



**Flávio Boufleur Zorzan  
Jéferson Daronch**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE  
HIDRÁULICA**

**Horizontina**

**2013**

**Flávio Boufleur Zorzan  
Jéferson Daronch**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE  
HIDRÁULICA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Anderson Dal Molin, MsC.

**Horizontina  
2013**

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:**

**“DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE HIDRÁULICA”**

**Elaborada por:**

**Flávio Boufleur Zorzan  
Jéferson Daronch**

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 27/11/2013  
Pela Comissão Examinadora**

---

**Prof. MsC. Anderson Dal Molin  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

---

**Eng<sup>a</sup>. Francine Centenaro  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

---

**Prof. Esp. Valmir Vilson Beck  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina  
2013**

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho aos nossos pais. Devido ao incentivo aos estudos, conquistamos a oportunidade de podermos concluir o curso de Engenharia Mecânica.

## **AGRADECIMENTO**

As nossas famílias que nos apoiaram durante toda a jornada acadêmica, principalmente no período de desenvolvimento do TFC.

Os professores da FAHOR, que contribuíram para a nossa formação, em especial ao nosso orientador Anderson Dal Molin, que esteve sempre presente durante o desenvolvimento de todo o trabalho.

Aos colegas e amigos, que estiveram em nosso lado ao longo do estudo.

*"Um homem é um sucesso se pula da cama pela manhã, vai dormir à noite e, nesse meio tempo, faz o que gosta."*

Bob Dylan

## RESUMO

O estudo proposto apresenta os resultados do desenvolvimento de uma bancada didática de hidráulica. O trabalho foi iniciado para solucionar o problema da falta de experimentos a serem utilizados durante as atividades práticas no Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos da Faculdade Horizontina. Para solucionar o problema abordado, o estudo tem como objetivo melhorar o aprendizado dos acadêmicos da Faculdade Horizontina durante as aulas práticas em disciplinas ligadas á hidráulica em geral, dado pelo aumento do número de bancadas no Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos, a partir do desenvolvimento de um novo conceito de bancada didática de hidráulica. O trabalho enfatiza a importância da execução de atividades práticas, em conjunto com as aulas teóricas, durante a graduação no curso de Engenharia Mecânica, assim como define os principais conceitos técnicos necessários para a compreensão dos métodos utilizados no proposto estudo. A bancada didática de hidráulica desenvolvida foi dimensionada a partir de uma antiga bancada hidráulica, que não estava funcionando e foi cedida a equipe do estudo pela Faculdade Horizontina para a realização do presente trabalho. A metodologia seguida pela equipe durante o desenvolvimento da bancada em questão teve início com o estudo da bancada hidráulica cedida pela Faculdade Horizontina, em seguida foi definida a forma de funcionamento que a bancada irá apresentar, na sequência foram reparados componentes que não estavam funcionando corretamente e adicionados outros conforme já definido pela equipe do trabalho. Depois de concluído o desenvolvimento da bancada, com todos componentes montados e funcionando corretamente, a equipe analisou e coletou dados fornecidos de acordo com o funcionamento da bancada, estes dados estão apresentados no trabalho de forma comparativa. A nova bancada e os outros equipamentos já presentes no Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos, serão de enorme importância para os acadêmicos durante estudos práticos ligados a hidráulica, professores poderão apresentar aulas dinâmicas, incentivando os estudantes a atividades práticas e ao desenvolvimento de novos equipamentos. Além da Faculdade Horizontina poder contar com uma bancada adicional, em perfeito funcionamento, o desenvolvimento da bancada irá alavancar o interesse dos acadêmicos em desenvolverem suas próprias bancadas ou novos experimentos, com a orientação dos mestres e de incentivos vindos da faculdade.

**Palavras-chave:** Bancada Didática. Sistemas Hidráulicos. Aula Prática.

## ABSTRACT

The proposed study presents the results for development of a didactic hydraulic bench. The work was initiated to resolve the problem of the lack of experiments to be used during the practical activities at the Laboratory of Hydraulic and Pneumatic Systems at Faculdade Horizontina. To resolve the problem addressed, the study aims at improving the learning of students at Faculdade Horizontina during practical classes in related disciplines, usually hydraulic, given the increasing number of stands at the Laboratory of Hydraulic and Pneumatic Systems, from the development a new concept of teaching hydraulic benches. The study emphasizes the importance of implementation of practical activities, together with the classes, during the graduation in Mechanical Engineering course, as well as defining the most important technical concepts needed to understand the methods used in the proposed study. The didactic bench of hydraulic developed was measured from an old hydraulic bench, which was not working and was assigned to the study team from the Faculdade Horizontina to work on such a project. The methodology used by the team during the development of the bench in question began with the study of the hydraulic bench courtesy by Faculdade Horizontina then was defined as the way of operation that the bench will have in sequence it was repaired components that were not working properly and added others as already defined by the work team. Once completed the development of the bench, with all components mounted and working properly, the team collected and analyzed data provided in accordance with the operation of the bench, these data is presented in this paper for comparison. The new bench and other equipments already presented at the Laboratory of Hydraulic and Pneumatic Systems, will be of enormous importance for academics during practical studies related to hydraulic, teachers can have dynamic lessons, encouraging students to have practical activities and the development of new equipment. Besides the Faculdade Horizontina will be able to rely on additional bench in perfect operation, the development of this bench will leverage the interest of students in developing their own stands or new experiments, with the guidance of teachers and incentives coming from college.

**Keywords:** Didactic Bench. Hydraulic Systems. Practical Lessons.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de bancada hidráulica. ....	13
Figura 2: Sistema hidráulico tradicional.....	14
Figura 3: Circuito regenerativo.....	17
Figura 4: Atuador com circuito regenerativo ou simples.....	19
Figura 5: Painel de instrumentos de medição. ....	20
Figura 6: Bancada didática de hidráulica desenvolvida (vista frontal). ....	21
Figura 7: Bancada didática de hidráulica desenvolvida (vista traseira). ....	22
Figura 8: Atuadores presentes na bancada didática de hidráulica. ....	24

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1	APRENDIZADO PRÁTICO	12
2.2	BANCADAS DIDÁTICAS	13
2.3	SISTEMAS HIDRÁULICOS	14
2.3.1	VANTAGENS DO SISTEMA HIDRÁULICO	15
2.3.2	DESVANTAGENS DO SISTEMA HIDRÁULICO	15
2.3.3	COMPARAÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO COM O SISTEMA PNEUMÁTICO	16
2.3.4	INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO	16
2.3.4.1	MANÔMETRO	16
2.3.4.2	TERMÔMETRO	16
2.3.4.3	ROTÂMETRO	17
2.3.5	CIRCUITO REGENERATIVO	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>18</b>
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	18
3.1.1	DEFINIÇÃO DO MODELO DE BANCADA	18
3.1.2	DESENVOLVIMENTO DA BANCADA	19
3.2	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	20
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>21</b>
4.1	A BANCADA DIDÁTICA DE HIDRÁULICA	21
4.1.1	COMPONENTES	22
4.1.2	FUNCIONAMENTO	25
4.1.3	EXPERIMENTOS E CÁLCULOS	25
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>28</b>
	<b>ANEXO A</b>	<b>29</b>
	<b>APÊNDICE A</b>	<b>30</b>
	<b>APÊNDICE B</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em meio ao cenário acadêmico estudantes e mestres estão diariamente conectados a diferentes formas de aprendizagem. A literatura expõe uma enorme gama de afirmações já provadas, conceitos e teorias sobre os mais diversos assuntos da área acadêmica, aguçando a vontade do estudante a comprovar os meios de estudo na prática, para conciliar com o conhecimento aprendido em aulas e pesquisas, estas oriundas de livros e outras fontes literárias.

