

PROJETO DE UMA PLATAFORMA ELEVATÓRIA DOMÉSTICA SEMI-CABINADA PARA INDIVÍDUOS DE MOBILIDADE REDUZIDA

Fernanda Cavalcante de Alencar, nandacvalencar@gmail.com¹
José Bismark de Medeiros, jose.bismark@univasf.edu.br¹

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos Magalhães, 510, CEP. 48902-300, Juazeiro, Bahia, Brasil.

Resumo: Como consequência do crescente número de pessoas que apresentam alguma restrição de movimento, a temática de inclusão de portadores de deficiências ou limitações motoras tem se tornado objeto de inúmeros estudos. As adaptações que visam pela acessibilidade são comprovadamente fundamentais para assegurar a integração e incorporação ao convívio social, bem como garantir uma melhor qualidade de vida. Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma plataforma elevatória doméstica semi-cabinada que atenda à necessidade de deslocamento de indivíduos de mobilidade reduzida. O foco principal deste projeto é o transporte vertical em residências com desníveis de até 4 m. Os dimensionamentos das partes principais do sistema serão apresentados, devendo, no entanto, ser observada a existência de inúmeras possibilidades de configurações. A proposta busca apresentar uma alternativa com custo acessível para fabricação do equipamento.

Palavras-chave: Acessibilidade, mobilidade reduzida, plataforma de elevação.

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da expectativa de vida no Brasil e o consequente envelhecimento populacional observado no país nas últimas décadas configuram um cenário desafiador no que diz respeito aos cuidados voltados aos idosos. Diversas são as dificuldades enfrentadas diariamente por parte desse grupo devido às doenças crônicas associadas ao envelhecimento e à perda da autonomia e independência funcional. Nesse contexto, o risco para imobilidade, definida como incapacidade de executar movimentos apropriadamente, é notório, compondo um dos fatores que afetam negativamente a qualidade de vida.

Além da população idosa, a parcela de cidadãos portadores de deficiências que afetam a locomoção é significativa, segundo o Censo Demográfico 2010 do IBGE (2012), 7% dos 45,6 milhões de brasileiros que declararam algum tipo de limitação apresentam restrições motoras.

Para estes indivíduos, ações físicas comumente consideradas simples se tornam barreiras, que estão presentes até em suas próprias residências, a exemplo do ato de subir escadas, agravante no tocante à acessibilidade. Logo, é indispensável priorizar soluções que busquem preservar a independência funcional e a segurança da pessoa idosa e/ou deficiente, permitindo que atividades cotidianas sejam desempenhadas sem auxílio constante.

Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo elaborar o projeto mecânico de uma plataforma elevatória residencial adaptada a indivíduos que apresentem mobilidade reduzida, avaliando o custo benefício da instalação desta e expondo a importância da adoção de medidas que visem à inclusão de idosos e portadores de deficiências motoras no âmbito social-doméstico.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste projeto consistiu em uma adaptação do Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) proposto por Rozenfeld (2006), que consiste em um modelo de referência dividido em macrofases, subdivididas em fases e atividades, que tem como objetivo principal apresentar as melhores práticas em desenvolvimento de produtos.

A macrofase inicial de pré-desenvolvimento, que envolve as atividades de definição do projeto, foi adaptada na forma de uma lista de definições iniciais, onde foram definidos a demanda, principais restrições, público alvo e possíveis soluções, como apresentado na Tab. 1. A macrofase de desenvolvimento foi responsável por produzir as informações técnicas detalhadas, desconsiderando a preparação e o lançamento do produto, etapas não pertencentes ao escopo do projeto.

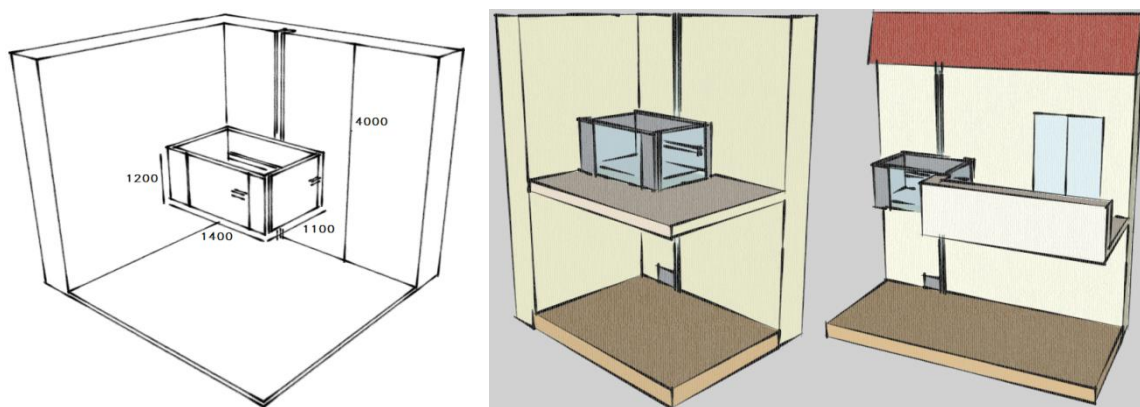
Tabela 1. Definição inicial do projeto.

