

## DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA HIDRÁULICA DE ALTA PRESSÃO, NO COMPLEMENTO DE ENSINO PARA ENGENHARIA

**Luiz C. C. Junior** – [luiz.cordeiro@fat.uerj.br](mailto:luiz.cordeiro@fat.uerj.br)

**Ruan M. de M. Fenna** – [ruanruanfenna@hotmail.com](mailto:ruanruanfenna@hotmail.com)

**Rafael C. da Silva** – [costarafaelprod@gmail.com](mailto:costarafaelprod@gmail.com)

**Hyago da S. Rosa** – [hyago.s.rosa@hotmail.com](mailto:hyago.s.rosa@hotmail.com)

**Jônatas D. Lopes** – [jonataslopes97@gmail.com](mailto:jonataslopes97@gmail.com)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Departamento de Mecânica e Energia

Rodovia Presidente Dutra km 298 (sentido RJ-SP) - Pólo Industrial

CEP: 27.537-000 - Resende/RJ

**Resumo:** No estudo da hidráulica como ferramenta para obtenção de trabalho, força e deslocamento é melhor compreendido quando o aluno tem condições de interagir com o tema fisicamente, e ter a percepção quanto aos efeitos secundários de um projeto bem sucedido. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma bancada didática de hidráulica e os benefícios que a mesma contribui para o Curso de Engenharia Mecânica da UERJ, campus de Resende. Este desenvolvimento foi motivado pela ausência de experimentos no Laboratório de Mecânica, e para complementar o ensino teórico de hidráulica na disciplina de Instalações Mecânicas e Industriais. A bancada didática foi construída de forma similar aos conceitos estudados em livro texto do curso e que serão mostrados comparativamente neste material. Concluído este desenvolvimento, foi possível aprimorar detalhes da técnica de estudo e meios de análises. Como resultado, além dos ganhos acadêmicos, abriu ainda oportunidade de trabalho junto a uma empresa de capital privado, por intermédio de pesquisa aplicada. Atualmente o Laboratório de Mecânica, dispõe da atual bancada sendo utilizada para ensino assim como, de uma segunda bancada em construção em escala similar a equipamentos hidráulicos pesados de uso móbil, fruto de doação como resultado de Convênio com empresa do segmento de equipamentos hidráulicos.

**Palavras-chave:** Circuitos Hidráulicos. Dimensionamento hidráulico móbil. Hidráulica.

## 1 INTRODUÇÃO

Estimulados pela experiência da construção de uma bancada hidráulica para o estudo da altura manométrica total - AMT (Figura 1) foi possível o aprimoramento dos conceitos nas análises de hidráulica em um circuito de baixa pressão, como os apresentados por (ZORZAN, 2013). Neste experimento de AMT, os alunos atingiram maturidade suficiente para o circuito em análise, por intermédio de estudos envolvendo comprimento equivalente, número de *Reynolds*, perda de carga e dimensionamento de circuitos hidráulicos (MACINTYRE, 1997).

Todo este experimento serviu como base e estímulo para um desafio ainda maior: o dimensionamento de uma bancada hidráulica de alta pressão, por intermédio de um conceito já estudado na disciplina de Instalações Mecânicas e Industriais. Como referência, o livro texto para toda a análise teórica foi *Automação Hidráulica*, (FIALHO, 2004). Conceitualmente, no ensino teórico de hidráulica são ministrados os seguintes tópicos:

- velocidades recomendadas para circuitos de pressão, retorno e sucção;
- diâmetros recomendados para as tubulações;
- análise e aplicação do fator de atrito;
- perda de carga distribuída;
- perda de carga localizada;
- interpretação de gráficos de perda de carga em válvulas e acessórios;
- perda de carga total;
- perda de carga térmica do sistema;

(Figura 1- Bancada Hidráulica – Altura Manométrica Total)



