ARTIGO ORIGINAL

PINHEIRO, Samuel Junio França^[1], VASCONCELOS, Thiago De Oliveira^[2], MELO, Tiago De^[3]

PINHEIRO, Samuel Junio França. VASCONCELOS, Thiago De Oliveira. MELO, Tiago De. Melhoria em cadeira de rodas, acoplando roquete ao eixo. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 01, Vol. 01, pp. 92-104. Janeiro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/roquete-ao-eixo>

Contents

- RESUMO
- 1. INTRODUÇÃO
- 1.1 OBJETIVOS
- 1.1.1 OBJETIVO GERAL
- 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS
- 2. REFERENCIAL TEÓRICO
- 3. METODOLOGIA
- 4. RESULTADOS
- 4.1 MODELAGEM 3D
- 4.1.1 MODELAGEM CHAVE DE ROQUETE
- 4.1.2 MODELAGEM CADEIRA
- 4.1.3 ACOPLAMENTO DO ROQUETE AO EIXO DA CADEIRA DE RODAS
- 4.2 SOLICITAÇÕES MECÂNICAS
- 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RESUMO

Com a busca de evolução na acessibilidade para deficientes físicos, a Tecnologia Assistiva (TA) tem desenvolvido diversos artefatos para proporcionar tal êxito. Dentre os diversos grupos de deficientes, os cadeirantes têm sofrido bastante com a precariedade de recursos que os apoiam no dia a dia, sejam recursos da sua própria cadeira de rodas, ou até mesmo nos acessos (Rampas, acessos, apoio etc.) Assim, sabe-se que a engenharia mecânica

objetiva criar medidas e soluções para qualquer tipo de artefato que se movimenta. E junto a tecnologia assistiva, são capazes de proporcionar excelentes projetos de melhorias para os cadeirantes. Dito isso, o presente artigo objetiva estudar e analisar a implementação da chave de roquete em cadeiras de rodas, visando a melhoria das limitações de segurança aos cadeirantes e muitos outros aspectos, como a sobreposição de um preço de mercado acessível aos indivíduos de baixa renda. Trata-se de uma pesquisa aplicada baseada em revisões bibliográficas, e de cunho descritivo e quantitativo que nos permitiu verificar a qualidade do uso destas cadeiras de rodas por cadeirantes.

Palavras-Chave: Acessibilidade, deficientes físicos, cadeirantes, cadeiras de rodas.

1. INTRODUÇÃO

Conforme (SILVA, 2019) a acessibilidade é um benefício que compete a todo cidadão, dando a ele a autonomia de trafegar livremente sem resistência ou dificuldade. No entanto, não corresponde à realidade atual, o que impossibilita o livre tráfego, principalmente para portadores de deficiência física. Os cadeirantes, por exemplo, ao se exporem a um ambiente de tráfego inadequado, acabam sendo prejudicados física e mentalmente. O autor (CAVALCANTE, 2019) cita que a falta de acessibilidade é justamente uma das maiores dificuldades do cadeirante, por exemplo, em sua rotina diária, muitos cadeirantes em diversas cidades brasileiras sofrem com o mesmo problema, basta uma rápida pesquisa em sites de busca sobre o assunto e rapidamente aparecem diversos noticiários, como: calçamentos totalmente inacessíveis, estradas esburacadas, transporte público acessível de má qualidade. Novas tecnologias têm o intuito de suprir a essas necessidades, sendo um fator de investimento, seja de grande investimento ou não, o acesso é restrito a indivíduos com uma melhor situação financeira.

Bersch (2017) cita que é bastante notável a evolução da tecnologia no âmbito de facilitar a vida dos seus consumidores. E sequer sem perceber, é utilizado naturalmente diversos artefatos tecnológicos projetados para facilitar o cotidiano, como caneta, computador, talher, entre vários outros. Artefatos que estão inseridos à nossa rotina, de forma comum por facilitar o desempenho das atividades cotidianas.

