

BRAÇO MECÂNICO HIDRÁULICO: UMA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR NO CURSO DE ENGENHARIA

Jenival Pereira Borges ¹ Masterson Oliveira Galvão ² Nelsilene Silva Santos ³ Rita Cerqueira Trocoli ⁴ Luciana Martins Pereira de Araújo ⁵

RESUMO

Trata-se do resultado de um projeto interdisciplinar para o desenvolvimento de um protótipo de um braço mecânico hidráulico proposto pela disciplina prática de Fenômenos de Transporte da Universidade Jorge Amado no modelo semipresencial, utilizando os Princípios de Pascal construído com materiais de baixo custo. O projeto teve como propósito demonstrar as funcionalidades de um braço mecânico e a aplicação dos princípios de mecânica dos fluidos, para proporcionar aos alunos uma construção de conhecimentos pautada na realidade da engenharia, seja na rotina diária das pessoas e ou nas indústrias.

Palavras-chave: Protótipo, Braço Hidráulico, Princípio de Pascal.

1. Graduado em Arquitetura pela Universidade Federal da Bahia – UFBA, Discente de Engenharia Civil da Faculdade Unijorge. Salvador, Bahia, Brasil. e-mail: valborges2011@gmail.com

2. Graduado em Administração com habilitação em Análise de Sistemas, Especialista em Gerência de Projetos pela FGV, Discente de Engenharia Civil da Faculdade Unijorge. Salvador, Bahia, Brasil e-mail: masterson.galrao@gmail.com

3. Graduada em Gestão Ambiental pela Universidade Estácio Fib, Pós-graduação " lato-sensu" em MBA em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, Discente de Engenharia Civil da Faculdade Unijorge. Salvador, Bahia, Brasil e-mail: silvanelisilene@outlook.com

4. Bacharel em Relações Internacionais pelo Centro Universitário da Bahia - FIB, Discente de Engenharia Civil da Faculdade Unijorge. Salvador, Bahia, Brasil e-mail: rita_trocoli@yahoo.com.br

5. Doutora em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – UTFPR , Professor da Universidade Jorge Amado – Salvador, Bahia, Brasil. e -mail: luciana.araujo@unijorge.edu.br

Introdução

O presente estudo teve como desafio, proposto pela disciplina de Fenômenos de Transporte, a construção de um braço mecânico utilizando-se dos conceitos e princípios concebidos e estudados na física, especialmente no ramo da hidrostática.

Busca-se através das demonstrações do braço mecânico hidráulico a aplicação prática dos teoremas, princípios e conceitos da mecânica dos fluidos, matéria de estudo da disciplina, e uma maior absorção das noções apresentadas na disciplina teórica e prática.

A proposta de construção do experimento de forma interdisciplinar abrange concomitantemente o desenvolvimento de outras habilidades pelos membros da equipe, como o trabalho em grupo, o planejamento, a coordenação, o uso de equipamentos manuais, softwares e de medidas necessários para a confecção das peças.

Contudo, as metodologias adotadas foram a pesquisa bibliográfica e a construção da prototipagem.

Fundamentação Teórica

Para melhor compreendermos a elaboração do braço mecânico hidráulico, se faz necessário o conhecimento de conceitos da física relacionados ao estudo dos fluidos e ciência dos princípios de Pascal abordados na disciplina.

Os fluidos são substâncias capazes de escoar e que se deformam com facilidade, sendo estes os líquidos, os gases e até mesmo o plasma, e podem ser divididos inicialmente em fluidos ideais e fluidos reais (HELERBROCK, 2022).

Neste artigo trataremos dos fluidos ideais, que não oferecem qualquer resistência à aplicação de forças, ao ponto que são capazes de assumir o mesmo formato do recipiente em que são confinados. Por sua vez esses fluidos não apresentam viscosidade, não resistem a corte, são incompressíveis e não apresentam turbulências (HALLIDAY, 2011).

Além das características já citadas, uma vez que os fluidos não apresentam formato definido, suas propriedades são estudadas a partir de grandezas como massa específica e pressão que eles são capazes de exercer.

Já a massa específica de um fluido diz respeito à quantidade de matéria contida em um certo volume. Pode ser calculada por meio da massa do fluido dividida pelo volume ocupado por ele.

$$\rho = m/V$$

Sendo,

- ρ – massa específica
- m – Massa
- V – Volume

A unidade de medida da massa específica, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades, é o kg/m^3 , entretanto é comum que utilizemos unidades como o g/cm^3 ou ainda o kg/L . ($1\text{kg/L}=1\text{g/cm}^3=1000\text{kg/m}^3$).

