

## **PROJETO PRELIMINAR DE ELEVADOR VEICULAR PARA ESTACIONAMENTO, COM CAPACIDADE MÁXIMA DE 4000,00 Kgf, PARA PLATAFORMA DE DESNÍVEL EM SUBSOLO**

Lucas Pereira Castanheira Nascimento <sup>1</sup>  
Maria Gabriela da Silva Xavier <sup>2</sup>  
Wallisson Alves da Silva <sup>3</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Para o desenvolvimento do projeto preliminar do elevador veicular para estacionamento, foram admitidas inicialmente as seguintes especificações: o elevador deve conseguir elevar até 4000 kgf à 3 metros de desnível em subsolo; o sistema deve ser acionado por um motor elétrico monofásico de 4 polos (1780 r.p.m. em média); o motor deve estar acoplado a um redutor de velocidade manufaturado ou de construção própria; o projeto irá apresentar uma plataforma de sujeição inteiriça; e foram utilizados elementos de máquinas como: rolamentos, buchas, polias, rodas denteadas, correias, freios, embreagens, correntes, entre outros.

Estabeleceu-se ainda que a transmissão tivesse um acionamento por meio de embreagem, que o carro fosse erguido por um sistema de correntes e rodas dentadas, e ainda, que a descida fosse controlada por meio de um sistema a freio.

### **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

A metodologia do resumo expandido deverá apresentar os caminhos metodológicos e uso de ferramentas, técnicas de pesquisa e de instrumentos para coleta de dados, informar, quando for pertinente, sobre a aprovação em comissões de ética ou equivalente, e, sobre o direito de uso de imagens.

#### **Pesquisa Normativa**

Utilizou-se como base para o projeto algumas normas técnicas visando averiguar recomendações de faixas de velocidade e aceleração adequadas para um sistema de elevação de cargas.

As normas utilizadas ao longo do projeto foram:

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [lucaspereira.cn@hotmail.com](mailto:lucaspereira.cn@hotmail.com);

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [maria.gabriela.sx@gmail.com](mailto:maria.gabriela.sx@gmail.com);

<sup>3</sup> Graduando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [wallissonalves11@hotmail.com](mailto:wallissonalves11@hotmail.com);

- **ABNT NBR 8400**

Estipula o cálculo de equipamentos para levantamento e movimentação de carga, e a partir de tabelas contidas na norma, foi possível estipular a velocidade de subida da estrutura com o carro.

- **ABNT NBR 14712**

Esta norma define alguns procedimentos de segurança que devem ser utilizados na instalação e construção de elevadores elétricos de carga.

### **Concepção do projeto e funcionamento básico**

Projetou-se o sistema completo no Software Autodesk Inventor, seguindo as dimensões previamente estipuladas durante os dimensionamentos dos componentes.

O elevador veicular projetado faz uso de um sistema de correntes para erguer a plataforma a um desnível de 3 metros em subsolo, assim, com o auxílio de um motor monofásico de 3 cv, além de um sistema de redução, embreagem e freio, a corrente selecionada é capaz de subir e descer a plataforma móvel, levando assim o veículo para o nível desejado.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Dimensionamentos**

- *Seleção do Motor*

Para que o motor seja capaz de erguer a plataforma com o carro por 3 metros, a sua seleção foi feita a partir da potência requerida pelo sistema de carga do veículo e a potência requerida para superar toda a inércia estática dos componentes do sistema.

Sabendo que o motor elétrico deveria ser monofásico, de 4 polos, com rotação média de 1780 r.p.m., a partir de uma busca de mercado e atentando-se a disponibilidade e ao preço, atrelado a potência total requerida pelo sistema, foi selecionado o motor da marca WEG (W22 3 cv 4P 60 Hz IC411 - TFVE - B3D).

- *Redutores*

O redutor deve ser capaz de receber 1780 rpm de entrada proveniente da rotação do motor, e fornecer ao eixo principal da estrutura 7,64 rpm. Dessa forma é necessária uma redução de aproximadamente 240:1 que em duas etapas, a primeira com um redutor manufaturado e a segunda redução por construção própria:

- *Redutor Manufaturado*

A primeira etapa terá uma redução de 30:1 e será realizada pelo redutor de velocidade H12-11 Tartaruga, que foi selecionado de acordo com a disponibilidade de mercado e levando em consideração o seu preço.

- *Redutor de Construção Própria (Sistema de engrenagens)*

A segunda etapa terá uma redução de 8:1 e será realizada por um par de engrenagens.

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

Para dimensionar o par em questão estipulamos que a engrenagem menor teria 16 dentes e a maior teria 128, assim a relação de redução seria alcançada.

Como as engrenagens serão construídas optou-se por uma largura dos dentes de 10 mm e um espaçamento entre eles de mais 10 mm, totalizando um passo de 20 mm para ambas as engrenagens.

