



## DESEMPENHO DE BANCADA DIDÁTICA DE HIDRAULICA: AVALIAÇÃO DE RENDIMENTOS

RICARDO DA SILVEIRA DOS SANTOS<sup>1</sup>; GILSON SIMÕES PORCIÚNCULA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – ricardodsantos@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – gilson.porciuncula@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Este Trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre o desempenho das bombas hidráulicas de uma bancada didática de sistemas hidráulicos utilizada como dispositivo didático para as disciplinas de acionamentos Hidráulicos e Pneumáticos no Centro de Engenharias (CENG).

Atualmente Sistemas Hidráulicos são utilizados em várias áreas de aplicação devido suas inúmeras vantagens apresentadas por causa das possibilidades de força e precisão de movimentos. O setor móbil apresenta varias utilidades e aplicações como, por exemplo, esteiras, movimentos em escavadeira, direção e transmissão de tratores de esteira, regulagem de altura de plantadeiras e arados e entre outras, devido à facilidade de execução movimento.

As aplicações dos sistemas hidráulicos com o passar dos anos evoluíram tecnologicamente e foram se tornando cada vez mais confiáveis, e com maior disponibilidade. Para isso as bombas hidráulicas devem ter um alto desempenho para que o sistema opere de forma desejada. Pois a falha deste componente acarretará um baixo rendimento, prejudicando assim todo o sistema (LANA, 2005).

A bomba hidráulica basicamente succiona o fluido hidráulico de um reservatório e o descarrega em uma linha hidráulica confinada, assim transferindo energia hidráulica ao fluido. Sua função é a conversão primaria de energia, convertendo energia mecânica em hidráulica que em um segundo estagio do processo será novamente transformada em energia mecânica através dos atuadores que produzirão o trabalho útil do sistema (MERRIT, 1967, apud LANA, 2005).

Existem vários tipos de bombas hidráulicas, a que se encontra no laboratório é do tipo de engrenagens externas que na sua concepção mais simples consiste de um par de engrenagens iguais envoltadas por uma carcaça com uma entrada e saída de óleo e vedada lateralmente por tampas. Uma das engrenagens tem um lado do eixo prolongado para fora de uma das tampas laterais e é responsável pela transmissão de movimento na bomba, a outra engrenagem gira livremente nas buchas das tampas (LINSINGEN, 2001, apud LANA, 2005).

Entre os vãos dos dentes das engrenagens e a carcaça através do movimento rotativo são formados espaços que transportam o fluido da câmara de entrada para a de saída. A taxa do volume de fluido transportado pela rotação das engrenagens é chamada de vazão teórica. Mas fatores como o desgaste interno da bomba (HONG 1986, FRITH 1994, FRITH 1996, apud LANA, 2005), aumento da temperatura do fluido na saída da bomba (HUNT 1986, MANCO 1995, STORK 1998, ANDERSSON 1999, apud LANA, 2005) causando variação na viscosidade do fluido podem alterar esse valor sendo necessário ser medido o valor experimental para calcular a vazão real da bomba.

### 2. METODOLOGIA

O desempenho da bancada hidráulica é definido pelo rendimento bomba, desta forma, foram realizados experimentos para analisar o comportamento

operacional da bancada didática baseado no comportamento da bomba hidráulica. Para chegar ao valor deste rendimento precisamos calcular os dados teóricos e coletar os dados experimentais. A Figura 1(a) apresenta uma representação gráfica de uma bomba hidráulica e identifica os componentes da mesma.