Nas faculdades com cursos relacionados à engenharia em geral, os estudos estão cada vez mais direcionados a aulas práticas em conjunto a laboratórios, bancadas didáticas, máquinas, ferramentas, aparelhos metrológicos entre outros, o que introduz o acadêmico a reais situações que aparecem no dia-a-dia do profissional.

A partir desse conceito em aplicar de forma prática os conteúdos estudados em sala de aula, o tema do presente trabalho foi definido como a prática na aprendizagem, com foco no uso de bancadas nas aulas de engenharia vinculadas a hidráulica. No Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos (LaSHP) da Faculdade Horizontina (FAHOR), carece de experimentos para realização de estudos práticos, necessitando a adição de ferramentas e bancadas para realização das atividades.

Devido os argumentos citados, define-se o problema de pesquisa como a deficiência de bancadas de uso prático e didático no LaSHP da FAHOR. Anteriormente, vários acadêmicos ao mesmo tempo trabalhavam em um pequeno número de bancadas. Devido à falta de bancadas, alguns acadêmicos ficam desfavorecidos, sem o contato prático durante testes, resultando para esses acadêmicos o desinteresse em relação ao estudo realizado.

Justifica-se o desenvolvimento da bancada didática de hidráulica em expandir os recursos de experimentos práticos no LaSHP da FAHOR. A adição de novas ferramentas para aprendizagem prática das aulas ligadas a hidráulica gera para os acadêmicos um ambiente mais confortável para a aprendizagem, contribui para uma maior interação dos estudantes com a prática e como resultado um ensino de maior qualidade por parte da FAHOR.

Seguindo o contexto de introduzir o acadêmico às novas metodologias de intersecção do aprendizado teórico com o aprendizado prático, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolvimento de uma bancada didática de hidráulica para melhorar a forma de aprendizado dos acadêmicos da FAHOR durante as aulas práticas de hidráulica, a partir do aumento do número de bancadas. Com isso irá diminuir o tamanho do grupo de acadêmicos que irá trabalhar em cada bancada, proporcionando a oportunidade e o incentivo de um número maior de estudantes interagir em forma prática com os componentes hidráulicos presentes nas bancadas e ferramentas do LaSHP, durante a execução de experimentos e atividades ligadas à hidráulica. Para tanto, este trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Análise da bancada hidráulica doada pela FAHOR;
- Definir a metodologia de desenvolvimento da bancada;
- Definir os componentes utilizados (pesquisas e tabelas);
- Buscar junto a FAHOR recursos para aquisição de componentes necessários para a construção da bancada;
- Construir a bancada didática de hidráulica.

A bancada em questão foi dimensionada a partir de uma antiga bancada hidráulica que não funcionava, cedida pela FAHOR para a realização do estudo. Como resultado do desenvolvimento da bancada em questão, irá aumentar as opções de experimentos práticos para atividades ligadas à hidráulica, gerando um ambiente com mais recursos para o ensino.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura serão abordados os principais conceitos sobre aprendizado prático, bancadas didáticas e conceitos relativos à hidráulica em geral.

### 2.1 APRENDIZADO PRÁTICO

Para Rosenberg (2002), o aprendizado é de fundamental importância para negócios, onde as pessoas adquirem novas habilidades ou conhecimentos a fim de melhorar seu desempenho. O mesmo autor complementa que o aprendizado permite o trabalho em grupos, mais rápido, melhor, de maneira inteligente, de modo que os indivíduos colham benefícios para sua aprendizagem.

Seguindo essa linha de raciocínio em despertar o interesse na aquisição de novos conhecimentos, para a Revista Nova Escola apud Ausubel (2011) o aprendizado é influenciado no que o aprendiz tem de conhecimento. O mesmo autor ainda considera que há duas condições para que a aprendizagem ocorra: o conteúdo deve ser potencialmente revelador e o estudante precisa se relacionar de maneira consistente e não arbitrária ao material trabalhado.

A partir dessas afirmações relacionamos a atividade prática como importante ferramenta para despertar a curiosidade e interesse do acadêmico sobre os fenômenos ocorridos na prática, fora da sala de aula, segundo Leite, Silva e Vaz apud Borges ([s.d.]), nessas aulas, os estudantes têm a oportunidade de interagir com as montagens de instrumentos específicos, que normalmente eles não têm contato, em um ambiente com um caráter mais informal do que o ambiente da sala de aula.

Leite, Silva e Vaz apud Borges ([s.d.]) ainda afirma que as aulas práticas no ambiente de laboratório podem despertar curiosidade e, conseqüentemente, o interesse do estudante, visto que a estrutura do mesmo pode facilitar, entre outros fatores, a observação de fenômenos estudados em aulas teóricas. O estudante terá um maior envolvimento do conteúdo teórico passado pelo professor em sala de aula com a atividade prática relativa ao estudo anterior. Como resultado irá adquirir a desejada motivação em saber mais sobre o tema em estudo, uma consequência positiva é que o acadêmico irá aprender e captar o conteúdo proposto de forma ampliada, somando conhecimentos e habilidades.

## 2.2 BANCADAS DIDÁTICAS

Para Giordani, Jurach e Rodrigues (2003), bancadas didáticas são ferramentas de auxílio para a realização de experimentos que possibilita ao operador montar diversos sistemas variando seus parâmetros, ao familiarizar com os componentes e ao mesmo tempo verificar na prática a teoria vista em aula.

Ao descrever um de seus produtos, uma bancada hidráulica e eletrohidráulica, a empresa Hidro Didática (2013) afirma que através da flexibilidade na interligação dos componentes em forma modular, a aprendizagem prática planejada coloca o estudante em situação que exige sua interação com os colegas e com o professor para relacionar a teoria com aplicações práticas. A Figura 1 apresenta um exemplo de bancada hidráulica.