Qual a demanda a ser preenchida?	Deslocamento vertical de indivíduos de baixa mobilidade no âmbito doméstico.
Qual o público alvo?	Indivíduos que apresentam dificuldade de locomoção ou que apenas desejem adquirir o produto pelo conforto proporcionado.
Quais são as restrições iniciais?	Residência com andar térreo e um andar superior (curso máximo de 4 m), sistema com menor custo associado, adequação do produto ao uso doméstico, e adequação do produto aos idosos e deficientes motores.
Quais são as possíveis soluções?	Plataforma elevatória, elevador e cadeira elevatória para escadas.

Observando as aplicações de cada sistema listado, optou-se por desenvolver o projeto de uma plataforma elevatória, tendo em vista que seu curso máximo, versatilidade, praticidade e estimativa de custo final atendiam à estratégia definida para o projeto, e foi escolhido o parafuso de potência (fuso) como mecanismo de acionamento.

Quanto à adequação da plataforma às normas brasileiras, seguiu-se principalmente a NBR ISO 9386-1. Considerando as restrições impostas pela norma, foram definidas: a carga máxima de 280 kg - considerando o peso da estrutura da cabine somado ao peso de duas pessoas, sendo uma delas cadeirante -, dimensões mínimas da cabine de 1100 x 1400 mm, velocidade nominal de 0,1 m/s (6 m/min), fator de segurança de 1,6, um sistema de segurança com base no autotravamento dos fusos, estrutura em aço e o layout semi-cabinado enclausurado com 1200 mm de altura.

A partir dos parâmetros definidos nas etapas anteriores, foi possível iniciar o projeto conceitual determinando um primeiro layout para o equipamento.

**Figura 1. Croqui do equipamento e conceitos interno e externo.**

Considerando o emprego do parafuso de potência como mecanismo de acionamento, ficou evidente a necessidade de desenvolver uma estrutura que proteja o sistema de elevação e evite possíveis acidentes. Logo, para estes fins, foi utilizada uma estrutura em aço para abrigar o fuso. Para fixar a porca, evitando que esta rotacione, e auxiliar no deslocamento da cabine, foram utilizadas duas guias, também localizadas no interior da carcaça de proteção.

A viga responsável por unir a plataforma ao sistema mecânico de ascensão foi pensada para estar simultaneamente fixa à porca e à cabine do equipamento, formando uma única peça roscada com suporte para as guias, fuso e o braço de sustentação. Definido o primeiro layout do equipamento, verificou-se a necessidade de um porta rolamentos para acomodar os rolamentos do fuso e guias nas extremidades superior e inferior da estrutura, bem como um espaço reservado para alocar o motor e possíveis polias necessárias para redução, que a depender das características de instalação, podem estar localizados no topo ou base do sistema. Dessa forma, os seguintes componentes foram dimensionados: parafuso de potência, polias e correia, motor elétrico, guias, braço roscado e rolamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o dimensionamento do fuso, foi escolhido o perfil de rosca do tipo quadrado, o aço SAE 1020 como material e foram selecionados três diâmetros maiores (25,4 mm, 31,75 mm e 38 mm) para determinação das demais características da rosca, os torques de subida e descida e as principais tensões às quais o parafuso de potência está submetido.

Segundo Shigley (2011), se alguma das tensões calculadas durante o dimensionamento fosse superior à tensão admissível do material, o diâmetro maior da rosca deveria ser aumentado para garantir a resistência mecânica do parafuso. A sequência de cálculo das características, torques para elevar e abaixar a carga e tensões atuantes para parafusos de potência seguiu a metodologia proposta por Shigley (2011) e Norton (2013).

A partir dos cálculos realizados, concluiu-se que com o aumento do diâmetro maior os torques requeridos e a carga crítica para flambagem aumentam, enquanto a maioria das tensões atuantes diminui. Avaliando separadamente cada fuso, observou-se que o de diâmetro maior de rosca igual a 25,4 mm apresentou uma relação de carga crítica para flambagem

e força submetida (P_{cr}/F) inferior a 1,6, fator de segurança considerado, o que inviabilizou seu uso, enquanto os demais atendiam às condições mecânicas para aplicação segura.

Dessa forma, evitando o superdimensionamento e visando a redução de custos, optou-se pela utilização do fuso de diâmetro maior de rosca igual a 31,75 mm, que atende às necessidades mecânicas do projeto. A fim de avaliar o dimensionamento do fuso, foram realizadas simulações de esforços por meio de elementos finitos através do software Autodesk Inventor 3D®.