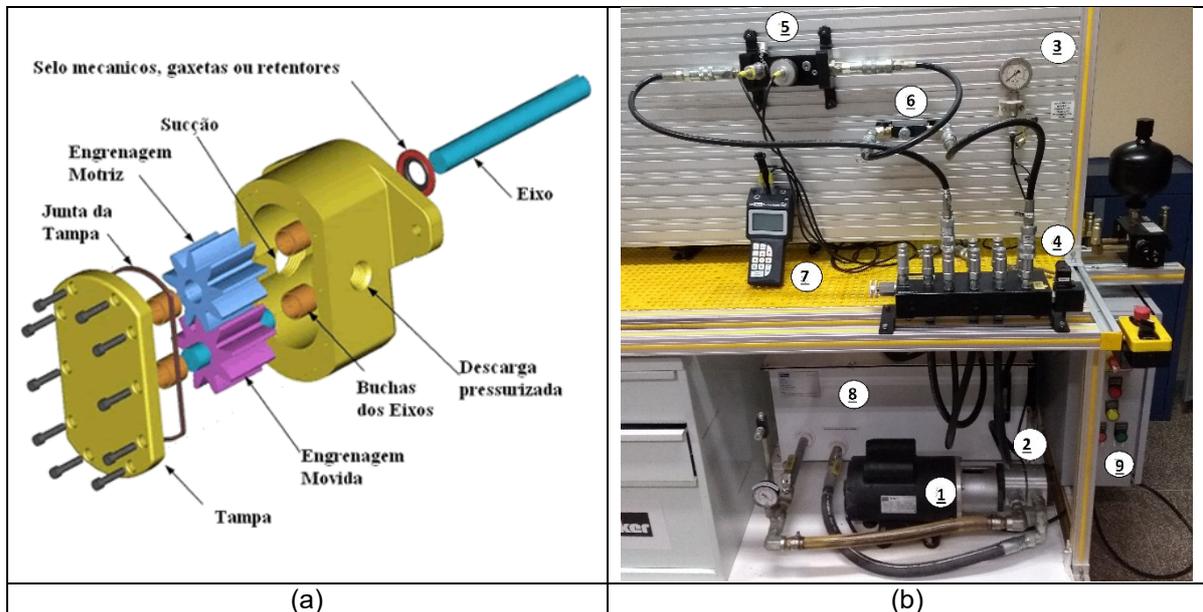


Figura 1(a) – Bomba de engrenagem (b) – Experimento montado na bancada

A vazão teórica da bomba hidráulica é definida pelo deslocamento volumétrico da bomba hidráulica ( $Db$ ) e pela rotação do eixo da bomba ( $nb$ ). A equação 1 apresenta essa relação.

$$Qt = Db \times nb \quad (1)$$

O motor elétrico da bancada tem uma rotação nominal de  $1720rpm$ . No reservatório do fluido pneumático encontramos dois valores de deslocamento volumétrico ( $4 \text{ cm}^3/rot$  e  $6 \text{ cm}^3/rot$ ). Primeiramente trabalhamos com a hipótese de que o  $Db=4 \text{ cm}^3/rot$  de era quando se ligava apenas uma bomba da bancada e o  $Db=6 \text{ cm}^3/rot$  quando se utilizavam as duas bombas ligadas. Mas com o andar dos experimentos chegamos à conclusão que o  $Db=6 \text{ cm}^3/rot$  referia-se à bomba 1 da bancada e o deslocamento de  $Db=4 \text{ cm}^3/rot$  a bomba 2.

Desta forma, substituindo os valores na Equação 1, chegamos aos valores das de vazões teóricas que as bombas disponibilizam para a bancada didática. O Quadro 1 mostra os valores de cada bomba hidráulica.

Quadro 1- Dados operacionais das bombas hidráulicas

| Bomba hidráulica | Deslocamento volumétrico $Db$ | Vazão teórica $Qt$    |
|------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Bomba 1          | $6 \text{ cm}^3/rot$          | $10,32 \text{ L/min}$ |
| Bomba 2          | $4 \text{ cm}^3/rot$          | $6,88 \text{ L/min}$  |

Para coleta dos dados experimentais foram montados dois circuitos, o primeiro um circuito a vazio, ou seja, sem carga, para poder analisar o comportamento normal da bomba e o segundo circuito utilizou-se uma válvula controladora de fluxo para simular uma carga no sistema. A Figura 1(b) apresenta uma fotografia do experimento com a numeração dos componentes e a Figura 2(a) e 2(b) apresentam o circuito do sistema hidráulico com a bomba trabalhando sem e com carga, respectivamente. Nestas figuras podemos identificar os seguintes componentes, 1 – motor elétrico, 2 – bomba hidráulica, 3 – Manômetro hidráulico, 4 - válvula limitadora de pressão, 5 – Transdutor de vazão, temperatura

e pressão, 6 – válvula de controle de fluxo e 7 – sistema de coleta e tratamento de dados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos foram realizados inicialmente com a bancada a frio, temperatura ambiente, os experimentos tiveram em média a duração de 90 minutos e foram coletados dados de vazão, temperatura e pressão a cada 5 minutos. A Figura 3(a) e 3(b) apresentam os resultados do desempenho das bombas hidráulicas 1 e 2 sem carga, respectivamente.