Bersch (2017) aponta que ao analisar novas tecnologias e aplicá-las ao universo de acessibilidade, nos deparamos com a Tecnologia Assistiva (TA). Cujas frases que a define são: “A tecnologia facilita a vida das pessoas que não possuem deficiências, entretanto, as pessoas que possuem deficiências em meio a várias tecnologias existentes, veem coisas impossíveis se tornando realidade em meio a tanta dificuldade.” (RADABAUGH, 1993)

A tecnologia assistiva bastante utilizada atualmente é um recurso utilizado por uma pessoa com deficiência para que ela consiga se locomover, comunicar, segurar objetos dentre outros recursos. Exemplos da (TA) são as cadeiras de rodas, bengalas para cegos e aparelhos de audição e muito mais.

Silva (2019) afirma que a Tecnologia Assistiva (TA) é uma área de pesquisa, análise e desenvolvimento que tem como objetivo oferecer auxílio às pessoas que possuem as mais variadas formas de deficiências. Neste contexto, aplicados à cadeira de rodas, nota-se o extremo potencial de melhorias e aperfeiçoamento em seu projeto, por efeito da melhoria da qualidade de vida de seus usuários. Essas melhorias chegam ao portador de sua necessidade a um preço, normalmente, inacessível.

Assim, devido à grande quantidade de reprovações de cadeira de rodas pelo INMETRO, cria-se uma ligeira possibilidade de os alunos de engenharia mecânica aplicarem seu conhecimento estudado no decorrer do curso e aplicar ao projeto do trabalho de conclusão de curso, que consiste em projetar uma cadeira de rodas que atenda as normas exigidas e trazer para o universo de cadeirantes, um novo conceito de conforto e segurança em seu veículo que funciona como “suas pernas”.

Contudo, no que diz respeito a uma ferramenta que seja capaz de apertar ou soltar porcas e parafusos, entende-se que a chave roquete consiste numa das ferramentas manuais mais importantes. Existe uma diversidade enorme de roquetes e acessórios para as mais diversas aplicações. Jogos de roquetes específicos possibilitam a remoção ou fixação de qualquer tipo de porcas e parafusos em lugares de difícil acesso. A maioria possui normas e são produzidos numa liga de aço especial composta por cromo e vanádio, visando o aumento da durabilidade e da resistência ao trabalho.

O acoplamento de roquetes ao eixo das rodas de um cadeirante, aumenta a segurança do

deficiente durante um aclave, tornando o trajeto mais acessível, além disso ergonomicamente haverá menos fadiga muscular, pois durante a subida o mesmo pode fazer pausas para descanso sem se preocupar com a mesma descer desgovernadamente, e assim fazer os cálculos de capacidade e aspectos de resistência mecânica e estudar a viabilidade financeira do portador.

Bersch (2017) aponta que definir Tecnologia Assistiva em classificações permite que haja a organização dos estudos relacionados a esta área. Dos diferentes modos de TA, este trabalho irá abordar a mesma aplicada à mobilidade, mais especificamente às cadeiras de rodas, que são equipamentos bem conhecidos de auxílio às pessoas com deficiência. Na categoria de mobilidade, os modelos de cadeiras de rodas existentes são inúmeros. Partem de cadeiras manuais desmontáveis para que possam ser carregadas em veículos, até modelos mais tecnológicos com sistemas de controle e acessórios que possibilitam maior conforto e acessibilidade ao usuário. Como a faixa de categorias e modelos é muito ampla, logo o custo também varia. Alternativas vêm sendo estudadas para que o custo, levando em consideração a relação necessidade/conforto, esteja em uma faixa de valores que possibilite um maior acesso de quem precisa deste tipo de assistência.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é estudar e analisar a implementação de um componente (chave de roquete) em uma cadeira de rodas, a fim de melhorar as limitações de segurança e conforto do cadeirante, trazendo a independência para o cadeirante durante o percurso, deixando a cadeira de rodas, a um preço de mercado acessível para deficientes de baixa renda

