

PROJETO, DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE CUSTOS DE UMA CADEIRA DE RODAS COM MATERIAL REUTILIZADO CONSIDERANDO ASPECTOS ANATÔMICOS E DE SEGURANÇA DO USUÁRIO

AUTOR - Régis Garcia Mira - regismira@gmail.com

ORIENTADOR – Douglas Fumes douglas.fumes@hotmail.com

FACULDADE GALILEU

RESUMO: A Macrorregião de Botucatu, totalizando 13 municípios, apresenta mais de 19 mil pessoas com algum tipo de deficiência física. Algumas destas cidades e localidades específicas ainda carecem em aspectos de segurança e conforto necessário para transporte e locomoção deste público. Dentro deste contexto, observa-se também a necessidade de projetar e desenvolver uma cadeira de rodas considerando os dimensionamentos necessários para oferecer segurança e conforto em sua utilização, seja em transporte público ou em veículos particulares adaptados, com ênfase no custo final e atenção aos aspectos ambientais. Considerando a proposta de utilização de produtos descartados na indústria automotiva local, é possível reduzir significativamente o custo de fabricação das cadeiras de roda, uma vez que o motivo de rejeição usual remete a questões de origem estética ou obsolescência decorrente de atualização de projetos. O objetivo desta pesquisa consiste na realização de uma análise técnico-econômica para avaliar a viabilidade de fabricação do referido produto e posterior comercialização e aquisição por parte dos PNEs, considerando os custos de fabricação e comparando os resultados com os valores médios de comercialização das cadeiras de rodas existentes no mercado. A utilização do material descartado também contribui para com a questão ambiental, reduzindo o impacto de destinações inadequadas destes materiais. A pesquisa se baseia nas premissas de utilização do produto e necessidades dos usuários. O projeto mecânico envolve uma análise criteriosa de todos os seus componentes e garante um completo domínio sobre as necessidades abordadas na pesquisa. Realizando um estudo a fim de certificar se a estrutura é capaz de suportar as cargas impostas a cadeira em diferentes condições de uso e transporte. Assim, utilizaram-se etapas de diferentes metodologias de projeto em engenharia. A continuidade da pesquisa consistirá da apresentação de uma nova fase com instalação de motor elétrico, bateria e comando eletroeletrônico.

Palavras chave: PNEs (portadores de necessidades especiais), segurança, conforto, ambiental, custos.

DESIGN, DEVELOPMENT AND COST ANALYSIS OF A WHEELCHAIR WITH REUSED MATERIAL CONSIDERING ANATOMICAL AND USER SAFETY ASPECTS

Abstract: *The Macroregion of Botucatu, totaling 13 municipalities, has more than 19,000 people with some type of physical disability. Some of these cities and specific locations still lack in aspects of safety and comfort necessary for transport and locomotion of this public. Within this context, there is also the need to design and develop a wheelchair considering the necessary dimensions to offer safety and comfort in its use, either in public transport or in adapted private vehicles, with emphasis on the final cost and attention to the environmental aspects. Considering the proposal to use discarded products in the local automotive industry, it is possible to significantly reduce the manufacturing cost of wheelchairs, considering that the usual reason for rejection refers to issues of aesthetic origin or obsolescence due to project updates. The objective of this research is to carry out a technical-economic analysis to assess the viability of manufacturing the referred product and subsequent commercialization and acquisition by the PSN, considering the manufacturing costs and comparing the results with the average values of commercialization of chairs wheels available on the market. The use of discarded material also contributes to the environmental issue, reducing the impact of inappropriate disposal of these materials. The survey is based on assumptions about using the product and user needs. The mechanical design involves a careful analysis of all its components and guarantees complete mastery of the needs addressed in the research. Carrying out a study in order to certify if the structure is capable of withstanding the loads imposed on the chair in different conditions of use and transport. Thus, stages of different engineering design methodologies were used. The continuity of the research will consist of the presentation of a new phase with the installation of an electric motor, battery and electronic control.*

Keywords: *PSN (people with special needs), safety, comfort, reuse of discarded material, environment.*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo dados apurados no último levantamento feito em 2019 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pelo menos 45 milhões de brasileiros são portadores de necessidades especiais, e 6,2% da população possuem limitações classificadas como graves. O estudo mostra ainda que, do total de PNEs (portadores de necessidades especiais) de qualquer natureza, 46,8% (1,3% da população brasileira) tem grau intenso de limitações físicas, tornando-se dependentes do auxílio de cadeira de rodas.