Figura 1 – Exemplo de bancada hidráulica



**Fonte:** Didática Bosch Rexroth, 2006, p. 5.

## 2.3 SISTEMAS HIDRÁULICOS

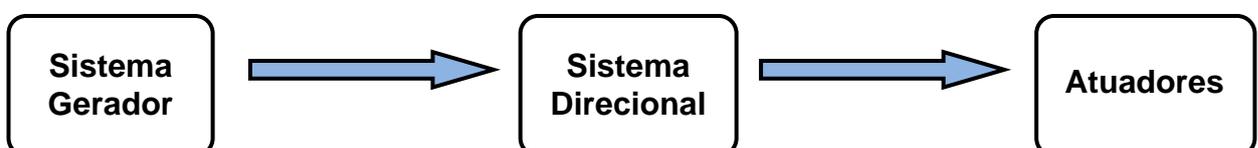
A hidráulica é a ciência que estuda os fluidos em escoamento e sob pressão. O funcionamento da bancada hidráulica é de uma máquina de fluido, um sistema em que o trabalho é considerado um sistema óleo hidráulico, o mesmo autor afirma que esses sistemas são sistemas transmissores de potência ou movimento e utilizam como elemento transmissor o óleo (PALMIERI, 1994).

Um sistema hidráulico é um conjunto de elementos físicos convenientemente associados que, utilizando um fluido como meio de transferência de energia, permite a transmissão e controle de forças e movimentos (LINSINGEN, 2003, p. 17).

Henn (2006) afirma que máquina de fluido é o equipamento que promove a troca de energia entre um sistema mecânico e um fluido, assim transformando energia mecânica em fluídica ou energia de fluido em mecânica. Para Fialho (2011) podemos identificar o fluido como qualquer substância capaz de escoar e assumir a forma do recipiente que contém. Segundo Linsingen (2003) os fluidos utilizados atualmente em sistemas hidráulicos são basicamente os derivados de petróleo e os que podem ser enquadrados na categoria de fluidos especiais (resistentes a fogo ou não inflamáveis).

Em uma forma ampla, Palmieri (1994) conclui que existe uma grande infinidade de tipos de circuitos hidráulicos, porém, todos eles seguem sempre um mesmo esquema, que poderíamos dividir em três principais partes: Sistemas de geração: reservatório; filtros; bombas; motores; acumuladores; intensificadores de pressão; e outros acessórios. Sistema de distribuição e controle: válvulas controladoras de vazão; válvulas reguladoras de pressão; e válvulas direcionais. Sistemas de aplicação de energia: os atuadores podem ser cilindros; motores hidráulicos; e osciladores. A figura 2 apresenta as partes de um sistema hidráulico tradicional.

Figura 2 – Sistema hidráulico tradicional



Mesmo que indesejável, Palmieri (1994) complementa que durante o escoamento do fluido através do sistema hidráulico, pode ocorrer uma perda de pressão, denominada de perda de carga, devido a fatores que envolvem: comprimento e diâmetro interno da tubulação; velocidade do escoamento; densidade do fluido; e fator de fricção (este depende do tipo de tubo, velocidade do fluido, diâmetro interno da tubulação e viscosidade cinemática do fluido).

### **2.3.1 Vantagens do sistema hidráulico**

Fialho (2011) cita as vantagens dos sistemas hidráulicos em comparativo com os sistemas mecânicos e/ou elétricos:

- Fácil instalação dos diversos elementos, oferecendo grande flexibilidade, inclusive em espaços reduzidos. O equivalente em sistemas mecânicos já não apresenta a mesma flexibilidade;
- Devido à baixa inércia, os sistemas hidráulicos permitem uma rápida e suave inversão de movimento, embora, nos sistemas mecânicos, os atuais motores de passo e servomotores também permitam uma rápida inversão;
- Permitem ajustes de variação micrométrica na velocidade;
- São sistemas auto lubrificados, diferente dos mecânicos e elétricos;
- Relação (peso x tamanho x potência consumida) muito menor que os demais sistemas;
- São sistemas de fácil proteção contra esforços excessivos;
- Devido à ótima condutividade térmica do óleo, geralmente o próprio reservatório acaba eliminando a necessidade de um trocador de calor.

### **2.3.2 Desvantagens do sistema hidráulico**

Do mesmo modo Fialho (2011) também enuncia as desvantagens dos sistemas hidráulicos em comparativo com os sistemas mecânicos e/ou elétricos:

- Elevado custo inicial, comparado aos sistemas mecânicos e elétricos;
- Transformação de energia elétrica em mecânica e mecânica em hidráulica para, posteriormente, ser transformada novamente em mecânica;
- Perdas por vazamentos internos em todos os componentes;

- Perdas por atritos internos e externos;
- Baixo rendimento em função dos três fatores citados anteriormente;
- Perigo de incêndio devido ao óleo ser inflamável.

### **2.3.3 Comparação do sistema hidráulico com o sistema pneumático**

Seguindo ainda a linha de comparação do sistema hidráulico com outros sistemas, os sistemas hidráulicos levam vantagens durante o seu uso em relação aos sistemas pneumáticos. Segundo Palmieri (1994), os sistemas hidráulicos possuem um controle de força (pressão) e velocidade (vazão) mais apurado do que os sistemas pneumáticos, além de trabalhar com pressões mais elevadas, possibilitando assim uma transmissão de potência maior. Porém como desvantagem o mesmo autor afirma que os sistemas hidráulicos perdem apenas no custo onde os sistemas pneumáticos apresentam um investimento inicial menor.

### **2.3.4 Instrumentos de Medição**

Este tópico irá apresentar conceitos referentes aos instrumentos de medição, que estão presentes na bancada desenvolvida.

#### **2.3.4.1 Manômetro**

A pressão de um sistema hidráulico pode ser medida a partir de manômetros:

Os manômetros são instrumentos destinados a receber no seu interior uma pressão e indica-la, em termos de unidades de pressão, ao observador. (PALMIERI, 1994, p. 279).

Segundo o mesmo autor, os manômetros mais utilizados, são os de mostrador circular e ponteiro, que na maioria das vezes expressa pressões em kg/cm<sup>2</sup> ou psi (ou ambas).

#### **2.3.4.2 Termômetro**

Termômetros servem para medir a temperatura do fluido no sistema hidráulico, de acordo com Palmieri (1994), a utilização de termômetro é

imprescindível em sistemas hidráulicos, pois nunca pode-se deixar que o fluido supere a temperatura máxima recomendada pelo fabricante do equipamento hidráulico. O mesmo autor ainda afirma que os termômetros analógicos utilizados nos sistemas hidráulicos funcionam a partir da dilatação e contração do mercúrio presente no seu bulbo, também complementa que os mesmos são semelhantes aos manômetros, pois possui um mostrador circular onde gira um indicador sobre uma escala graduada, neste caso geralmente em graus centígrados ou Fahrenheit.

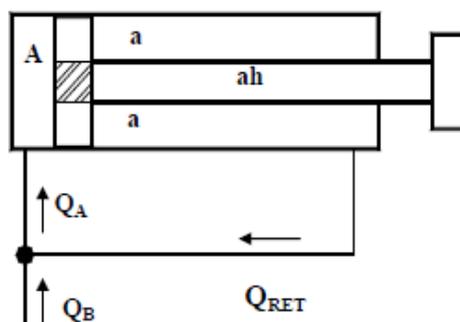
### 2.3.4.3 Rotâmetro

A empresa Applitech (2013), ao descrever um de seus produtos, define rotâmetro como um instrumento utilizado para medir vazão instantânea de líquidos ou de gases, a partir da vazão de área variável.

