**O ESTUDO DA APLICAÇÃO DO PRINCÍPIO DE PASCAL EM ELEVADORES HIDRÁULICOS [[1]](#footnote-1)**

Julianna Medeiros Ribeiro da Silva e Marianna Mousinho de Lacerda[[2]](#footnote-2)

Airton Maciel [[3]](#footnote-3)

**RESUMO**

Neste trabalho foi discorrido sobre o funcionamento de um elevador hidráulico, analisando como é aplicado o Princípio de Pascal em seu mecanismo. Também, foi feito um estudo sobre os componentes deste sistema e como estes trabalham entre si, no caso de subida ou descida do elevador. Foi realizado um estudo acerca do Princípio de Pascal, discorrendo sobre seu histórico, seus conceitos e aplicações no cotidiano. Finalmente, foi feito um estudo de caso do elevador hidráulico XL DomusLift, da marca Liftech, onde estudou-se como foram aplicados os cálculos do Princípio de Pascal no mesmo, descobrindo a força necessária aplicada para a subida do elevador. Com os resultados deste estudo, realizou-se uma análise do fator de ampliação da força presente, atingindo o objetivo de demonstrar a presença e utilidade do Princípio de Pascal no mecanismo de um elevador hidráulico.

**Palavras-chave: Elevador. Hidráulico. Princípio. Pascal. DomusLift. Liftech.**

**1 INTRODUÇÃO**

Blaise Pascal foi um cientista francês que estabeleceu o Princípio de Pascal no século XVII. Tal princípio é utilizado até hoje em diversos mecanismos hidráulicos em que se pretende aumentar uma força aplicada ao sistema, como em macacos hidráulicos, prensas hidráulicas, elevadores, freios e etc.

De acordo com o Princípio de Pascal, uma pressão aplicada em um ponto do fluido é transmitida integralmente para qualquer outro ponto desse fluido. Por meio desse princípio que os demais mecanismos hidráulicos funcionam, já que é aplicada uma força em uma determinada área, e tal força é aumentada consideravelmente por meio da transmissão das pressões entre o fluido em repouso.

Assim, como objetivo geral deste ensaio, pretende-se realizar um estudo do funcionamento de elevadores hidráulicos, analisando como é aplicado o Princípio de Pascal em seu mecanismo. Também, estudar as características dos fluidos presentes nos êmbolos dos elevadores, realçando sua importância para o funcionamento do mesmo.

Sendo mais específico, têm-se como objetivos, fazer um levantamento bibliográfico para fundamentar a investigação;realizar um estudo acerca do Princípio de Pascal;destacar a importância do Princípio de Pascal e exemplificar suas aplicações;enfatizar na aplicação do princípio em elevadores hidráulicos;realizar um estudo no funcionamento dos elevadores hidráulicos com base no Princípio de Pascal;destacar os benefícios do uso dos elevadores hidráulicos comparados aos demais;fazer a aplicação dos conceitos de mecânica dos fluidos para o estudo do comportamento do elevador hidráulico;e por fim, relacionar o funcionamento do elevador com as características do fluido estudado.

O assunto abordado neste trabalho é interessante, pois enfatiza tanto o estudo do Princípio de Pascal quanto suas aplicações nas mais diversas áreas, como na Engenharia Civil. Tal importância se dá pelo fato de que na Construção Civil e na vida cotidiana, o Princípio de Pascal auxilia-nos rotineiramente, em freios e direção hidráulica nos automóveis, máquinas, em prensas hidráulicas, em alavancas e muitos outros mecanismos.

O elevador hidráulico é uma das conhecidas aplicações do Princípio de Pascal. De grande popularidade em postos de gasolina, este tipo de elevador faz uso de um sistema de êmbolos, onde aplicando uma força a uma coluna mais estreita preenchida com um certo tipo de fluido é possível resultar em uma força maior na outra coluna. Com isso, pode-se fazer o levantamento de cargas pesadas, como carros e caminhões, com o mínimo esforço, para os mais variados fins.

 O estudo do Princípio de Pascal aplicado ao mecanismo do elevador hidráulico será de grande alicerce para que se possa aliar prática e teoria no assunto. Os cálculos de força, pressão e área presentes nesta problemática podem ser observados claramente no funcionamento do elevador, auxiliando em um melhor conhecimento do tema delimitado.

O livro "Mecânica dos Fluidos", do autor Franco Brunnet também será empregado, onde serão realizados estudos e análises sobre as definições do Princípio de Pascal e suas aplicações na mecânica. Além de muitas outras teses e artigos que abordaram sobre o assunto, auxiliando-nos neste trabalho.

