paper discusses on theories of hydraulics. And it is justified cause this parameters are indispensable in educational activities related to the study of pumps and pumping installations. In this sense, the project of building the didactic bench proposed in this work aims to assist teachers and students in classes in the discipline of the course of Mechanical Engineering, Civil Engineering and Environmental and Sanitary Engineering of the Federal University of Pará - Tucuruí University Campus .*

Key-words: *Didactic workbench, Hydraulics, Pumps, Association, Engineering.*