A simulação estática para o parafuso de potência, considerando o material selecionado (aço SAE 1020) foi feita para a pior condição, aquela em que a plataforma está no meio do seu curso total. A partir das análises realizadas, foi possível concluir que o máximo deslocamento horizontal do eixo do fuso é igual a 2,67 mm, valor aceitável, que, na prática, não interfere no funcionamento do sistema. A tensão de Von Mises se manteve entre a faixa calculada analiticamente, sendo consideravelmente inferior à tensão de escoamento do material e, conseqüentemente, o fator de segurança se manteve acima de 1,6 para toda a peça, como apresentado na Fig. 2.

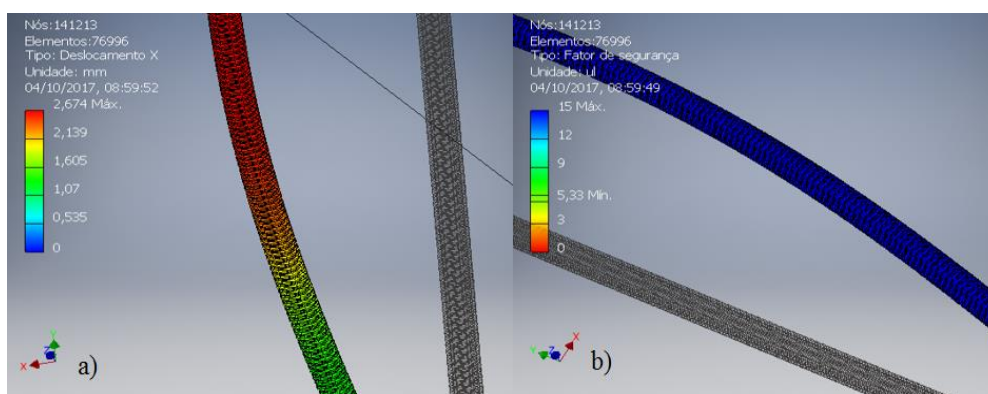


Figura 2. Deslocamento em X (a) e fator de segurança (b) para o fuso.

Considerando a necessidade de transmissão de potência entre os eixos do motor e do fuso, optou-se por utilizar uma associação de polias e correia, o que permitiu o dimensionamento de um equipamento menos robusto e, conseqüentemente, mais barato. Seguindo a metodologia proposta por Norton (2013) e Andrade (2017), foram selecionadas polias do tipo sincronizadoras, pela alta eficiência e por evitar falhas por escorregamento. A partir do dimensionamento das polias, observou-se que a potência requerida pelo motor era de aproximadamente 0,976 cv. Logo, optou-se pela utilização de um motor de 1,5 cv, que mesmo trabalhando a uma eficiência de 75%, atende à potência requerida.

A fim de facilitar o deslocamento do braço sobre as guias, foram escolhidos rolamentos lineares para reduzir o atrito por contato. Para reduzir o atrito durante o movimento de rotação do parafuso de potência, fez-se necessário o emprego de rolamentos nos pontos superior e inferior de fixação do equipamento. Para este projeto, foram escolhidos rolamentos rígidos de uma carreira de esferas, que suportam cargas radiais e axiais moderadas em ambos os sentidos.

Para o braço roscado, também foi realizada uma simulação estática, com o material selecionado (aço SAE 1020), considerando a carga na extremidade de união com a cabine. A partir das análises realizadas, foi possível concluir que o máximo deslocamento vertical do braço é igual a 0,6 mm, valor aceitável, que, na prática, também não interfere no funcionamento do sistema. O maior valor para a tensão de Von Mises, no ponto de união entre as seções retangular e quadrada, é inferior à tensão de escoamento do material, o que garante a não deformação da peça. O fator de segurança se manteve acima do valor mínimo considerado para o projeto, como apresentado na Fig. 3.