Será utilizado o trabalho acadêmico de Alex Januzzi, intitulado "Automatização de um elevador de carga" e o artigo “Como tudo funciona: Elevadores hidráulicos”, escrito por Tom Harris, que servirá de suporte para análise e estudo do funcionamento de um elevador hidráulico, assim como seus componentes e respectivas características. Tais trabalhos são de extrema importância, pois abordam conceitos e análises indispensáveis para o estudo do tema delimitado.

Utilizar-se-á neste ensaio, principalmente, a metodologia bibliográfica, com o intuito de se obter um conhecimento fundamentado acerca do tema retratado, adotando então, diversas obras de diferentes autores. Além da metodologia bibliográfica, será utilizada também a metodologia dedutiva, já que as obras citadas serão empregadas também para que os autores deste trabalho possam retirar suas próprias conclusões. Estas serão expostas no mesmo, caracterizando assim, a metodologia dedutiva.

**2 PRINCÍPIO DE PASCAL**

**2.1 Definição**

Blaise Pascal foi um filósofo, físico e matemático, que realizou seus estudos referentes à hidrostática dos fluidos no século XVII e contribuiu com uma descoberta que é utilizada até o presente século em vários mecanismos.

O Princípio de Pascal afirma que “A pressão aplicada em um ponto de um fluido em repouso transmite-se integralmente para a todos os pontos do fluido.” (BRUNETTI, 2008, p. 21).

Imagem 1. Fonte: BRUNETTI (2008, p. 21).

Assim, a Imagem 1 (a) mostra um fluido em um recipiente cilíndrico e quatro pontos destacados para ser realizado um estudo referente às pressões, e em (b) mostra o mesmo fluido sendo aplicado uma pressão de 100 N, a área da sessão corresponde à 5 cm2 e supondo que as pressões nos pontos sejam p1 = 10 N/cm 2, p2 = 20 N/cm 2 , p3 = 30 N/cm 2 , p4 = 40N/cm 2. Com tais dados, pode-se calcular as pressões nos pontos, conforme o Princípio de Pascal retrata. Como p = $\frac{F}{A}$ , podemos calcular o aumento de pressão em cada ponto, já que, uma pressão aplicada em cada ponto, é transmitido para todos os pontos do fluido. Logo:

p = $\frac{100 N}{5 cm 2}$ = 20 N/cm 2

O aumento de pressão calculado é incluído à todos os pontos estudados, então, o novo valor das pressões correspondem à: p1 = 30 N/cm 2, p2 = 40 N/cm 2 , p3 = 50 N/cm 2, p4 = 60N/cm 2, demonstrando assim, como funciona o Princípio de Pascal.

**2.2 Aplicações do Princípio de Pascal**

O real uso de tal princípio se dá em mecanismos que transmitem e ampliam as forças exercidas por meio da pressão que é aplicada no fluido. Para demonstrar tal aplicação, será realizado um estudo com base na Imagem 2 a seguir.



Imagem 2. Fonte: BRUNETTI (2008, p. 22).

A Imagem 2 mostra esquematicamente o funcionamento de uma prensa hidráulica, que é utilizada em vários equipamentos em que objetivam ampliar uma força aplicada. Para demonstrar seu funcionamento, serão considerados valores hipotéticos para as áreas e as forças em questão.

Sendo assim, A1 = 10 cm2 e A2= 100 cm2. Se aplicarmos uma força equivalente à 500N no êmbolo (1), pode-se descobrir a força equivalente no êmbolo (2) por meio do Princípio de Pascal, onde a força aplicada será transmitida em todos os pontos do fluido, tendo então, p1=p2. Como já foi visto como calcular a pressão tem-se:

p1=p2

$$\frac{F1}{A1}=\frac{F2}{A2}$$

Com os valores dados hipoteticamente é possível descobrir o valor da força aplicada no êmbolo (2) necessário para o sistema se manter em equilíbrio.

$$\frac{500}{10}=\frac{F2}{100}$$

$$F2=5000 N$$

Dessa forma, de acordo com Brunetti (2008), fica comprovado que a força além de ser transmitida, também pode ser ampliada e este princípio é utilizado em muitos mecanismos que serão abordados à seguir, como prensa hidráulica, elevador hidráulico e até nos direção e freios automotivos, chamados de hidráulicos.

**3 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS ELEVADORES HIDRÁULICOS**

**3.1 Componentes do sistema**

Segundo Harris (2002), o sistema de um elevador hidráulico é capaz de levantar cargas pesadas a partir do funcionamento de uma bomba giratória, conectada a um pistão com reservatório de um fluido incompressível, dentro de um cilindro. O diagrama que representa este mecanismo é mostrado na Imagem 3 a seguir.