Radabaugh (1993) faz a seguinte consideração acerca da utilização dos meios tecnológicos para suprir as necessidades das pessoas:

“Para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis.
Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”

Com a finalidade de atenuar as dificuldades observadas na rotina dos cadeirantes, a Tecnologia Assistiva (TA) assume um papel importante nesse contexto, oferecendo auxílio a pessoas com diversos tipos de limitação através da pesquisa, análise e desenvolvimento. Bersch (2017) explica que esse tipo de tecnologia se assemelha às utilizadas no cotidiano, como por exemplo um veículo. Segundo Mendes e Tibúrcio (2016), o emprego de projetos das TA aplicados de forma individualizada permitem que os PNEs desfrutem de maior interação com os ambientes onde estão inseridos.

Segundo Lopes *et al* (2013), a cadeira de rodas é indispensável para os PNEs, o que também se aplica para pacientes com limitações temporárias, como pessoas que passaram por procedimentos cirúrgicos recentes e dependem de auxílio para locomoção.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo projetar, desenvolver uma cadeira de rodas elétrica considerando os dimensionamentos necessários para oferecer segurança e conforto em sua utilização, seja em transporte público ou em veículos particulares adaptados. O desenvolvimento do referido produto irá considerar a utilização de produtos descartados da indústria automotiva local, cujo principal motivo de rejeição é de origem estética ou obsolescência, decorrente de atualização de projetos. Por fim, uma análise técnico-econômica será realizada para avaliar a viabilidade de fabricação e posterior aquisição por parte dos PNEs. Esta análise levará em consideração os custos de fabricação e de comercialização médios das cadeiras de rodas elétricas existentes no mercado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Anatômicos e Conforto do Usuário

Segundo Kamenetz (1969) o primeiro auxílio de transporte de pessoas com impossibilidade de locomoção foi registrado por volta de 4000 a.c., a maca, sendo ela ideal e de fácil construção. Este conceito de meio de locomoção ganhou rodas e tem seu registro histórico em um vaso grego do século VI a.c..

Com os avanços tecnológicos surge o conceito de *Design Universal* padronizando a concepção da cadeira de rodas. Em 1955 George Klein inventa a cadeira de rodas motorizada (BOURGEOIS-DOYLE, 2004).

Segundo Vidal (2010), é possível observar a evolução das cadeiras de rodas motorizadas pesquisando sobre a evolução de patentes existentes no mercado. Toda evolução ocorreu no sentido de melhora no sistema de tração, a ergonomia e a estabilidade

Mendes e Tibúrcio (2016) afirmam que um equipamento que facilite a locomoção de PNEs pode ser considerado um equipamento de Tecnologia Assistiva de auxílio de mobilidade. As cadeiras de rodas se destacam nessa categoria, pois são fundamentais à TA por ser indispensáveis para pessoas motora ou fisicamente dependente. As cadeiras de rodas podem ser divididas em manuais e motorizadas (ALVES, 2011). Tecnologias assistivas são consideradas as tecnologias voltadas às pessoas portadoras de deficiência, conforme a definição do Comitê Brasileiro de Tecnologia Assistiva – CBTA¹.

Segundo Albrecht (2017) as inúmeras pesquisas realizadas na área de tecnologia assistida estão proporcionando uma maior independência dos portadores de necessidades especiais, facilitando a reintegração à sociedade.

Cabe enfatizar que manter-se na posição sentado por muito tempo induz a geração de úlceras de pressão que se desenvolvem nas tuberosidades isquiáticas, na região plantar (BAPTISTA, 2010).