### 2.3.5 Circuito Regenerativo

Para Pequeno (2006), um circuito regenerativo é empregado quando se deseja que o cilindro se desloque com uma velocidade maior que a normal, mas seja capaz de desenvolver a força necessária, quando solicitado. A Figura 3 exemplifica um circuito regenerativo: a câmara traseira (área  $A$ ) e a dianteira (área  $a$ ) estão em comunicação, então a pressão é a mesma em ambas as câmeras, já a força resultante será a pressão vezes a área da haste ( $ah$ ), já a vazão da câmara traseira ( $Q_A$ ) será dada pela soma da vazão de retorno da câmara dianteira ( $Q_{ret}$ ) e pela vazão da bomba hidráulica do sistema ( $Q_B$ ). A velocidade de avanço da haste ( $V_R$ ) será dada pela divisão da vazão da bomba ( $Q_B$ ) pela área da haste ( $ah$ ).

Figura 3 – Circuito Regenerativo



### **3 METODOLOGIA**

A metodologia do proposto estudo é fundamentada a partir do problema de pesquisa: a deficiência de bancadas de uso prático e didático no LaSHP da FAHOR. Cientes dessa necessidade, o próprio corpo docente da faculdade incentivou a equipe do projeto a construir uma bancada didática. Para isso acontecer, com o propósito de diminuir gastos e evitar o sucateamento de materiais, a FAHOR doou uma antiga bancada hidráulica que não estava em funcionamento, que foi utilizada para desenvolver um novo conceito de bancada didática de hidráulica.

#### **3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS**

Dentro dos procedimentos metodológicos de pesquisa foram executados os seguintes passos para o desenvolvimento da bancada em questão:

- Analisar a bibliografia necessária para o desenvolvimento da bancada;
- Analisar a bancada hidráulica doada pela FAHOR;
- Definir os componentes utilizados na bancada (pesquisas e tabelas);
- Buscar junto a FAHOR recursos para aquisição de componentes necessários para a construção da bancada;
- Desenvolver a bancada didática de hidráulica;
- Apresentar os resultados.

##### **3.1.1 Definição do modelo de bancada**

Com subsídios teóricos citados na revisão da bibliografia e os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Mecânica pela equipe do estudo, definem-se as principais características da bancada a ser desenvolvida, uma bancada didática de hidráulica que possa ser operada por mestres e acadêmicos da FAHOR e que apresente os principais componentes que constituem os sistemas hidráulicos tradicionais, ou seja, a bancada irá apresentar: válvulas, atuadores, bomba hidráulica, motor hidráulico, conexões, engates, tubulações, reservatório, manômetros, entre outros componentes de menor destaque.

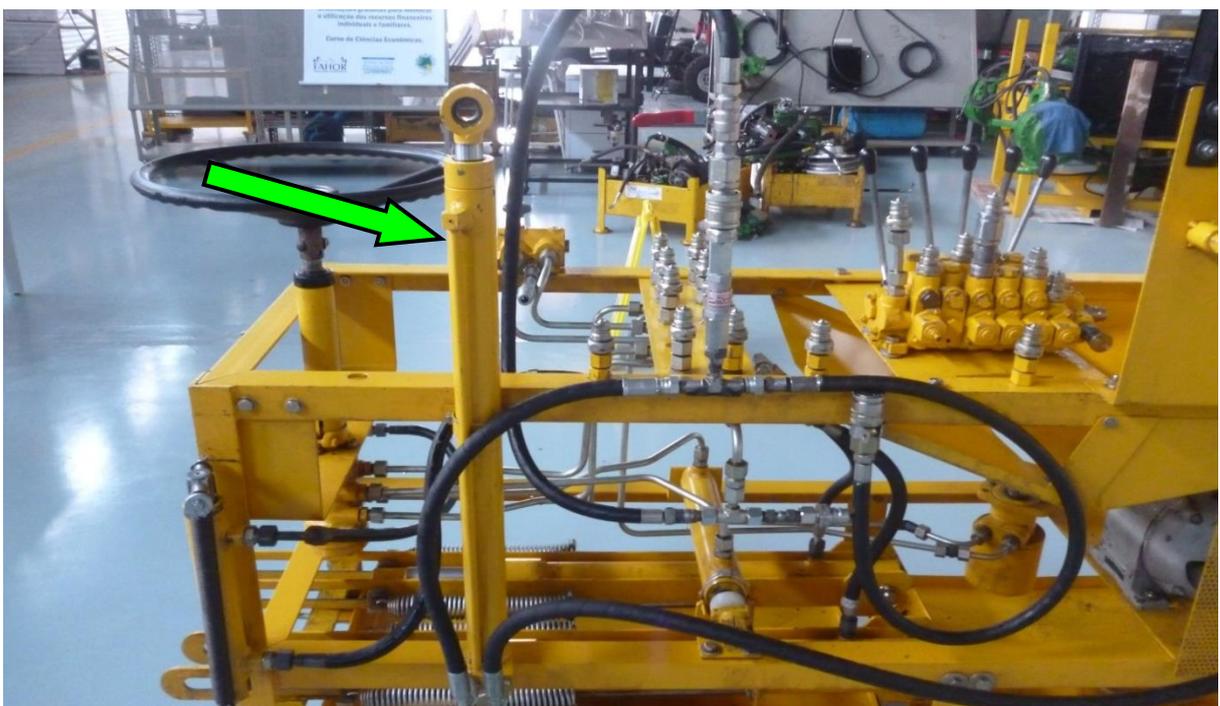
### 3.1.2 Desenvolvimento da bancada

A partir da definição de um modelo de bancada hidráulica que apresente os principais e tradicionais componentes que constituem os circuitos hidráulicos, efetuou-se a construção da bancada em questão a partir da bancada existente.

Primeiramente foi feita uma manutenção geral nos atuadores, trocando os reparos e componentes danificados. Em seguida foi feita uma verificação nas mangueiras, o sistema teve a remoção de mangueiras que apresentavam vazamentos, após, as mesmas foram padronizadas para que todas apresentem engate rápido junto com as conexões presentes na bancada. O reservatório foi limpo, filtros foram substituídos e o fluido hidráulico que estava inadequado foi substituído pelo fluido AW 68, de acordo com especificações do fabricante, que podem ser visualizadas no anexo A. Foram confeccionadas duas novas bandejas para armazenamento temporário do fluido que escoa do sistema.