A massa específica dos fluidos é definida com base na densidade da água, que apresenta densidade de 1000 kg/m^3 , 1 g/cm^3 ou 1 kg/L . Quanto a pressão hidrostática, os fluidos em repouso são capazes de exercer pressão, que é proporcional à sua densidade e altura. Essa pressão também é conhecida como pressão manométrica, pode ser calculada pelo produto entre massa específica, aceleração da gravidade e altura do fluido.

$$P = \rho gh$$

Sendo,

- ρ – Massa específica (kg/m^3)
- g – Aceleração da gravidade (m/s^2)
- h – Altura do fluido em relação à superfície (m)

A partir do teorema de Stevin, também é possível determinar qual é a pressão em um ponto qualquer no interior de um fluido. Para tanto, deve-se levar em conta se o fluido se encontra ou não sujeito a uma pressão externa, como a pressão atmosférica.

$$P = P_0 + \rho gh$$

Sendo,

- **P₀** – pressão atmosférica

Chamamos de pressão atmosférica a pressão exercida pelo fluido que compõe a atmosfera terrestre. Ao nível do mar, a pressão atmosférica da Terra vale aproximadamente $1,01 \cdot 10^5$ Pa (pascal), e 1 Pa equivale a uma força de 1 N, aplicada sobre uma área de 1 m^2 .

A Hidrostática é definida como a ciência que estuda os fluidos em equilíbrio estático, isto é, parados, sendo contemplada de alguns teoremas e princípios, no qual se inclui o importante Teorema de Pascal e o Teorema de Stevin. Como este estudo se preocupa com os fluidos em condição estática, pode-se considerar a segunda Lei de Newton em seu estudo, no qual a somatória das forças sobre o fluido é igual a zero, não havendo, portanto, aceleração (GOUVEIA, 2022).

Um dos grandes pensadores que colaborou com a ciência foi Pascal, nascido no ano de 1623 em Clermont-Ferrand, na França, Blaise Pascal foi um grande físico, matemático, filósofo e teólogo, tendo contribuído em diversos ramos da ciência, sobretudo na Física e na Matemática.

Na matemática, contribuiu decisivamente para a criação de dois novos ramos, a Geometria Projetiva e a Teoria das Probabilidade. Na física, estudou a mecânica dos fluidos, esclarecendo conceitos de pressão e vácuo e ampliando o trabalho deixado por Torricelli. Em 1640, publicou “Essay pour les coniques”, obra na qual está formulada o importantíssimo Teorema de Pascal, princípio da Hidrostática. Por conta de sua influente contribuição no ramo científico e em

honra a seu trabalho, teve seu sobrenome atribuído à unidade de pressão utilizada pelo SI.

O Teorema de Pascal é considerado como um dos mais importantes princípios da Hidrodinâmica, no qual declara que a pressão aplicada a um fluido ideal, em equilíbrio e enclausurado, é transmitido sem atenuação a cada parte do fluido confinado e para às paredes do recipiente que o contém (HALLIDAY, 2011).

Uma das principais aplicações do teorema de Pascal é a prensa hidráulica. Esta máquina consiste em dois cilindros de raios diferentes **A** e **B**, interligados por um tubo, no seu interior existe um líquido que sustenta dois êmbolos de áreas diferentes S_1 e S_2 .

Se aplicarmos uma força de intensidade F no êmbolo de área S_1 , exerceremos um acréscimo de pressão sobre o líquido dado por:

$$\Delta p = \frac{F}{S_1}$$

Pelo teorema de Pascal, sabemos que este acréscimo de pressão será transmitido integralmente a todos os pontos do líquido, inclusive ao êmbolo de área S_2 , porém transmitindo uma força diferente da aplicada:

$$\Delta p = \frac{F'}{S_2}$$

Como o acréscimo de pressão é igual para ambas as expressões podemos igualá-las:

$$\frac{F}{S_1} = \frac{F'}{S_2}$$

Exemplo:



Onde,

$$F = 12 N$$

$$S_1 = 0,1 m^2$$

$$S_2 = 1 m^2$$

Para saber qual a força transmitida ao embalo maior

$$\frac{F}{S_1} = \frac{F'}{S_2}$$

$$\frac{12}{0,1} = \frac{F'}{1}$$

$$\frac{12 \cdot 1}{0,1} = F'$$

$$120 N = F'$$

O Trabalho de Força Peso, corresponde à um caso particular de trabalho, no qual a força responsável em causar o deslocamento do corpo, que, neste caso, equivale à diferença de alturas entre a posição final e inicial do mesmo, é igual à força Peso. Analisando-se o trabalho a partir do ponto de vista da energia ao invés do da força, tem-se que o trabalho realizado pelo Peso (sendo este correspondente à uma força conservativa) é numericamente igual à variação da energia potencial sofrida pelo corpo a menos de um sinal.