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o acoplado ao eixo principal da cadeira, roquetes;
- Agregar mudanças na vida dos cadeirantes;
- Análise numérica das solicitações mecânicas do roquete instalado;
- Analisar o valor de custo total da cadeira de rodas ao final do projeto;
- Realizar pesquisa quantitativa de qualidade de uso da mesma por cadeirantes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Lianza (1994) categorizou quatro grandes grupos de cadeiras de rodas: a de armação rígida, adequada para o uso em interiores e em casos excepcionais, nas quais, atualmente, são muito pouco usadas; as dobráveis, apropriadas para o uso interno e externo e com propulsão manual; as motorizadas que são próprias para uso de tetraplégicos com ampla paralisia dos membros superiores; e as cadeiras de rodas apropriadas para o uso em esportes que são construídas com material ultraleve e submetidas a desenho aerodinâmico.

Para desenvolvimento do projeto foi utilizado a cadeira de rodas do grupo de armação rígida, onde o quadro é totalmente soldado, para garantir a máxima rigidez e eficácia na condução, sem regulagens nem folgas por onde possa perder a força de propulsão, tendo maior mobilidade para garantir a facilidade de acesso.

A mobilidade é a característica de ser móvel, de andar de um lado para o outro. Ela pode ser um objeto de estudo e de planejamento, assim como de gestão. É um consumo que pode apresentar características boas ou más segundo as externalidades relacionadas a esse consumo. Assim, o deslocamento de um automóvel em uma área histórica possui várias externalidades negativas, ao passo que o deslocamento de uma criança a pé para a escola possui várias externalidades positivas. No entanto, a mobilidade, na maioria das vezes, não é um bem em si próprio, visto que poucos se movem com o objetivo único de se mover. Neste sentido, é válido ressaltar os passeios de domingo sobre um percurso circular sem destino, ou também as peregrinações religiosas, onde a dificuldade do percurso enfrentado de a pé ou de joelhos é um objetivo em si para além do chegar. A acessibilidade, por outro lado, é uma característica que define (quantifica e qualifica) a facilidade de acesso entre bens, pessoas e atividades. No fundo é o que procuramos maximizar quando estudamos, planejamos e tentamos gerir a mobilidade.

A acessibilidade e mobilidade são muito importantes quando o cenário se trata de uma rampa, onde o deficiente usuário de cadeira de rodas tem que se deslocar durante seu percurso subindo a mesma sem depender de terceiros, então é visto que há um risco eminente de que a cadeira de rodas possa descer desgovernadamente durante a subida por falha ou fadiga do deficiente. A fim de evitar acidentes desse caráter foi sugerido a adaptação de um roquete em cada roda da cadeira.

As principais características da chave de roquete são o acabamento escurecido, catraca reversível com duplo encaixe estriado, medidas diferentes em cada extremidade, indicada para parafuso e porcas com perfil de encaixe sextavado externo para trabalhos em estruturas metálicas e empregadas onde a carga não possui um nível muito elevado e quando a mola não se sujeita a choques contínuos. A mola para válvulas é considerada como uma das mais importantes desta classe. Existem também outros tipos de molas de aços provenientes da mesma linha do SAE 1070 com algumas alterações, no entanto são menos comerciais (SAE 1080, SAE 1095 e SAE 2024).

Para a adaptação no projeto, a avaliação da carga de trabalho exigida pelo roquete/catraca, será levado em consideração o peso médio entre adultos e jovens deficientes usuários da cadeira de rodas, usando uma margem segura do peso e estatura do deficiente de acordo com as normas (ABNT NBR ISO 7176, INMETRO).