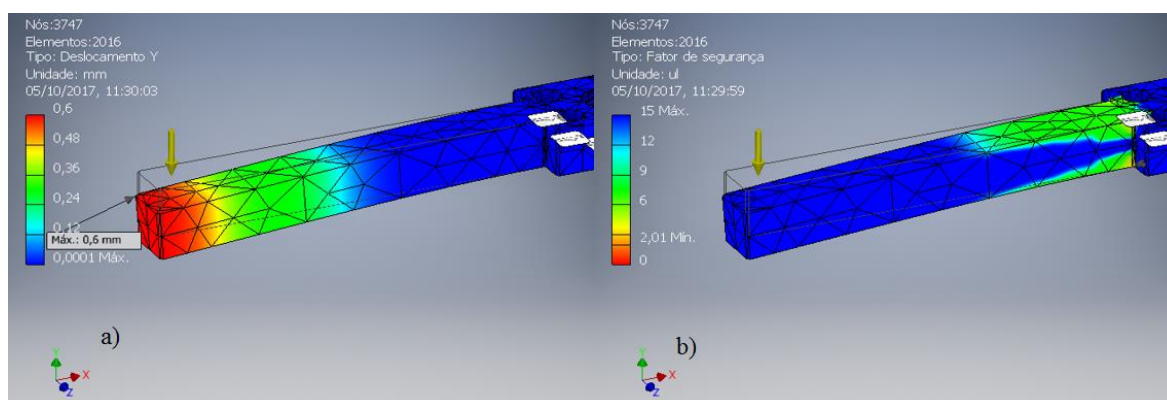


Figura 3. Deslocamento em Y (a) e fator de segurança (b) para o braço roscado.

A fim de avaliar o custo benefício de instalação de plataformas elevatórias em residências, foi realizado um levantamento sobre equipamentos de mesma finalidade, de configurações diversas, que apresentassem restrições semelhantes. A pesquisa revelou valores de plataformas e elevadores feitos sob encomenda para portadores de deficiência que variavam entre R\$ 15 mil e R\$ 45 mil, a depender da empresa prestadora do serviço. Realizando uma estimativa de custo final, desconsiderando a cabine elevatória, dispositivos de acionamento e a mão de obra de instalação, o valor total associado a este projeto foi de aproximadamente R\$ 3.000, o que comprova a possibilidade de fornecer o equipamento a um preço mais acessível que os já incorporados ao mercado.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou contribuir para o desenvolvimento de projetos com foco em acessibilidade, propondo uma alternativa para garantir a autonomia e qualidade de vida de indivíduos com mobilidade reduzida.

A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível observar a demanda notória de equipamentos que tenham como objetivo facilitar a locomoção de pessoas com necessidades motoras especiais. Logo, através dos princípios básicos do desenvolvimento de produtos, avaliando as características inerentes aos usuários e possíveis limitações mecânicas e estruturais, foram determinados os principais parâmetros necessários para elaborar o conceito do sistema de elevação em questão.

Tendo como base as definições iniciais e a escolha da plataforma como forma de ascensão, foram detalhados os dimensionamentos dos principais componentes do equipamento, a exemplo do fuso e motor elétrico. A metodologia adotada para os cálculos analíticos e as análises através do software Autodesk Inventor 3D® demonstraram que os resultados obtidos com base no sistema de elevação por parafuso de potência comprovaram a viabilidade de utilizar tal mecanismo para o fim proposto.

O projeto se mostrou mecanicamente capaz de desempenhar a função estabelecida, estando dentro dos limites estruturais adequados e associando robustez e segurança a um custo significativamente menor que o de equipamentos de mesma finalidade disponíveis no mercado, cumprindo seus objetivos principais.

5. REFERÊNCIAS

- Andrade, Alan S. Elementos orgânicos de máquinas II. Curso de Engenharia Industrial Madeireira. Universidade Federal do Paraná, 2017. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT102-Aula05.pdf>>. Acesso em: Setembro de 2017.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO 9386-1, Plataformas de elevação motorizadas para pessoas com mobilidade reduzida – Requisitos para segurança, dimensões e operação funcional. Sede da ABNT. Rio de Janeiro, 2013.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico 2010: Características gerais da população religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, 215 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: Julho de 2017.
- Norton, Robert L. Projeto de máquinas – Uma abordagem integrada. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1028 p.
- Rozenfeld, Henrique. et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006. 542p.
- Shigley, Joseph E.; MISCHKE, Charles. R.; BUDYNAS, Richard. G. Elementos de máquinas de Shigley, projeto de engenharia mecânica. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 1084 p.

6. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

SEMI-CABIN DOMESTIC LIFTING PLATFORM PROJECT TO DISPLACE PEOPLE WITH REDUCED MOBILITY

Fernanda Cavalcante de Alencar, nandacvalencar@gmail.com¹

José Bismark de Medeiros, jose.bismark@univasf.edu.br¹

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco, Colegiado de Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos Magalhães, 510, CEP. 48902-300, Juazeiro, Bahia, Brasil.

Abstract. *As consequence of the increasing number of people with some movement restriction, including disabled or motor limitations people has become the main target of many studies. Adaptations that focus on accessibility are proven to be fundamental to ensure integration and incorporation into social life, as well as a better quality of life. In this context, the objective of this work is to develop a semi-cabin domestic lifting platform to displace people with reduced mobility. The main focus of this project is vertical transportation in homes with differences up to 4 m. The sizing of the main parts of the system will be presented. However, it must be observed the existence of numerous possibilities of configurations. The proposal seeks to present an affordable alternative for the equipment manufacture.*

Keywords: *Accessibility, reduced mobility, lifting platform.*