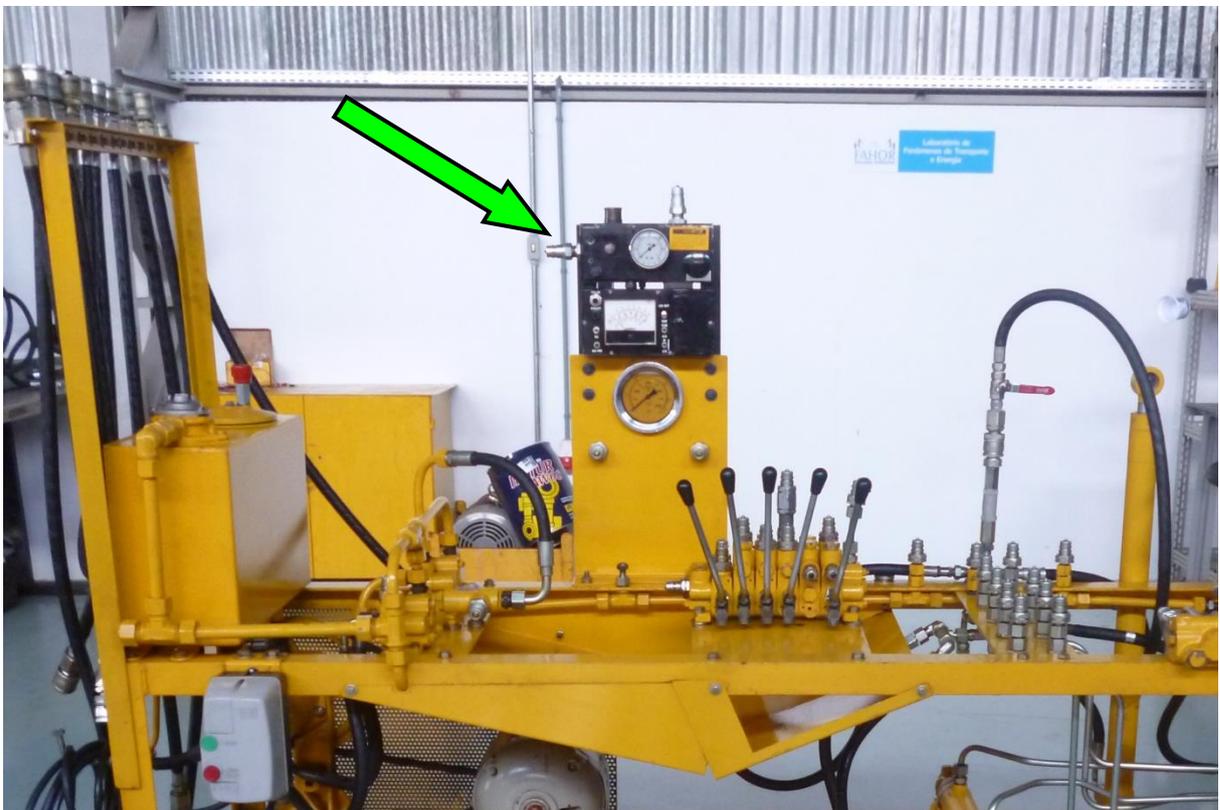
Dando continuidade no desenvolvimento da bancada, foi criado um sistema regenerativo usando o mesmo atuador que antes funcionava apenas em circuito simples de dupla ação. Agora, a partir do uso de válvulas ao longo do sistema o atuador pode trabalhar com o circuito regenerativo ou com circuito simples. A Figura 4 apresenta o atuador em questão.

Figura 4 – Atuador com circuito regenerativo ou simples



Relativo a instrumentos de medições, o antigo manômetro (escalas em lbs/pol<sup>2</sup> e kg/cm<sup>2</sup>), que não estava funcionando, foi consertado, a partir do reparo de componentes internos. Foi adicionado na bancada um painel que apresenta um medidor de vazão (rotâmetro), um termômetro para temperatura do fluido e um segundo manômetro (este com escalas em bar e psi), todos eles analógicos. Os mesmos irão informar dados que serão de grande importância aos acadêmicos durante os cálculos e estudos na bancada. O painel com instrumentos de medições citados pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 – Painel de instrumentos de medição



### 3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para manutenções de componentes, além de ferramentas tradicionais foram utilizados:

- Torno mecânico convencional: dimensões de 660 mm de largura e 2200 mm de comprimento, fabricante Strond;
- Furadeira de bancada: de quatro velocidades, fabricante Clasf;
- Aparelho de solda mig: arame de 1.2 mm, fabricante Esab.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com o tema do trabalho, definido como a pratica na aprendizagem com foco no uso de bancadas nas aulas de engenharia vinculadas a hidráulica, os resultados do estudo desenvolvido estão relacionados com os experimentos e testes que poderão ser realizados na bancada desenvolvida e também com o alcance do objetivo do trabalho, desenvolver uma bancada didática de hidráulica para atender a necessidade da FAHOR em expandir o conteúdo do LaSHP. A adição da bancada irá aumentar as oportunidades de estudos práticos e execução de experiências, o que gera melhorias na qualidade no ensino das matérias ligadas à hidráulica.

### 4.1 A BANCADA DIDÁTICA DE HIDRÁULICA

A bancada desenvolvida é estruturada por cantoneiras de 50 x 50 x 6 mm de aço estrutural, estas todas parafusadas, formando uma estrutura rígida e com boa aparência físico. Possui dimensões externas de 2200 mm de comprimento, 550 mm de largura e 1650 mm de altura. A bancada didática de hidráulica com desenvolvimento finalizado pode ser visualizada nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Bancada didática de hidráulica desenvolvida (vista frontal)



Figura 7 – Bancada didática de hidráulica desenvolvida (vista traseira)



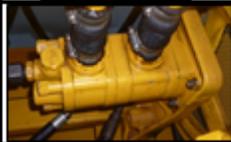
Com o objetivo de facilitar a movimentação, a bancada apresenta rodas articuladas. Para evitar sujeiras e contaminações no ambiente de trabalho no laboratório, a bancada apresenta na sua parte inferior duas bandejas, cada uma com dimensões de 900 mm de comprimento, 630 mm de largura e 30 mm de altura e na extremidade esquerda outra bandeja com dimensões de 250 mm de comprimento, 630mm de largura e 15 mm de altura. Estas bandejas são responsáveis pelo armazenamento temporário do fluido que escoar do sistema durante as trocas de mangueiras e outros possíveis vazamentos durante a execução de experimentos. Com o objetivo de facilitar os experimentos, todas as mangueiras apresentam engate rápido junto as conexões.

#### 4.1.1 Componentes

O Quadro 1 apresenta os principais componentes presentes na bancada que, de forma direta ou indireta, servem para dar partida ao sistema e acionar os

atuadores hidráulicos que constituem a bancada.