É evidente que muitos portadores de deficiência, quando pertencentes a uma família pobre, possuem dificuldades na obtenção de um produto moderno, ou com melhor qualidade projetual. No Brasil, visto as dificuldades sociais existentes nas ações concretas a esse respeito, sabe-se que muitas das vezes esses indivíduos conseguem uma cadeira de rodas barata, normalmente doada, ou fica sem o produto. Neste contexto, compreendendo a dificuldade de aquisição pelas pessoas que necessitam do produto, refletiu-se em contornar tais situações focando este estudo no custo e no benefício da cadeira de rodas com adaptação do roquete, no entanto precisando manter o mesmo custo de fabricação.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho buscou, inicialmente, adaptar uma cadeira de rodas

comum a uma chave conhecida como chave catraca ou chave roquete. Além disso, realizou-se uma pesquisa da chave que será utilizada a fim de verificar se o material seria capaz de suportar as cargas impostas a cadeira em diferentes condições de utilização, sendo obedecidas todas as especificações da norma NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Assim, utilizaram-se fases e etapas de diferentes metodologias de projeto em engenharia oriunda de vários autores. De maneira simplificada, as etapas de trabalho seguiram a sequência apresentada na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

2. Levantamento teórico: Etapa em que foi realizada toda pesquisa relevante na criação de ideias para o projeto. Foram consultados diversos artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, livros de autores renomados, entre outros. Todas as normas atendidas pelo projeto final foram levantadas nesta etapa.
4. Brainstorming: Após o levantamento teórico foi realizada uma discussão entre os autores do projeto, a fim de converter todo material teórico levantado, em ideias e metodologias para o projeto
6. Planejamento: Nesta etapa foi realizado o planejamento do projeto, realizando uma espécie de cronograma de atividades necessárias para o êxito do projeto.
8. Projeto: Em *Software* específico para projetos, foi realizado o *CAD* (*computer aided design* - Desenho assistido por computador) do projeto, a fim de identificar e corrigir possíveis erros em sua estrutura e adequar o seu *design* da maneira mais aplicada.
10. Criação de protótipo: A partir do CAD do projeto foi fabricado o primeiro protótipo, para que seja possível comparar o projeto com o produto fabricado.
12. Testes em protótipos: Realizados testes no protótipo fabricado, sendo estes testes de resistência mecânica, peso, inércia, e testes de capacidade de frenagem.
14. Correção do projeto: Ao identificar os possíveis erros e falhas, estes serão corrigidos e reconstruídos no CAD.
16. Fabricação do projeto lapidado: Será fabricado o projeto com grande quantidade de erros já solucionados, estando mais lapidado e preparado para o mercado.

O trabalho iniciou com a busca dos referenciais básicos e o reconhecimento do problema. Foram estabelecidos os princípios básicos de projeto, características as quais o produto deveria conter e não deveria possuir, sendo que a partir dessa base de dados foi possível elaborar uma lista de requisitos técnicos de projeto. Partiu-se para o projeto das rodas da cadeira de rodas, o qual iniciou pelo projeto da forma, a qual teve de ser adaptada em função da disponibilidade de peças a serem feitas. Finalizada a forma e a seleção dos componentes a serem utilizados, foi possível realizar o dimensionamento estrutural em três situações hipotéticas de utilização.

Finalizado o projeto estrutural, deu-se início ao anteprojeto, no qual realizaram-se a seleção dos demais componentes e peças da cadeira, bem como no dimensionamento e o projeto de acessórios e adaptações necessárias para o bom funcionamento e utilização da mesma. Efetuaram-se ainda os cálculos técnicos para eixos e rolamentos. Todas as peças e componentes que necessitavam ser fabricados foram detalhados, através da obtenção de

desenhos técnicos de fabricação, bem como na realização no projeto da montagem do produto.

Por fim, realizou-se a montagem do protótipo, a qual foi iniciada pela estrutura, seguida pela fabricação dos encaixes de conexões e adaptações de encaixes e montagem dos acessórios. Dessa forma, foi possível realizar a montagem e efetuar os testes com o protótipo construído.

4. RESULTADOS

4.1 MODELAGEM 3D

Foi realizada a prototipagem em CAD 3D (gerado em *SolidWorks*) possibilitando a visualização do modelo de cadeira de rodas, do roquete e do acoplamento do roquete ao eixo.