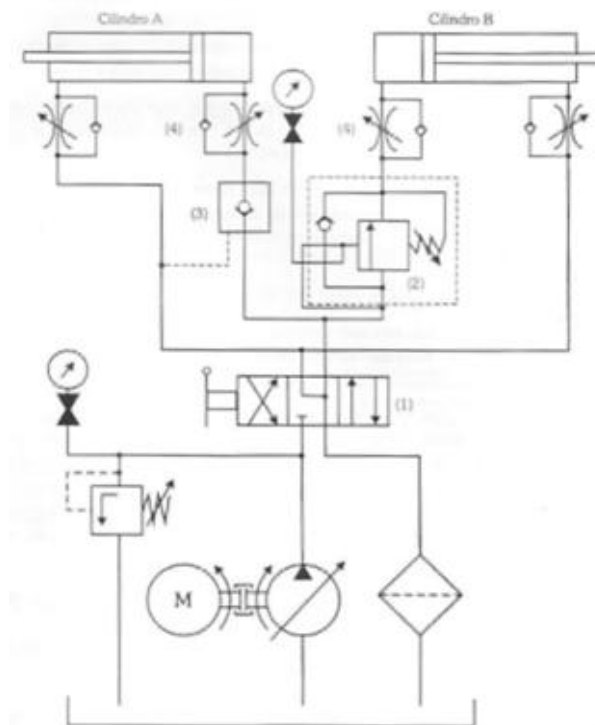
Fonte: Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática

Com base no conceito teórico apresentado pelo referido autor, foi construída uma bancada hidráulica, com os mesmos conceitos de válvulas, atuadores e circuito hidráulico, conforme mostrado na (Figura 2). A partir desta análise, o presente trabalho contribui com questões básicas a serem discutidas para o ensino, entre elas:

- A construção de uma bancada hidráulica, como um projeto pedagógico desenvolvido para imersão dos alunos nos conceitos abordados de forma experimental;
- Definir os objetivos principais de ensino, com o intuito de direcionar a proposta de trabalho;

- Estímulo para o alcance de uma maior maturidade por parte do estudante e o seu autodesenvolvimento, através das análises e estudos prático-teóricos, aos quais são propostos aos alunos oportunidades de estarem imersos em projetos de desenvolvimento de bancadas voltadas para as necessidades fabris atuais.

Figura 2 – Circuito Hidráulico de alta pressão



Fonte: Fialho, 2004

Na proposta teórica, apresentada na figura 2 – por (FIALHO, 2004) os atuadores (cilindros hidráulicos) funcionam sob alta pressão e por intermédio da atuação de uma válvula sequencial, que permite a aplicação destes em série. Nesta proposta de bancada hidráulica aplica-se o desenvolvimento conceitual para o dimensionamento das linhas hidráulicas de sucção, pressão e retorno, para posterior validação experimental.

Ao utilizar a bancada experimental, a bomba de engrenagem succiona o fluido do reservatório (parte de sucção), bombeando o mesmo até a válvula direcional (linha de pressão). Ao acionar a válvula para o avanço, a mesma irá liberar o fluido para o sistema.