Quadro 1 – Principais componentes presentes na bancada didática de hidráulica

<b>Principais Componentes</b>		
<b>Componente</b>	<b>Descrição</b>	<b>Imagem</b>
<b>Chave Liga/Desliga</b>	Chave Liga/Desliga trifásica, acionada por botoeiras, da marca Weg. Suporta tensões de 380V, correntes com 20A de intensidade e 5HP de potência.	
<b>Motor Elétrico</b>	Motor elétrico trifásico da marca Arno. Tensão de 380V. Potência de 1,5HP. Rotação de 1435 á 1720 rpm. Intensidade da Corrente Elétrica de 2,8A.	
<b>Bomba Hidráulica</b>	Bomba Hidráulica de dupla engrenagem, acoplada no motor elétrico por sistemas de polias.	
<b>Conjunto Válvula Direcional</b>	Conjunto de válvulas direcionais acionadas por manípulos (cinco no total), a válvula é interligada internamente e trabalha com a entrada e saída do fluido. Junto ao conjunto está uma válvula reguladora de pressão, está manual e modifica a pressão de todo o sistema.	
<b>Mangueiras</b>	Mangueiras com 12,7 mm de diâmetro interno. Apresentam engates rápido (mangueira e conexão).	
<b>Reservatório</b>	Reservatório de fluido hidráulico, confeccionado com chapas de 6 mm de espessura, possui medidas externas de 450 mm de comprimento, 180 mm de largura e 30 mm de altura. Capacidade para 18 litros de fluido hidráulico.	
<b>Válvula Reguladora de Vazão</b>	Válvula acionada manualmente. Trabalha apenas em um sentido e pode ser conectada a partir dos engates rápidos em qualquer atuador do sistema.	
<b>Painel de Instrumentos de Medição</b>	Painel que apresenta dois manômetros (um com escalas em bar e psi, outro com escalas em lbs/pol <sup>2</sup> e Kg/cm <sup>2</sup> ), medidor de temperatura (°C e °F) e medidor de vazão (l/min e gpm).	

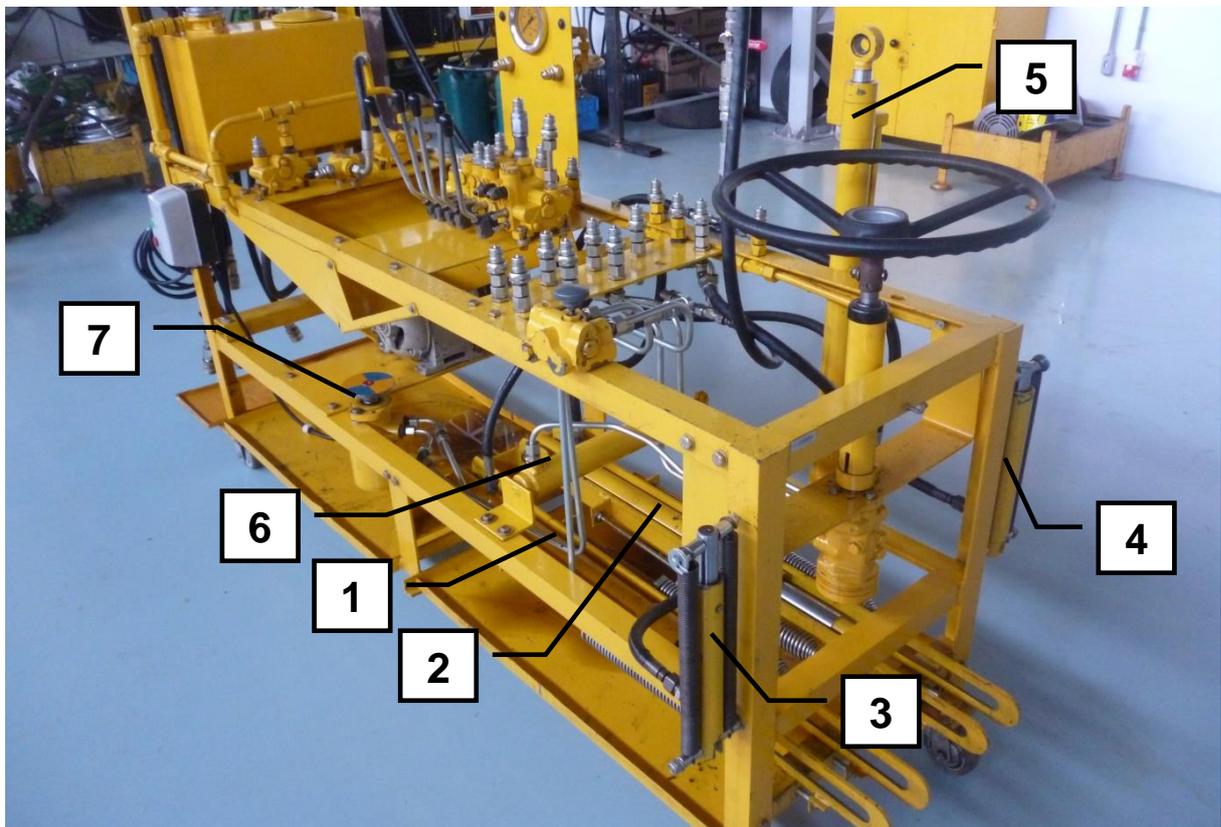
Após demonstrados os principais componentes da bancada no Quadro 1, o Quadro 2 apresenta e caracteriza todos os atuadores que fazem parte do sistema desenvolvido, totalizando sete atuadores que estão identificados com numeração que varia de um a sete.

Quadro 2 – Atuadores presentes na bancada didática de hidráulica

Atuadores							
Identificação do Item	Descrição do Atuador	Tipo de Circuito	Curso do Pistão	Diâmetro da Haste	Diâmetro da Camisa (Ø interno)	Tempo de Avanço	Tipo ou Tempo de Retorno
1	Linear	Paralelo	250 mm	50 mm	60 mm	9,3 s	Por mola
2	Linear	Paralelo	250 mm	50 mm	60 mm	9,3 s	Por mola
3	Linear	Série	200 mm	25 mm	35 mm	2,4 s	Por mola
4	Linear	Série	200 mm	25 mm	35 mm	2,4 s	Por mola
5	Linear	Regenerativo	610 mm	30 mm	45 mm	4,7 s	5,3 s
		Simples				9,5 s	5,3 s
6	Direção Hidráulica	Simples (Com Orbitrol)	280 mm	20 mm	50 mm	Proporcional ao giro do volante	
7	Rotativo	Simples	–	–	–	Rotação máxima aproximada de 40 rpm (proporcional a vazão do sistema)	

Imagem dos atuadores presentes na bancada desenvolvida, pode ser visualizada na Figura 8, todos identificados de um a sete de acordo com a Quadro 2.

Figura 8 – Atuadores presentes na bancada didática de hidráulica



### **4.1.2 Funcionamento**

Para dar início aos trabalhos práticos com a bancada desenvolvida, a mesma deve estar conectada na rede trifásica, com tensão de 380V. A partida é feita pressionando o botão verde (ligar) presente na caixa elétrica da bancada. A partir da energia recebida, será acionado o motor elétrico presente no sistema, que por uma transmissão via polias e correia, irá fazer com que a bomba hidráulica trabalhe.

A partir do funcionamento da bomba hidráulica, o fluido presente no reservatório irá circular no sistema com passagem livre pela válvula direcional e retorna ao reservatório sem pressão. Para que o fluido circule livremente, estão presentes mangueiras com diâmetro interno de 12,7 mm (1/2”), todas com engates rápidos, facilitando na hora da troca de mangueiras.