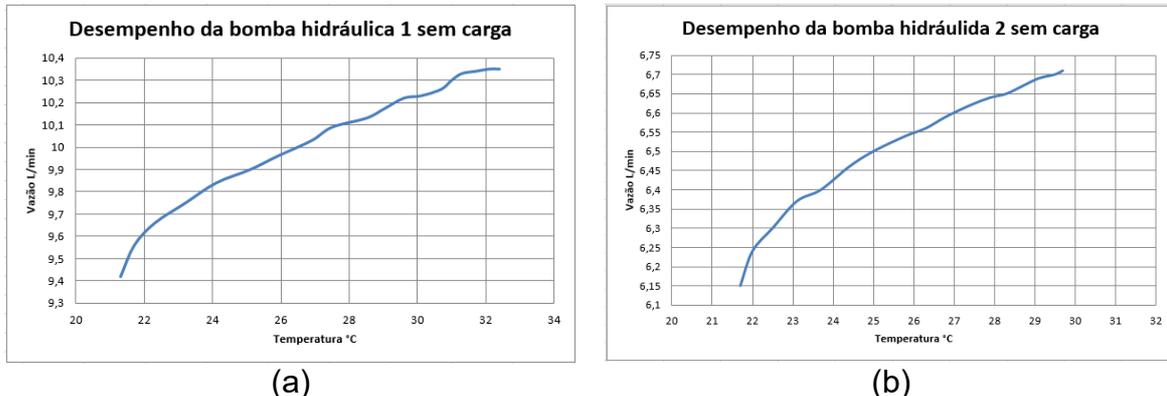


Figura 3 - Desempenho da (a) bomba 1 sem carga (b) bomba 2 sem carga

A rendimento volumétrico  $\eta_v$  bomba hidráulica é definido pela razão entre a vazão real  $Q_b$  mostrada nos gráficos da Figura 3 e a vazão teórica  $Q_t$  apresentada no Quadro 1. A equação 2 apresenta essa relação.

$$\eta_v = \frac{Q_b}{Q_t} \quad (2)$$

O rendimento volumétrico  $\eta_v$  detecta as perdas de vazamentos internos dentro da bomba hidráulica. Desta forma, substituindo os valores das vazões teóricas e os dados dos experimentos mostrados nos gráficos de desempenho na equação 2, obtêm-se os valores de rendimento volumétrico, de acordo com o quadro 2.

Porém, quando a bomba está com carga, ou seja, trabalhando compressões elevadas na saída da bomba, além do rendimento volumétrico é afetado pelo rendimento hidrométrico  $\eta_h$  que detecta as perdas em função da pressão na saída da bomba. Sendo assim para detectar as perdas totais é necessário definir o rendimento do global  $\eta_g$  da bomba. O rendimento global é definido pela Equação 3

$$\eta_g = \eta_v \times \eta_h \quad (3)$$

Quadro 2- Dados operacionais das bombas hidráulicas

| Bomba hidráulica | Vazão teórica $Q_t$ | Vazão real $Q_b$ | Rendimento volumétrico $\eta_b$ |
|------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|
| Bomba 1          | 10,32 L/min         | 9,42             | 0,913                           |
|                  |                     | 10,13            | 0,982                           |
|                  |                     | 10,35            | 1,003                           |
| Bomba 2          | 6,88 L/min          | 6,15             | 0,894                           |
|                  |                     | 6,56             | 0,953                           |
|                  |                     | 6,71             | 0,975                           |

O experimento da Bomba hidráulica 2 com carga de acordo como o circuito da Figura 2b a carga foi gerada por meio do estrangulamento da vazão utilizando uma válvula de controle de fluxo. A Figura 4 mostra os dados do experimento,

neste caso o estrangulamento gerou uma carga inicial de 55 bar, a qual com influenciada pela temperatura vai caindo até 48 bar.