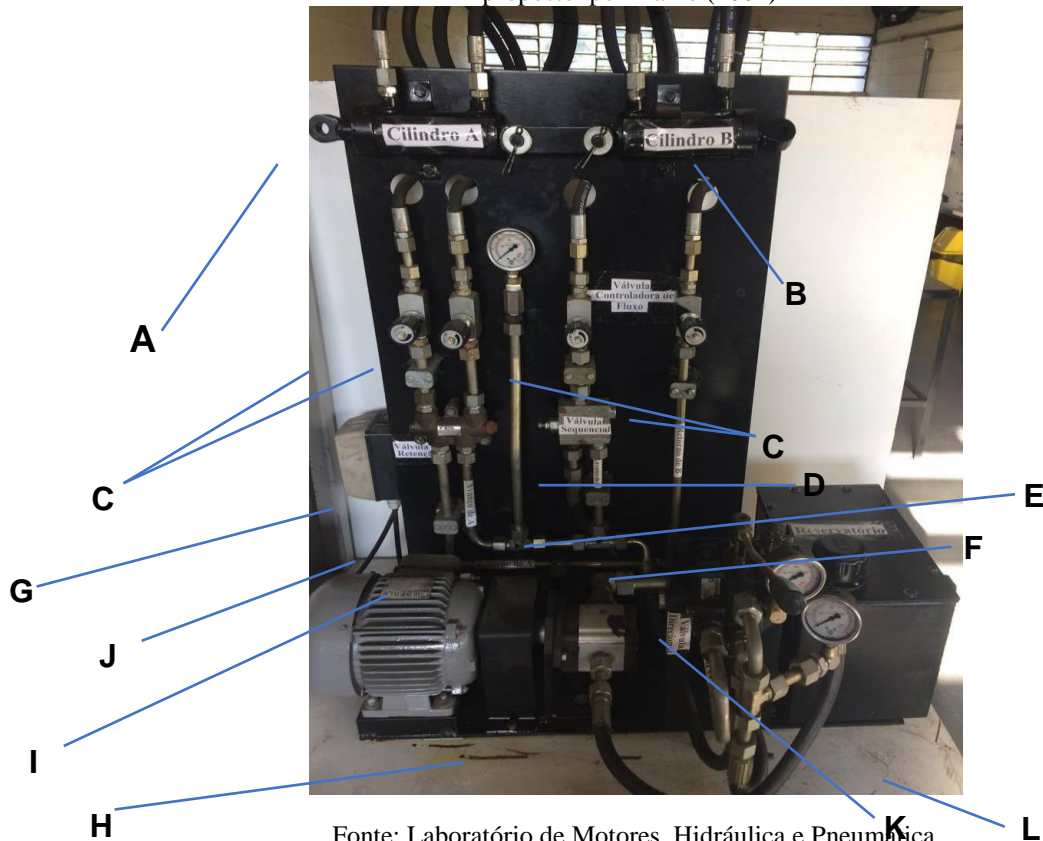
O fluido liberado fará pressão em B (assim denominada a parte em que se encontra o sistema para avanço e retorno do cilindro B), porém o mesmo não ultrapassa a válvula sequencial, pois não tem pressão suficiente. Sendo assim, o fluido segue para A (denominada a parte em que se encontra o sistema para avanço e retorno do cilindro A), passando pela válvula de retenção pilotada germinada. Quando o fluido termina o avanço em (A), atinge a pressão desejada para ultrapassar a válvula sequencial em (B). Desta forma, aciona o cilindro também em (B). Por fim, quando acionado o comando de retorno, ambos os atuadores (A) e (B) retornam ao mesmo tempo, devido à ausência de válvula sequencial no circuito hidráulico de retorno.



## 2 METODOLOGIA

A proposta deste estudo foi construir o experimento - figura 3 - similar ao modelo teórico apresentado por (FIALHO, 2004), e explorar todas as etapas do projeto e desenvolvimento.

Figura 3 – Bancada Hidráulica, construída similar ao modelo teórico proposto por Fialho (2004)



Fonte: Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática

- A-** Cilindro A (atuador A);
- B-** Cilindro B (atuador B);
- C-** Válvula controladora de fluxo: Esse circuito é composto por quatro válvulas localizadas nas linhas de avanço e retorno dos atuadores A e B. Estas válvulas permitem o controle com alta precisão do fluxo em um sentido. Também permitem fechar completamente o fluxo em um sentido e, ao mesmo tempo, liberar o fluxo do sentido oposto;
- D-** Válvula Sequencial: Localizada na linha de avanço do atuador B, tendo um "by pass" ligado à mesma. É uma válvula diretamente operada. Ela é utilizada para ligar em sequência um segundo sistema em função da pressão ajustada;
- E-** Tubulação de avanço do fluido do atuador B;
- F-** Tubulação de retorno do fluido do atuador B;
- G-** Válvula de retenção: Localizada na linha de avanço e retorno do atuador A, essas válvulas são utilizadas para o bloqueio de circuitos operacionais que estejam sob pressão, como segurança contra a descida de uma carga no caso de ruptura na

tubulação ou contra movimentos descontínuos de consumidores tensionados hidráulicamente;

- H-** Bomba de engrenagem;
- I-** Tubulação de avanço do fluido do atuador A;
- J-** Tubulação de retorno do fluido do atuador A;
- K-** Válvula direcional: Localizada na linha de pressão, tem por função orientar a direção que o fluxo deve seguir, a fim de realizar um trabalho proposto (atuadores duplo efeito);
- L-** Reservatório Hidráulico.

Com a bancada construída e funcionando, nosso objetivo foi consolidar, no desenvolvimento acadêmico dos alunos, os conceitos apresentados em sala através da melhoria da percepção nas análises de todo o circuito. A validação dos resultados foi possível através da distribuição de diversos manômetros espalhados no circuito proposto.