Assim, foi estipulado que a engrenagem menor terá 101,86 mm de diâmetro primitivo e 50 mm de diâmetro interno para a entrada do eixo. Já a engrenagem maior terá 814,87 mm de diâmetro primitivo e 200 mm de diâmetro interno.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados obteve-se o dimensionamento dos seguintes componentes:

- ***Embreagem***

A embreagem utilizada foi do tipo cônica com metal sinterizado, no qual a pressão admitida nesse material é 1 MPa [1]. Utilizando a equação com o torque de acionamento 6,28 N.m, a pressão aplicada sobre a guarnição para seu acionamento deve ser de no mínimo 1033,38 Pa. À essa pressão, a força na guarnição calculada foi 24,35 N, que com o sistema de alavanca na manivela de acionamento, ocorre a redução 8:1, demandando assim uma força de aproximadamente 3,04 N do operador.

A mola utilizada foi de aço inoxidável A313, no qual foi encontrada uma rigidez de 3600 N/m, demandando assim de 6,76 mm de deformação linear para desacoplamento do eixo do motor.

- ***Freio***

O sistema de freio escolhido foi o de freio a disco que possui pastilhas de freio para frear as faces do disco girante. Ele contará com uma alavanca que será acionada por um operador, sendo assim capaz de frear a descida da plataforma manualmente.

O funcionamento do sistema se dá através de dois volantes que ao girarem permitem que fusos acoplados neles pressionem as pastilhas em direção ao disco de freio, causando a frenagem do sistema.

O material selecionado para a pastilha foi o asbesto rígido moldado a seco. Através dos cálculos que estão em anexo foi obtido os valores de 54,61 N para a força mínima tangencial que as pastilhas devem aplicar no disco ( $F_{tg}$ ) e 121,35 N para a força normal ( $F_{ng}$ ) que as pastilhas devem aplicar no disco.

- ***Correntes e Rodas Dentadas***

Para selecionar a corrente adequada consultou-se a tabela 17-20 do livro Elementos de Máquinas Shigley que mostra a capacidade de correntes de roletes de fileira única. Ao consultá-la devemos ter em mãos os dados: velocidade de rotação da roda dentada com a qual a corrente está acoplada e também a potência tabelada a que a corrente está submetida.

Após alguns cálculos chegamos a uma potência tabelada de 0,85 KW e como temos uma rotação dos eixos de 7,64 rev/min, percebemos que a rotação mínima disponível na

tabela é de 50 rev/min, logo tivemos que extrapolar os valores e chegamos a conclusão que a corrente de número ANSI 200 seria a mais adequada.

Selecionada a corrente podemos verificar as suas dimensões padronizadas na tabela 17-19. A largura dos roletes será de 38,1 mm, o diâmetro do rolete será de 39,67 mm, a resistência de tração mínima é de 347000 N e o peso médio do rolete é de 159,9 N/m.

O sistema de elevação da plataforma contém duas rodas dentadas, uma de 1000 mm de diâmetro e a outra com 200 mm.

Para dimensionar o diâmetro da roda dentada maior levou-se em consideração que seria necessário desenrolar no mínimo 3 m de corrente para que o carro chegasse ao ponto mais baixo do desnível. É importante ressaltar que a extremidade da corrente é fixada para impedir que ela escape ao terminar de desenrolar.

Ao consultar a tabela 17-21, que mostra o número de dentes da roda dentada de acordo com a corrente selecionada, estipulamos que a maior terá 70 dentes e a menor terá 14 dentes, seguindo a proporção de 5:1 do diâmetro.

O diâmetro da roda dentada menor foi estipulado de forma que a estrutura suportasse os esforços submetidos, ou seja, através de cálculos estruturais determinou-se que 200 mm seria uma dimensão adequada.

Além disso, utilizou-se dois contrapesos de 500 kgf cada no eixo secundário, que minimizou a força líquida da carga principal, diminuindo também o torque necessário no motor.

- ***Seleção de rolamentos***

Para garantir que o sistema gire de maneira confiável é preciso selecionar um rolamento adequado, ou seja, capaz de suportar os esforços aos quais estará submetido.

Foram utilizados rolamentos da SKF, que classifica seus mancais a 1 milhão de rotações, isto é, o produto da vida nominal em horas pela velocidade de classificação em revoluções por hora é igual a este valor ( $L_R * n_R = 10^6$ ).

Os rolamentos selecionados são de esferas de uma carreira, estes deverão operar durante 8760 horas antes de serem substituídos, trabalhar a 7,64 rev/min (velocidade de rotação dos eixos principais após as reduções) e estarão sujeitos a uma carga radial de 19,62 KN para os rolamentos do eixo principal e 9,81 KN para os rolamentos do eixo secundário.