O rendimento hidrométrico  $\eta_h$  detecta as perdas geradas pela pressão aplicada na saída da bomba. Desta forma, calculando o as perdas globais entre os valores das vazões teóricas e os dados dos experimentos mostrados no gráfico da Figura 4, obtém-se o rendimento global da bomba 2 e por meio da Equação 3 é possível calcular o rendimento hidrométrico da bomba. O quando 3 apresenta são resultados.

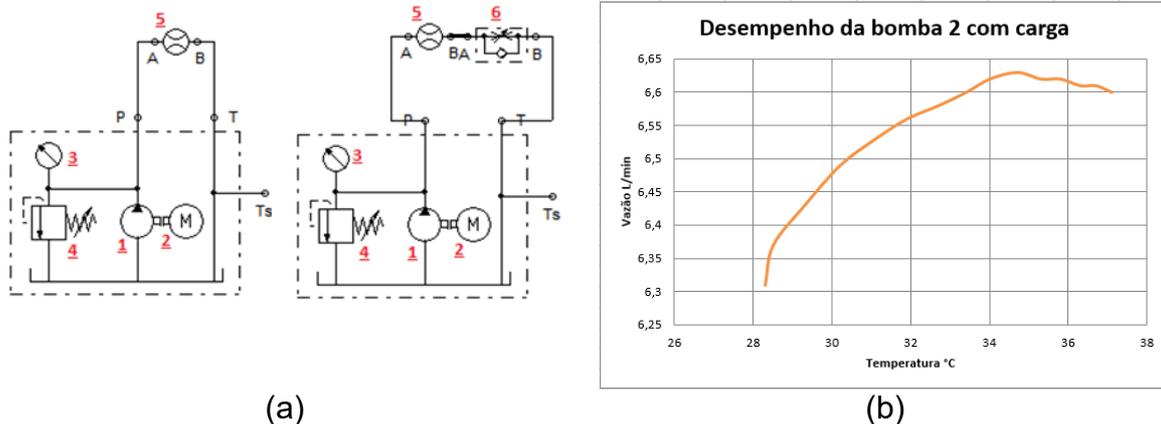


Figura 3 – (a) Circuitos hidráulicos (b) Desempenho da bomba hidráulica 2 com carga

#### 4. CONCLUSÕES

Com os resultados dos experimentos podemos identificar a grande influência da temperatura no desempenho dos sistemas hidráulicos. O aumento da temperatura durante o experimento diminui a viscosidade do óleo hidráulico, deixando o mesmo mais leve assim aumentando a vazão do sistema. Acredita-se ainda que em determinado momento esse limite de viscosidade pode afetar de forma negativa o rendimento volumétrico da bomba hidráulica, devido ao aumento do vazamento interno que ocorre pela pequena folga que existe entre os dentes da engrenagem e a carcaça interna da estrutura da bomba.

Quadro 3- Dados operacionais da bomba hidráulica 2 com carga

| Bomba hidráulica  | Vazão teórica $Q_t$ | Rendimento volumétrico $\eta_b$ | Vazão real $Q_b$ | Rendimento global $\eta_g$ | Rendimento hidrométrico $\eta_h$ |
|-------------------|---------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Bomba 2 com carga | 6,88 L/min          | 0,894                           | 6,31             | 0,917                      | 1,025                            |
|                   |                     | 0,953                           | 6,60             | 0,959                      | 1,006                            |
|                   |                     | 0,975                           | 6,60             | 0,959                      | 1,006                            |

Os resultados do trabalho foram satisfatórios e auxiliarão os alunos nas atividades realizadas em aula e nas suas avaliações onde podem coletar os dados do rendimento volumétrico e hidromecânico para o calculo e análise de sistemas hidráulicos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Norma brasileira de simbologia de sistemas hidráulicos e pneumáticos – **Norma ISO 1219**

PARKER. **Hidráulica industrial**. Apostila M 2001-2. Elyria, 2008, 233p.

LANA, E. D. **Avaliação do rendimento de bombas hidráulicas de engrenagens externas através de medição de temperatura**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.