Na aplicação prática, os alunos têm que desenvolver as seguintes percepções:

- Identificar o fluido hidráulico, e o coeficiente de viscosidade;
- Identificar todas as singularidades (acessórios) nas linhas e pressão, sucção e retorno;
- Mapear os comprimentos lineares de todos os circuitos;
- Mapear as válvulas e as devidas singularidades;
- Definição do fator de atrito para cada linha, uma vez que existem diferenças entre os tubos e mangueiras de alta pressão;
- Leitura e interpretação de gráficos de válvulas, similares aos conceitos mostrados por Fialho (2004), como podem ser vistas nas figuras 3, 4 e 5.

## 2.1 PROPOSTA PARA A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Para a aplicação da metodologia foi desenvolvido uma sucessão de atividades, tutorial, em forma sequencial para que os alunos desenvolvam as atividades de maneira organizada, sendo motivados a entender a necessidade das informações e saber onde buscá-las (BRASILEIRO, 2013; FRANCISCATO; MALUF, 2006).

Inicialmente os alunos são estimulados a listar as perdas de carga localizadas e mapear as demais análises do processo que estarão associadas a cada linha dos circuitos analisados.

Circuitos analisados:

- Linha de Sucção;
- Linha de Pressão;
- Linha de Avanço do atuador A;
- Linha de Retorno do atuador A;
- Linha de Avanço do atuador B;
- Linha de Retorno do atuador B.

Para análise experimental em bancada, utilizando o método tutorial, os alunos deveriam fazer o correto desenvolvimento da bancada e simular possíveis perdas de carga em cálculos teóricos para diversas variáveis. A título de exemplo estaria a mudança de diâmetro da tubulação, a alteração de um tubo flexível para um tubo rígido e o impacto diretamente o número de *Reynolds* e consequentemente a perda de carga de um circuito.

Para a realização das aulas, o tutorial trabalha nas seguintes sequências para dimensionamento de bancada:

- 1º Passo:** Listar as perdas de carga localizadas, tabulando todos os acessórios do circuito hidráulico;
- 2º Passo:** Listar as perdas de carga distribuída dos sistemas;
- 3º Passo:** Cálculo do comprimento total para a tubulação;
- 4º Passo:** Determinar o Fator de atrito, em função de cada sistema de tubulação;
- 5º Passo:** Determinar a perda de carga na linha de pressão;
- 6º Passo:** Determinar a perda de carga total do sistema.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento das aulas práticas foi positiva e motivadora. Os alunos demonstraram grande interesse pela análise dos circuitos hidráulicos devido ao fato de poder conciliar os conceitos aprendidos em sala de aula em outras disciplinas como ferramentas de apoio nas atividades experimentais propostas.

Outra forma de validar a constatação acima foi através da oportunidade de realizar uma atividade com uma empresa de capital privado, a *Usimeca Equipamentos Hidráulicos*, localizada em Nova Iguaçu - RJ, por intermédio de pesquisa aplicada foi possível analisar um circuito hidráulico de um modelo de equipamento usado como coletor de resíduos (Figura 4) e através desta análise recuperar uma perda de carga de 4 bar no sistema.

Figura 4 – Equipamento Hidráulico Coletor de Resíduos.



Fonte: <http://www.usimeca.com.br/project/coletor-de-carga-traseira-mid-range-alpha/>



Motivado pelo resultado, a referida empresa, formalizou junto a UERJ através do Laboratório de Mecânica, um convênio de parceria e incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento do estudo em hidráulica. Como resultado deste convênio a *Usimeca*, doou a este Laboratório um circuito hidráulico móbil (figura 5) que está atualmente sendo montado sobre uma plataforma de chassi veicular existente neste espaço, para evolução dos estudos no segmento hidráulico móbil, futura bancada número 3 para estudo de circuitos hidráulicos de alta pressão de aplicação veicular.

Figura 5 – Futura bancada número 3 – Estudo de Hidráulica Móbil de Alta Pressão



Fonte: Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conciliação de métodos teóricos e experimentais, como apresentado por (MACINTYRE 1997; FIALHO 2004), contribui para uma melhor formação dos futuros profissionais. Através da pesquisa aplicada, o estudante é levado a despertar o estímulo no raciocínio técnico quando compara o modelo teórico com os resultados experimentais, registrados em manômetros distribuídos no experimento de estudo.