O funcionamento dos atuadores é dado pelas válvulas direcionais através do acionamento manual dos manípulos, com isso, as hastes se estendem ou retraem conforme for solicitado, o mesmo acontece para o motor hidráulico, rotacionando em sentido horário ou anti-horário.

A direção hidráulica possui um sistema de Orbitrol que orienta o fluido de acordo com o sentido do giro efetuado no volante. Para que todo o sistema esteja seguro, quando algum dos atuadores chega ao final de seu curso, a válvula reguladora de pressão entra em funcionamento, dá-se alívio ao sistema abrindo passagem ao excesso do fluido, com retorno livre ao reservatório.

Durante esses testes, os manômetros da bancada indicam a pressão em que o sistema está operando, estas ajustadas manualmente em uma válvula reguladora de pressão localizada no conjunto de válvulas direcionais, que variam de 0 á 200 kfg/cm<sup>2</sup> em todo o circuito desenvolvido.

Todos os atuadores presentes no sistema poderão receber a válvula reguladora de vazão e trabalhar em diferentes vazões, modificadas por uma rosca interna no conjunto válvula, girada manualmente pelo operador da bancada.

### **4.1.3 Experimentos e Cálculos**

Acadêmicos e mestres ligados a FAHOR poderão executar inúmeros tipos de experimentos na bancada didática de hidráulica desenvolvida. A partir dos dados obtidos, os principais cálculos ligados a hidráulica, vistos em sala de aula, poderão

ser desenvolvidos. A partir dessa atividade, o estudante irá entender de forma real as variáveis existentes nas fórmulas ligadas à hidráulica, presentes nos estudos.

Como exemplo, o Quadro 3 apresenta, de forma comparativa, os valores calculados a partir das características de trabalho do atuador cinco, este descrito no Quadro 2 e apresentado na Figura 8. O cálculo foi desenvolvido usando tabelas no Software Microsoft Excel 2010, a partir das tradicionais fórmulas utilizadas nos sistemas hidráulicos. Para o cálculo, levou-se em consideração que o atuador pode trabalhar com o circuito regenerativo ou com o circuito simples. O apêndice A apresenta a representação esquemática do sistema hidráulico desse atuador, trabalhando em circuito simples, já no apêndice B, a representação esquemática é do atuador trabalhando em circuito regenerativo.

Quadro 3 – Valores obtidos no atuador cinco

ATUADOR CINCO		
Tipo de Circuito	Circuito Simples	Circuito Regenerativo
Área da tubulação (cm <sup>2</sup> )	1,26	1,26
Área do pistão (cm <sup>2</sup> )	15,9	15,9
Área da haste (cm <sup>2</sup> )	7,06	7,06
Área da coroa (cm <sup>2</sup> )	8,84	8,84
Perda de carga (bar)	3,46	4,71
Velocidade do fluido (cm/s)	81	164
Velocidade de avanço (cm/min)	385,2	778,7
Velocidade de retorno (cm/min)	690,6	690,6
Vazão de avanço (cm <sup>3</sup> /min)	6124,7	12381,6
Vazão de retorno (cm <sup>3</sup> /min)	6104,6	6104,6
Força de avanço (kgf)	753,7	325,5
Força de retorno (kgf)	419,0	407,5
Vazão induzida de avanço (cm <sup>3</sup> /min)	3405,2	6883,9
Vazão induzida de retorno (cm <sup>3</sup> /min)	10979,9	10979,9
Pressão induzida de avanço (bar)	85,2	36,8
Pressão induzida de retorno (bar)	26,3	25,6

De acordo com os valores demonstrados no Quadro 3, as principais diferenças entre o atuador cinco trabalhando com o circuito simples em relação ao circuito regenerativo, são que no circuito regenerativo ganha-se em: velocidade de fluido; velocidade de avanço; vazão de avanço; e vazão induzida de avanço. Porém, devido à relação entre a haste e o diâmetro interno do cilindro, o sistema regenerativo perde em: força de avanço; e pressão induzida de avanço.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo realizado teve como objetivo melhorar a forma de aprendizado dos acadêmicos da FAHOR nas aulas práticas com disciplinas que envolvam a hidráulica, a partir do desenvolvimento de um novo conceito de bancada didática de hidráulica para uso de acadêmicos e mestres no LaSHP.

A bancada desenvolvida e os outros equipamentos presentes no LaSHP, serão de grande importância para a aprendizagem dos acadêmicos, devido ao fato de poderem exercer atividades práticas relativas aos assuntos literários vistos em sala de aula. Professores poderão diversificar as aulas, criando aulas dinâmicas que irão aguçar os estudantes a sempre buscarem mais informações sobre os conteúdos trabalhados de forma literária, em sala de aula, e também de forma prática durante experimentos em laboratórios.

A partir dos resultados demonstrados ao longo do trabalho, pode-se concluir que o grupo atingiu o objetivo de construir uma bancada didática de hidráulica para melhorar a forma de aprendizado dos acadêmicos da FAHOR durante as aulas. Além da FAHOR receber uma bancada em perfeito funcionamento, o desenvolvimento de uma nova bancada irá alavancar o interesse de acadêmicos em desenvolverem suas próprias bancadas ou novos experimentos, com o auxílio dos mestres e incentivos da FAHOR.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLITECH. **Animações: Rotâmetro.** Disponível em: <[http://www.applitech.com.br/anim\\_Rotam.html](http://www.applitech.com.br/anim_Rotam.html)>. Acesso: 16 de outubro de 2013.
- BOSCH REXROTH GROUP. **Didática Bosch Rexroth.** Disponível em: <[http://www.boschrexroth.com/country\\_units/south\\_america/brasil/pt/downloads/FL-031109.pdf](http://www.boschrexroth.com/country_units/south_america/brasil/pt/downloads/FL-031109.pdf)>. Acesso em: 10 outubro 2013.
- FIALHO, A. B. **Automação Hidráulica: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos.** 6ª Ed. São Paulo: Editora Érica, 2011.
- HENN, É. L. **Máquinas de Fluido.** 2ª Ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2006.
- HIDRO DIDÁTICA. **HD151 Bancada Didática Dupla para Experimentos em Pneumática/Eletropneumática – Hidráulica/Eletróhidráulica.** Disponível em: <<http://hidrodidatica.com.br/hd151-bancada-didatica-dupla-pneumatica-eleto-hidraulica-automacao-clp.php>>. Acesso em: 02 novembro 2013.
- LEITE, A. S; SILVA, P. B; VAZ, A. R. **A Importância das Aulas Práticas para Alunos Jovens e Adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II.** Disponível em <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/98>>. Acesso em: 10 novembro 2013.
- LINSINGEN, I. V. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos.** 2º Ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2003.
- PALMIERI, A. C. **Manual de Hidráulica Básica.** 9º Ed. Porto Alegre: Editora Pallotti, 1994.
- PEQUENO, D. A. **Apostila de Hidráulica e Pneumática.** Disponível em <[http://media.wix.com/ugd/4d5f05\\_ec8c2f2d142c5016ead36d05b035178d.pdf](http://media.wix.com/ugd/4d5f05_ec8c2f2d142c5016ead36d05b035178d.pdf)>. Acesso em: 10 abril 2013.
- REVISTA NOVA ESCOLA. **David Ausubel e a Aprendizagem Significativa.** Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/david-ausubel-aprendizagem-significativa-662262.shtml>>. Acesso: 23 de março de 2013.
- RODRIGUES, M. J; JURACH, P. J; GIORDANI, R. E. **Bancada Didática de Pneumática.** CEFET. Rio Grande do Sul, 2003.
- ROSENBERG, M. I. **E-Learning: Estratégias para a Transmissão do Conhecimento na Era Digital.** 1º Ed. São Paulo: Editora Makron Books, 2002.
- SARMO BRASIL. **Falke AW 68.** Disponível em: < <http://www.sarmo.com.br/produtos-falke-aw-68.php>>. Acesso: 23 de março de 2013.

## ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES DO FLUIDO AW 68



Faça uma cotação online

### Falke AW 68

Óleo tipo AW de alta performance para compressores, sistemas hidráulicos e mecânicos de máquinas e equipamentos. Desenvolvido para suportar condições severas e sob uso intenso, formulado com aditivos de alta performance para equipamentos onde é indispensável um óleo estável e resistente, com qualidades antidesgaste e antioxidantes.

### Características Típicas

Grau ISO	68
Densidade a 20/4°C	0,874
Ponto de Fulgor (VA) °C	240
Ponto de Fluidez °C	-18
Viscosidade a 40°C (cSt)	65,8
Viscosidade a 100°C (cSt)	8,73
Índice de Viscosidade	103
Índice de Acidez Total (mg KOH/g)	0,8

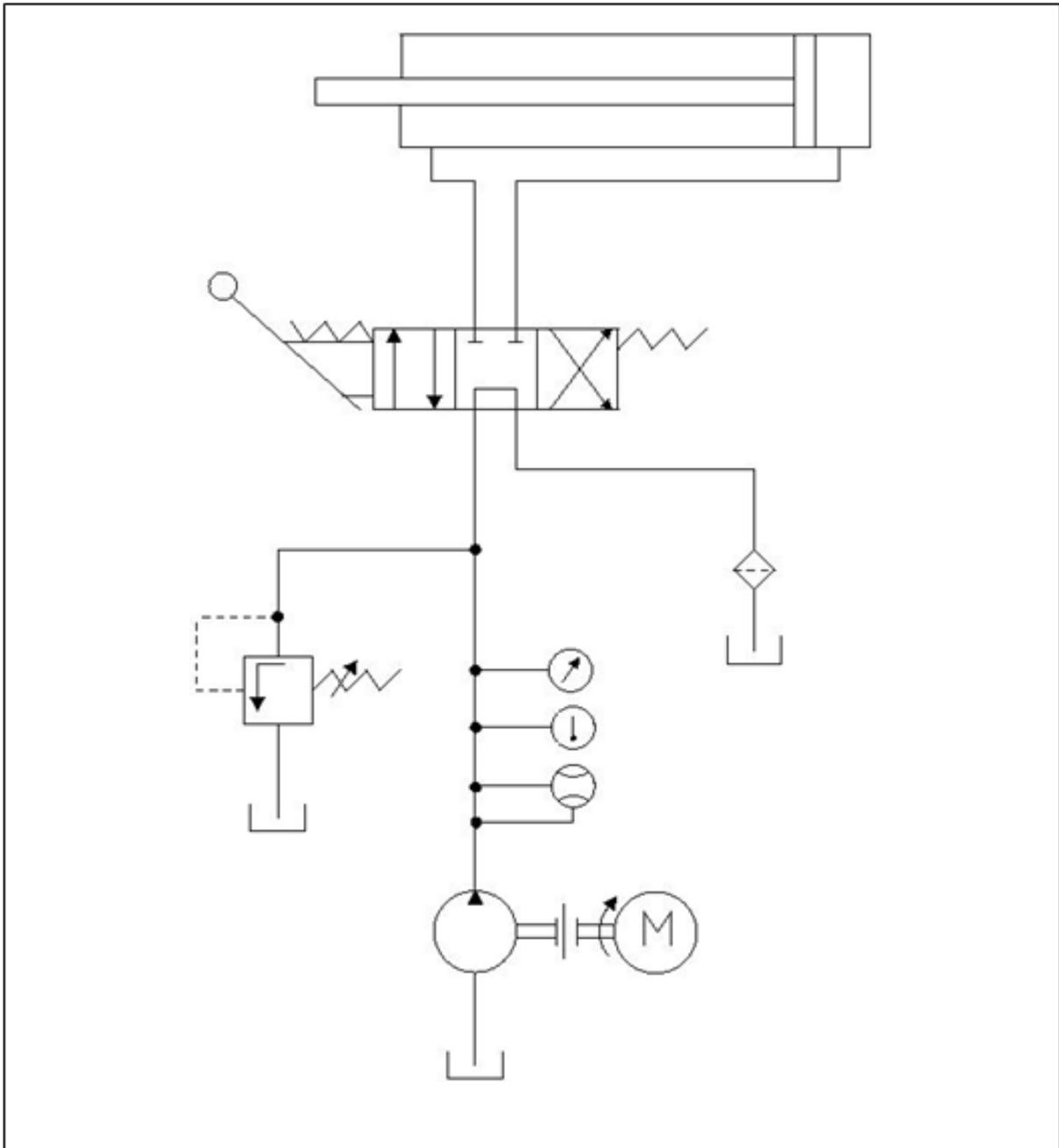
### Propriedades e Desempenho

- evita o desgaste e a corrosão das partes lubrificadas. É formulado com óleos básicos parafínicos que possuem natural resistência à oxidação, boa demulsibilidade e boa liberação de ar. Sua aditivação lhe proporciona ainda resistência à formação de espuma.
- é especialmente recomendado para uso em sistemas hidráulicos de alta pressão, como elevadores, equipamentos de mineração, máquinas de moldagem e injeção de plásticos, prensas e máquinas operatrizes. Também pode ser usado em sistemas hidráulicos automotivos, como os de máquinas agrícolas, tratores e escavadeiras.

Aditivos - anticorrosivo, antidesgaste, antiespumante, antiferrugem, antioxidante.

Fonte: Sarmo Brasil, 2013.

## APÊNDICE A – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA HIDRÁULICO EM CIRCUITO SIMPLES



Este desenho e as informações nele contidas são de nossa propriedade e só poderão ser alterados mediante autorização.		
Desenhado por: Flávio e Jéferson		
Peso:		Denominação: Circuito hidráulico de ação simples.
Material:		Código:

## APÊNDICE B – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA HIDRÁULICO EM CIRCUITO REGENERATIVO