****

Imagem 3. Fonte: HARRIS (2002)

Como mostrado na Imagem 3, de acordo com Harris (2002), um elevador hidráulico tem seis principais componentes:

* Cilindros: interligados e de diâmetros diferentes.
* Pistão: dirigido pelos fluidos, dentro dos cilindros.
* Reservatório do fluido (ou tanque): armazenam o fluido, localizando-se dentro do cilindro.
* Bomba giratória: acionada por um motor elétrico.
* Válvula: localizada entre o cilindro e o tanque, com objetivo de controlar a saída do fluido.
* Fluido hidráulico: incompressível e de mínima resistência (pouco atrito com as laterais do reservatório).

**3.2 Funcionamento**

O mecanismo do elevador hidráulico atua de maneiras distintas caso o elevador esteja descendo ou subindo.

De acordo com Januzzi (2012) apud Harris (2002), no caso da subida, com a válvula fechada, a bomba giratória empurra o fluido até o cilindro. Sem outro caminho para seguir, o fluido exerce pressão ao se encontrar com o pistão, empurrando-o, assim, para cima, erguendo o elevador. Ao elevador se aproximar do andar desejado, o sistema de controle envia um sinal para que, lentamente, se feche a bomba giratória. Desta maneira, o elevador se mantém parado, já que o fluido que está dentro do cilindro não tem para onde ir.

Já na descida, conforme Januzzi (2012) apud Harris (2002), a válvula é aberta, regida pelo sistema de controle. O fluido escoa pela válvula, de maneira regulada, para que o próprio peso do conjunto elevador e carga faça com que o fluido volte ao tanque. De maneira gradativa, então, o elevador desce. Caso seja necessário parar o elevador, o sistema de controle envia o sinal para que se feche a válvula, aprisionando o fluido e mantendo o sistema estático.

**3.3 Princípio de Pascal aplicado ao elevador hidráulico**

Como afirmou Brunetti (2008), no Princípio de Pascal a pressão exercida em um fluido estático será transmitida a todos os pontos desse fluido. Logo, no sistema do elevador hidráulico, a pressão que a bomba giratória exerce no fluido deverá ser transmitida a todos os pontos do fluido, incluindo os que passam pelo cilindro e vão de encontro com o pistão.

Sendo a pressão definida pela fórmula p = $\frac{F}{A}$, onde F = força aplicada e A = área da seção, pode-se fazer uma análise de como a força aplicada pela bomba giratória será ampliada. Fazendo uma comparação entre a área das duas seções (da bomba giratória e do pistão), observa-se que uma área é significativamente maior que a outra. Considerando que a pressão será a mesma, já que esta será transmitida a todos os pontos do fluido, tem-se que:

p1 = p2

$$\frac{F1}{A1}=\frac{F2}{A2}$$

Levando em conta que F1 e A1 são as respectivas força aplicada pela bomba giratória e a área de sua seção pertencente, e A2 a área da seção do pistão, sendo A2>A1:

$$F2=\frac{F1\*A2}{A1}$$

Conclui-se que F2 deverá ser maior que F1, já que a divisão entre A2 e A1, com A2>A1, será um número maior que 1. Consequentemente, a força aplicada pela bomba giratória no fluido será ampliada ao agir empurrando o pistão, provando, de acordo com Brunetti (2008), que o Princípio de Pascal é verdadeiro e funciona no sistema do elevador hidráulico.

**4 ESTUDO DE CASO DE UM MODELO DE ELEVADOR HIDRÁULICO**

O objeto de estudo específico é o elevador hidráulico XL DomusLift, da marca Liftech. De acordo com o Manual Técnico, tal elevador possui acionamento hidráulico sem casa de máquinas e capacidade máxima de 400 kg (5 pessoas, em média), sem necessidade de um poço profundo, sendo este com no mínimo 55 mm de profundidade. Tendo o motor com potência de nominal de 2,2kW, o elevador hidráulico se movimenta com velocidade média de 0,15 m/s, podendo ter um ou dois pistões em sua composição. No caso, o elevador hidráulico XL DomusLift estudado possuirá apenas um pistão, diretamente acoplado à cabine. Este modelo, em específico, é ideal para uso doméstico, porém a empresa Liftech também produz modelos indicados para usos hospitalares e comerciais.



Fachada do elevador XL Domuslift. Fonte: Manual Técnico Liftech.

Analisando as características técnicas, observa-se que o elevador possui acionamento hidráulico, provando-se um exemplo prático e real do Princípio de Pascal. Assim, será realizado o estudo de como o Princípio está presente no funcionamento mecânico do elevador DomusLift.



Imagem 4. Características técnicas do elevador XL DomusLift. Fonte: Manual Técnico Liftech.