4.1.1 MODELAGEM CHAVE DE ROQUETE

Figura 2: CAD 3D da Chave de Roquete.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A catraca (peça em amarelo) é a peça do roquete que é travada pela válvula de direção

(peça em verde). Unidas, elas ocasionam no travamento unidirecional da peça em vermelho, que é a peça no qual o travamento é ocasionado.

4.1.2 MODELAGEM CADEIRA

Figura 3: CAD 3D Cadeira de rodas.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.1.3 ACOPLAMENTO DO ROQUETE AO EIXO DA CADEIRA DE RODAS

A figura 4 apresentada abaixo mostra o roquete acoplado ao eixo da cadeira de rodas, com uma imagem aproximada. As cores das peças são as mesmas da figura 2. Cada cor está em conformação respectiva das peças do roquete e de sua adaptação à cadeira de rodas, respeitando a função de cada peça. A peça em vermelho recebeu uma modificação para encaixar a roda da cadeira.

Figura 4: CAD 3D Cadeira de rodas com roquete acoplado ao eixo.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

4.2 SOLICITAÇÕES MECÂNICAS

Os resultados dos cálculos apresentados da figura 5 representam as solicitações mecânicas requisitadas pelo eixo da cadeira de rodas utilizando como referência o peso do cadeirante e a angulação da rampa (no máximo de $8,33^\circ$ quando atende a norma NBR 9050). A figura 5 apresenta o diagrama de corpo livre e cálculos de torque, Sendo:

$\tau \rightarrow$ Torque no eixo

$F \rightarrow$ Força (que compõe o torque)

$r \rightarrow$ Raio da roda

$P \rightarrow$ Força peso (Cadeira + cadeirante)

$m \rightarrow$ Massa (Cadeira + cadeirante)

$g \rightarrow$ Aceleração da gravidade

$\theta \rightarrow$ Ângulo da rampa

Figura 5: Diagrama de corpo livre de solicitações mecânicas

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

$$\tau = F.r$$

$$261 \text{ Nm} = F.0,3$$

$$\mathbf{F = 870N}$$

$$\mathbf{F = P = mg. \text{sen}\theta}$$

$$870 = m.9,81.\text{sen}\theta$$

$$\mathbf{\underline{\text{Para } \theta = 8,33^\circ}}$$

$$870 = m.9,81.\text{sen}(8,33)$$

$$\mathbf{m = 612,15Kg}$$

$$\mathbf{\underline{\text{Para } \theta = 45^\circ}}$$

$$870 = m.9,81.\text{sen}(45)$$

$$\mathbf{m = 125,42Kg}$$

Os resultados acima apresentados foram baseados em roquetes que suportam uma solicitação de 261 Nm de torque, e a partir desta informação, somada à norma NBR 9050, foi possível calcular a massa máxima suportada pelo roquete presente no eixo.

Sendo em uma rampa que respeita as normas de acessibilidade (8,33°), o roquete suporta uma massa de 612,15 Kg. E realizando uma comparação com uma rampa 5x vezes mais íngreme, ou seja, completamente fora do padrão aceitável pelas normas de acessibilidade, está suporta 125,42 Kg. Suportando grandes cargas independente da inclinação da rampa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004. 97p.

BARBOSA, A. P. *et al.* Cadeira de rodas ortostática. Revista Ceciliana. Volume 1/2010. 22-24. Santos, 2010.

BERSCH, Rita. Introdução À Tecnologia Assistiva, Tecnologia E Educação. Porto Alegre – RS, 2017.

DORNELES, V. C. – Troca de processo de fabricação da trava da chave catraca. Artigo Científico, 2014.

MATTAZIO, R. R. – Estudo da viabilidade técnica para conceito de uma cadeira de rodas ortostática. Trabalho de conclusão de curso EESC, São Carlos, 2012.

^[1] Graduando em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário do Distrito Federal.

^[2] Graduando em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitário do Distrito Federal.

^[3] Orientador.

Enviado: Dezembro, 2020.

Aprovado: Janeiro, 2021.