A proposta em desenvolver bancadas de baixo custo se mostram indispensáveis em atividades educacionais, relacionados a estudos de engenharia, como também na questão da sustentabilidade do projeto com o meio ambiente, principalmente em circuitos hidráulicos embarcados, que acionados através de motores Otto ou Diesel, acabam por sua vez destinando uma grande parcela da queima de combustível, quando mal dimensionados.

A aproximação junto à indústria estimula para ambos os lados esta interação, conforme (LEE 2000; SALOMON 2007) apresentam na (tabela 1), mostrada abaixo, os benefícios para ambas as partes.

Tabela 1- Razões para colaboração entre empresas e universidade

Razões para as universidades colaborarem com as empresas	Razões para empresas colaborarem com as universidades
Aumentar fundos para pesquisa acadêmica e equipamentos de laboratório	Conduzir e reorientar P&D para novas tecnologias e patentes
Testar a aplicação prática da pesquisa	Desenvolver novos produtos e processos
Obter visões na área da pesquisa	Resolver problemas técnicos
Olhar para oportunidades de negócios	Melhorar a qualidade do produto
Ganhar conhecimento sobre problemas práticos úteis para o ensino	Ter acesso à nova pesquisa, através de seminários e <i>workshops</i>



Criar oportunidades de estágio e emprego  
para os estudantes

Manter um relacionamento progressivo com  
a universidade e recrutar graduados

Fonte: adaptado de ( Lee, 2000; Salomon 2007)

Concluindo, devido a falta de incentivos fiscais, situações isoladas de sucesso como reportado neste trabalho mostram a carência no meio acadêmico e ao mesmo tempo a possibilidade de oportunidades de experiência, aprendizado e de descobertas, que poderiam estar sendo melhores exploradas por ambas as partes.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASILEIRO, Ada Magaly Matias. **Manual de produção de textos acadêmicos e científicos**. Editora Atlas SA, 2013.

FIALHO, Arivelto Bustamante. Automação hidráulica: projetos, dimensionamento e análise de circuitos. **São Paulo: Editora Érica**, 2004.

FOX, R. W. McDONALD, <sup>a</sup> T. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**, Editora Guanabara, 1988.

FRANCISCATO, Irene; MALUF, Maria Regina. Efeitos de duas modalidades tutoriais para a criança tutora em tarefas espaciais. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 19, n. 2, 2006.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Equipamentos industriais e de processo**. LTC, 1997.

NETTO, Azevedo; FERNANDEZ, Miguel F.; ARAÚJO, Roberto de; ITO, Acácio Eiji – **Manual de Hidráulica**. Editora Edgard Blücher Ltda –1998. São Paulo.

SALOMON, Maria Fernanda Barbato ; SANCHES, Carlos Eduardo. A relação empresa-universidade como ferramenta estratégica à gestão de aprendizagem organizacional. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. Ano 2, vol.4, 2007

ZORZAN, Flávio Bouffleur; DARONCH, Jéferson; MOLIN, A. Desenvolvimento de uma Bancada Didática de Hidráulica. **Anais: FÓRUM LATINO AMERICANO DE ENGENHARIA**. Foz do Iguaçu: Unila, 2013.

## DEVELOPMENT OF A HIGH PRESSURE HYDRAULIC BENCH IN THE TEACHING COMPLEX FOR ENGINEERING

**Abstract:** *In the study of hydraulics as a tool to obtain work, strength and displacement is best understood when the student is able to interact with the subject physically, and have the perception about the side effects of a successful project. This paper presents the development of a didactic hydraulics benefits that it contributes to the Mechanical Engineering Course of UERJ, Resende campus. This development was motivated by the absence of*



*experiments in the Laboratory of Mechanics, and to complement the theoretical teaching of hydraulics in the discipline Mechanical and Industrial Facilities. The didactic workbench was constructed in a similar way to the concepts studied in textbook of the course and that will be shown comparatively in this material. After completing this development, it was possible to improve details of the study technique and means of analysis. As a result, in addition to the academic gains, he also opened an opportunity to work with a private equity firm, through applied research. Currently the Laboratory of Mechanics has the current bench to be used as well as a second bench under construction on a scale similar to heavy hydraulic equipment for mobile use, fruit of donation as a result of agreement with a company in the segment of hydraulic equipment.*

**Key-words:** Hydraulic Circuits, Mobile hydraulic design,. Hydraulic .