A área da cabine interna do elevador corresponde à 1,8 $m^{2}$, já que suas dimensões internas são de 1,2 m x 1,5 m, conforme a Imagem 4, retirada do Manual Técnico. O conjunto total do elevador, ou seja, cabina, caixa em alvenaria e toda a estrutura, tem peso total variável, de acordo com o material utilizado e as dimensões, que são de escolha do cliente. Por tanto, incluindo a capacidade máxima de 400 kg dentro da cabina, supõe-se que a massa total do elevador seja de 2 toneladas, que corresponde a 20000 N.

Como a forma de acionamento é hidráulica, precisa-se das informações técnicas do pistão responsável por manter esse tipo de acionamento. Assim, sabe-se que o mesmo possui diâmetro de 8 cm, possuindo uma área correspondente à 50,24 $cm^{2}$, ou o mesmo que 5,024 $×10^{-3}m^{2}$ . Dessa forma, pode-se aplicar o Princípio de Pascal.

p1 = p2

$$\frac{F1}{A1}=\frac{F2}{A2}$$

Onde:

F1 e A1 = força peso e a área do elevador, respectivamente;

F2 e A2 = força peso e a área do pistão, respectivamente.

Assim:

$$\frac{20000}{1,8}=\frac{F2}{5,024 ×10^{-3}}$$

$$F2=55,822 N$$

Então, para que o elevador hidráulico suba, é necessário aplicar uma força maior que 55,822 N, visto que esta manteria o elevador em posição estática. Porém, sabe-se que, para manter um elevador hidráulico parado, a válvula de controle deve ser fechada, aprisionando o fluido presente no cilindro, que no caso é o óleo ecológico. Como este é incompressível, o elevador é mantido no lugar.

No caso da descida, a válvula será aberta gradativamente e a força aplicada pelo pistão anteriormente, maior que 55,822 N, será diminuída de forma lenta, para que não aconteça uma descida brusca. Então, o próprio peso do conjunto do elevador, sob ação da gravidade, fará que este desça.

Esta variação de mecanismos de subida ou descida do elevador hidráulico são padronizadas no caso do elevador XL DomusLift, considerando que a velocidade média utilizada é de 0,15 m/s.

Finalmente, com o valor da força aplicada pelo pistão e pelo conjunto total do elevador com sua carga máxima, é possível calcular o fator de ampliação da força. Então:

$$\frac{F1}{F2}= \frac{20000}{55,822}=358, 28$$

Conclui-se então que a força aplicada pelo pistão foi ampliada 358,28 vezes ao chegar no conjunto do elevador.

**5 CONCLUSÃO**

O Princípio de Pascal, descoberto desde o século XVII, ainda possui sua utilidade bastante presente no cotidiano humano. De acordo com Blaise Pascal, que foi o cientista que desvendou tal princípio, uma pressão exercida em qualquer ponto do fluido, é transmitida integralmente para qualquer ponto desse mesmo fluido.

Então, como a pressão é uma grandeza que corresponde à uma força aplicada em uma determinada área, pode-se concluir que a relação entre uma ‘Força 1’ aplicada em uma ‘Área 1’ é diretamente proporcional à uma ‘Força 2’ aplicada em uma ‘Área 2’, proporcionando assim, ampliações das forças aplicadas , resultando em esforços menores.

Dessa forma que o Princípio de Pascal é utilizado no cotidiano, onde os esforços tendem à ser minimizados. Muitos equipamentos utilizam de tal benefício, como os elevadores hidráulicos, que foi o objeto de estudo deste ensaio, em que a força aplicada foi ampliada aproximadamente 358 vezes. Porém, existem muitas outras aplicações, como freios hidráulicos, macacos hidráulicos, direções hidráulicas e etc.

**REFERÊNCIAS**

BRUNETTI, F. **Mecânica dos fluidos**. rev. 2008.

HARRIS,T. **Como tudo funciona: Os elevadores.** 2002. Disponível em: http://ciencia.hsw.uol.com.br/elevadores.htm > Acesso em 13 set. 2015.

JANUZZI, A. **Automatização de um elevador de carga.** Ouro Preto; Escola de Minas - UFOP. 2012. Disponível em: http://www.em.ufop.br/cecau/monografias/2012/Alex%20Januzzi.pdf. Acesso em: 09 set. 2015.

LIFTECH. **Manual Técnico DomusLift.** Disponível em: <http://www.liftech.pt/imgs/noticias/105200\_1\_1716\_catalogo\_Domuslift.pdf> Acesso em: 27 set. 2015.

1. 2º Check do Paper Dom Bosco – UNDB.apresentado à Disciplina Mecânica dos Fluidos do Curso de Engenharia Civil da Unidade de Ensino Superior [↑](#footnote-ref-1)
2. Alunas do 4º Período do Curso de Engenharia Civil da UNDB. [↑](#footnote-ref-2)
3. Professor da Disciplina Mecânica dos Fluidos da UNDB. [↑](#footnote-ref-3)