$$P = m \cdot g$$

Onde,

- P - Peso (N)
- m - Massa (kg)
- g - Gravidade local (m/s²)

O peso, por tratar-se de uma força, é vetorial. Essa força sempre aponta em direção ao centro da Terra e é responsável por manter-nos presos em sua superfície. De modo similar, o Sol atrai a Terra em direção ao seu centro, ou seja, essa estrela exerce uma força peso sobre o nosso planeta.

A razão pela qual a Terra não cai em direção ao Sol é a grande velocidade na qual o nosso planeta orbita em torno da estrela. Além disso, por ser uma força que aponta sempre para o centro da trajetória da Terra em torno do Sol, a força gravitacional que este faz sobre aquela não é capaz de afetar o módulo da velocidade de translação, somente o seu sentido.

De acordo com Rosimar Gouveia, professora de física e colunista do site Toda Matéria, o Princípio de Pascal é uma lei da hidrostática que envolve a variação de pressão hidráulica num fluido em equilíbrio.

Procedimento Experimental

O procedimento experimental do protótipo foi dividido nas seguintes etapas macro: planejamento, execução, testes e apresentação. No planejamento houve a Escolha do Modelo e Compra dos Materiais; Posteriormente, na etapa de execução, foi realizada através do projeto dos moldes, recorte dos moldes e montagem do braço mecânico hidráulico; por fim se deu a testagem do protótipo e a apresentação do mesmo ao corpo discente e docente da universidade, que serão detalhados nos tópicos a seguir:

1. Escolha do Modelo

Nessa primeira fase do projeto, a equipe se reuniu para efetuar a escolha do modelo que seria utilizado como base para construção do braço mecânico hidráulico.



Figura 1: Modelo Escolhido

2. Compra dos Materiais

Uma vez escolhido o modelo, a segunda etapa foi a compra de todo o material necessário para a montagem do protótipo.



Figura 2: Materiais Adquiridos.

3. Moldes do Protótipo

Na fase três, foram criados moldes no AutoCad para facilitar o entendimento dos cortes e montagens das peças que constitui o braço mecânico hidráulico.

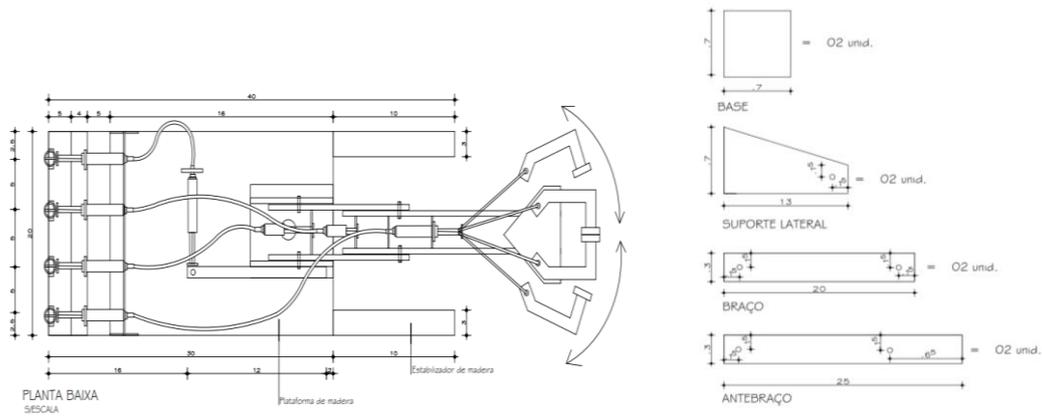


Figura 3: Projeto dos Moldes do Protótipo – Vista Ortogonal.