Assim, após a realização dos cálculos obtivemos 31,19 KN para o valor da carga de classificação para cada rolamento do eixo principal, já para os dois rolamentos do eixo secundário obtivemos  $C_{10} = 15,59$  KN e consultando o catálogo da SKF para rolamentos rígidos de uma carreira de esferas [6], é possível determinar que os rolamentos mais adequados para a situação são aqueles cuja designação é: Rolamento SKF – 61832 com 160 mm de diâmetro interno. Esse diâmetro interno foi escolhido por conta do diâmetro dos eixos principais que devem entrar nos rolamentos. Todos os quatro rolamentos serão iguais pois a carga de classificação mínima do rolamento de 160 mm de diâmetro interno é de 49,4 KN, assim o modelo 61832 é suficiente para suportar as duas situações de cargas, tanto a do eixo principal como a do eixo secundário.

- *Sistemas de segurança*

- *Sistema de travamento*

A necessidade de parada do elevador caso ocorra falta de energia ou falha mecânica do sistema durante a subida, é suprida através da instalação de uma catraca próxima ao motor, que trava o eixo do motor impedindo que o sistema seja solto em queda livre, se danifique e garanta segurança durante operação do sistema.

Para dimensioná-lo utilizou-se, a norma ABNT NBR 14712 que trata sobre procedimentos de segurança que devem ser utilizados na instalação e construção de elevadores elétricos de carga.

- *Sistema de segurança para a descida*

No momento em que o carro entra na plataforma ele poderá causar alguma instabilidade na mesma, assim, para evitar qualquer tipo de momento, projetou-se um sistema de guias na descida da plataforma. Este se resume a quatro hastes guias, de forma que a plataforma móvel possui 4 furos verticais, no sentido do movimento, em cada uma de suas extremidades e por dentro dela se movimento um tubo que está acoplado a estrutura física.

- *Batente na estrutura física*

A estrutura física conta com um batente que irá possuir um sensor fim de curso, responsável por fazer o desligamento do motor quando a plataforma móvel atinge o nível superior.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A última parte do trabalho, também é considerada uma das mais importantes, tendo em vista que nesta sessão, deverão ser dedicados alguns apontamentos sobre as principais conclusões da pesquisa e prospecção da sua aplicação empírica para a comunidade científica.

Também se abre a oportunidade de discussão sobre a necessidade de novas pesquisas no campo de atuação, bem como diálogos com as análises referidas ao longo do resumo.

Diante do que foi exposto, é possível afirmar que o dimensionamento dos componentes para construção do elevador descrito foi obtido com êxito, de tal sorte que, os sistemas propostos, sejam eles adquiridos no mercado ou fabricados, possuem plena capacidade de serem aplicados ao mundo real. É sabido que parâmetros relacionados a resistência mecânica dos materiais não foram levados à tona, já que não eram o foco do trabalho exposto.

O sistema como um todo atendeu a todas as especificações exigidas: elevação e descenso de uma carga de 4 t em um desnível de 3 metros; acionamento a motor elétrico da marca WEG; dimensionamento de rolamentos, roda dentada e corrente simples; desenvolvimento dos mecanismos de travamento de segurança, acionamentos do freio a disco e da embreagem cônica; aplicação de um sistema de redução total de 240:1 em duas fases (redutor manufaturado e de construção própria); utilização de fatores de segurança e determinação de um tempo de subida de 37,5 segundos satisfatórios. Além disso, o elevador em questão pode ser facilmente manuseado por um operador qualquer, pois todos os esforços calculados que exigem a ação do mesmo tem uma amplitude suficiente para serem acionados de forma manual.

Podemos concluir assim, que com o término do projeto preliminar do elevador veicular foi possível aplicar de maneira satisfatória os conhecimentos adquiridos na disciplina de Elementos Dinâmicos de Máquinas.

**Palavras-chave:** Projeto mecânico, elevador veicular, elementos de máquinas.

## REFERÊNCIAS

- [1] Shigley, J.E., 2011, “Elementos de máquinas de Shigley”. 8 ed. Mc Graw Hill
- [2] Norton, R. L., 2013, “Projeto de Máquinas”, 4 ed., Bookman.
- [3] ABNT NBR 8400, 1984 – Cálculo de equipamento para levantamento e movimentação de cargas. ABNT/CB-04 Comitê Brasileiro de Mecânica.
- [4] ABNT NBR 14712, 2001 – Elevadores elétricos – Requisitos de segurança para construção e instalação. ABNT/CB-004 Máquinas e Equipamentos Mecânicos.
- [5] Detalhes do motor fornecido pelo fabricante:  
<https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-Eletricos/Monofasico/Usos-Gerais/W22-28IP55/W22-3-cv-4P-112M-1F-220-440-V-60-Hz-IC411---TFVE---B3D/p/13797391>
- [6] Catálogo de rolamentos da SKF: [http://www.skf.com/binary/82-121486/10000\\_2-PT-BR---Rolling-bearings.pdf](http://www.skf.com/binary/82-121486/10000_2-PT-BR---Rolling-bearings.pdf)