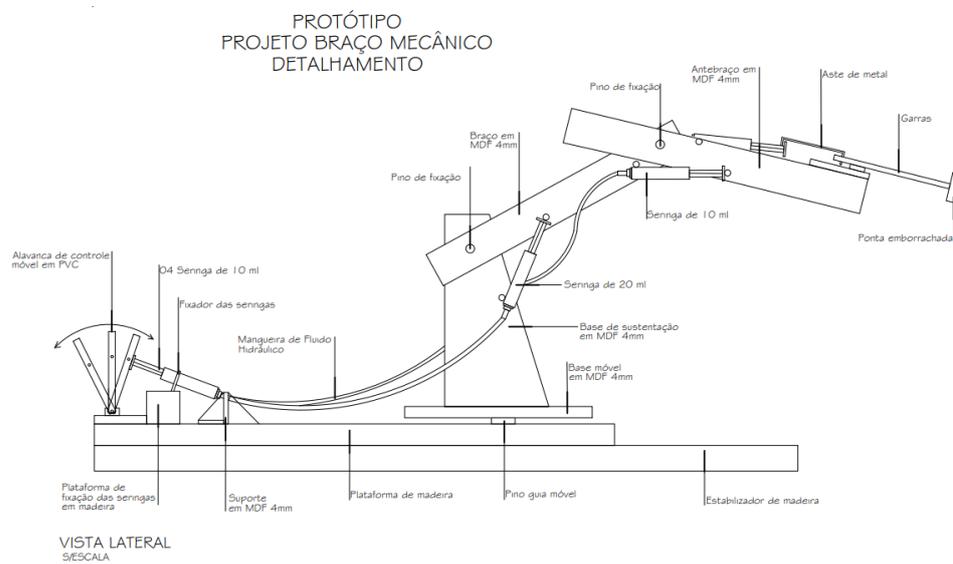


Figura 4: Projeto dos Moldes do Protótipo – Vista Lateral.

4. Recorte das Peças

Nessa etapa foi iniciado os recortes das peças para a montagem do braço mecânico hidráulico.



Figura 5: Recortes das Peças.

5. Montagem do Braço Mecânico Hidráulico

Na quinta estágio, deu-se início a montagem do protótipo.



Figura 6: Montagem do Protótipo.

6. Finalização e testagem do Protótipo

No sexto e último período do processo, o braço mecânico hidráulico está totalmente montado e testado.

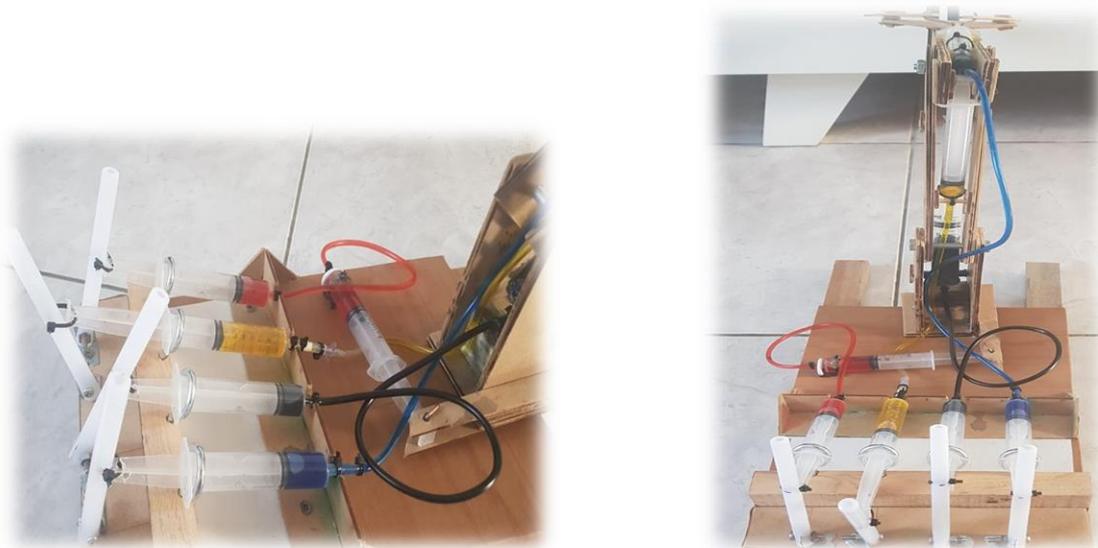


Figura 7: Testagem do Protótipo.

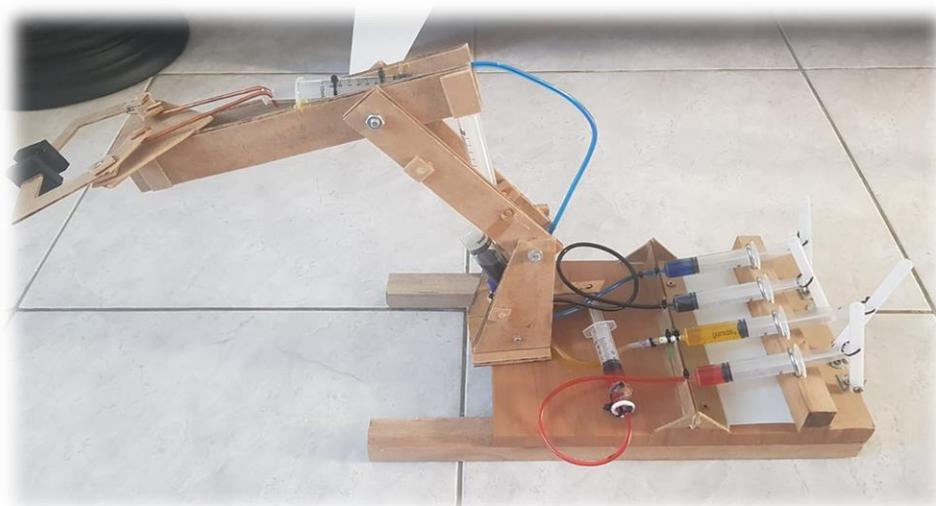


Figura 8: Finalização do Protótipo.

Considerações Finais

Destarte, no decorrer da prática proposta houve um enriquecimento e a fixação dos conceitos trabalhados nas aulas teóricas e práticas para a melhor compreensão dos Teoremas e definições estudados na disciplina. Por meio da execução do protótipo do braço mecânico hidráulico proposto pela docente da disciplina Fenômenos de Transporte, foi possível aprofundar os estudos e conhecimentos para a melhor compreensão dos mecanismos utilizados com a aplicação de conceitos e práticas fundamentais da física, em especial, a hidrostática, a mecânica dos fluidos, que são amplamente utilizados na indústria em geral.

Os princípios utilizados nesta prática são adotados por diversas áreas de conhecimentos do cotidiano das pessoas e empresas, muitas vezes não percebidos pelos leigos. Pode-se observar o uso desses equipamentos com comandos hidráulicos em equipamentos da indústria pesada como retroescavadeiras, tratores, guindastes, rampas, guinchos; ou até no nosso dia a dia, como nos portões automáticos de condomínios, shoppings, etc.

Trata-se do uso da força que fluidos, através da pressão exercida que podem praticar em recipientes confinados com o uso pistões, para elevar a capacidade motora e gerar trabalho, aplicação prática do Teorema de Pascal, o qual *rege que* "todo o aumento de pressão sobre um fluido ideal, isto é, um fluido não compressível, contínuo e sem viscosidade, é transmitido homogeneamente ao longo de seu volume" Blaise Pascal (1623-1662).

Através da construção do braço mecânico percebe-se o quanto o homem utiliza-se de características da própria natureza para elevar as suas potencialidades físicas, gerando, com tais recursos, maior produtividade nas suas atividades laborais.

Após a conclusão do experimento, se tem a percepção da importância deste campo da física, e sua constante presença, no cotidiano da sociedade e, principalmente, da indústria em geral. Ressalta-se, oportunamente, que essas técnicas mecânicas têm sido cada vez mais associadas

à equipamentos computacionais que são capazes de elevar a precisão dos seus movimentos e, por consequência, a sua produtividade, muito comum nas ciências que adotam a robótica, seja na indústria de produção, como a automobilística, como mais recentemente na medicina aplicada em cirurgias de alta complexidade e até remota.

Referências Bibliográficas

GOUVEIA, Rosimar. **Princípio de Pascal**. Sem Local: Toda Matéria, [2022]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br>. Acesso em: 07 out. 2022.

HELERBROCK, Rafael. **Princípio de Pascal: o que é, experimento e exercício**. Sem Local: Brasil Escola, [2022]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br>. Acesso em: 25 set. 2022.

HELERBROCK, Rafael. **Força Peso**. Sem Local: Brasil Escola, [2022]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br>. Acesso em: 25 set. 2022.

HELERBROCK, Rafael. **FLUIDOS**. Sem Local: Mundo Educação, [2022]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br>. Acesso em: 25 set. 2022.

INFORMAÇÃO, Virtuoso Tecnologia da (ed.). **Teorema de Pascal**. Sem Local: Só Física, 2008-2022. Disponível em: <https://www.sofisica.com.br>. Acesso em: 25 set. 2022

HALLIDAY, Resnick - Fundamentos de Física - 9ª Edição Vol. 2 Ed. 9.2011.

ALONSO, Marcelo; FINN, Edward J. Física: volume 2: um curso universitário. São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1972.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth S. Física 2. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, c2003.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. Física para Cientistas e Engenheiros Vol.1- Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica. LTC editora. 6a edição. 2009.

SEARS, ZEMANSKY E YOUNG. Física, Vol. 2 – 12ª Edição. Pearson – Addison Wesley. 201