¹ Tecnologia Assistiva - TA é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Vergara e Page (2002) comentam que o desconforto na região da coluna causa diminuição no conforto geral de maneira que a dor lombar passa a ser a mais importante com relação a posição sentado.

Kansas (2005) relata que a pélvis é o principal ponto de apoio com o assento, sendo que a inclinação do encosto para a postura adequada com o bom posicionamento da pelve promove uma postura mais confortável.

Cadeiras de rodas elétricas ou motorizadas eliminam os esforços nos membros superiores dos PNEs. Freedom (2018), afirma que cadeiras com tecnologia assistida realiza movimentos através da motorização, e que é uma opção para pessoas com maior comprometimento de membros superiores, o que dificulta que o próprio usuário realize esforços para movimentar a cadeira.

Comandos eletrônicos acionados através de um joystick movimentam os motores instalados na estrutura permitindo assim a movimentação sem esforço físico (FREEDOM, 2018). A energia armazenada em baterias é utilizada para a superação de obstáculos.

2.2 Materiais de Construção e Projeto

Manzini e Vezzoli (2002) afirmam que o veículo projetado deve ser agregado não somente sua fabricação, mas também de seus componentes durante sua vida útil e após a sua utilização prevendo o destino de cada peça ou componente.

Segundo Araújo e Cavalcante (2007), evitar o descarte do produto é a última alternativa tratada pela logística reversa.

Medina (2003) afirma que o estudo de análise de ciclo de vida do produto é dividido em três partes:

- Identificação da energia empregada, matéria prima para a fabricação e emissão de poluentes para o meio ambiente;
- Avaliação dos danos ambientais causados na geração de energia e matéria prima;
- Identificação das melhorias nos processos produtivos e de reciclagem ou descarte final que otimizem o impacto ambiental do produto.

Segundo Chebebe (2002), os resultados da análise de vida de um produto são utilizados para a geração de informações e devem ser apresentados para a sociedade e aos órgãos ambientais.

3. METODOLOGIA

A pesquisa metodológica para elaboração do projeto é fundamental, pois para cada tipo de deficiência há uma necessidade particular. Um projeto mecânico envolve uma análise criteriosa de todos os componentes do produto final e deve assegurar uma completa cobertura sobre as necessidades abordadas na pesquisa. A elaboração do projeto em um programa específico tipo CAD (*Computer Aided Design* ou Projeto Assistido por Computador) permite simulações dinâmicas e visão espacial do produto, o que contribui nas tomadas de decisões e futuras adaptações do mesmo.

O desenvolvimento deste projeto buscou, inicialmente, adaptar o projeto para os materiais e equipamentos disponíveis na região de Botucatu. Realizou-se um estudo a fim de certificar se a estrutura é capaz de suportar as cargas impostas à cadeira em diferentes condições de uso e transporte. Assim, utilizaram-se etapas de diferentes metodologias de projeto em engenharia oriunda de vários autores.

A metodologia do projeto está dividida em etapas de igual importância:

- Análise das necessidades do usuário, observação do uso e melhorias a serem feitas em uma cadeira comum vendida em lojas especializadas;
- Observação e análise no transporte em veículo adaptado verificando a segurança e o conforto;
- Elaboração da 1ª fase do projeto da cadeira de rodas, priorizando a segurança e o conforto no transporte de PNEs. Essa fase é focada somente na parte estrutural para analisar as falhas e melhorias no 1º protótipo, sem a etapa de motorização até o momento, mas com uma pesquisa prévia que permita a futura instalação do motor e da bateria;
- Aproveitamento do material descartado pela indústria local reduzindo o custo do produto acabado;
- Testes no 1º protótipo verificando a segurança, fixação da pessoa na cadeira através de cintos de segurança automotivo, fixação da cadeira no veículo utilizado, conforto da pessoa

em relação ao assento, visando o mesmo conforto que tem um passageiro em um ônibus rodoviário;

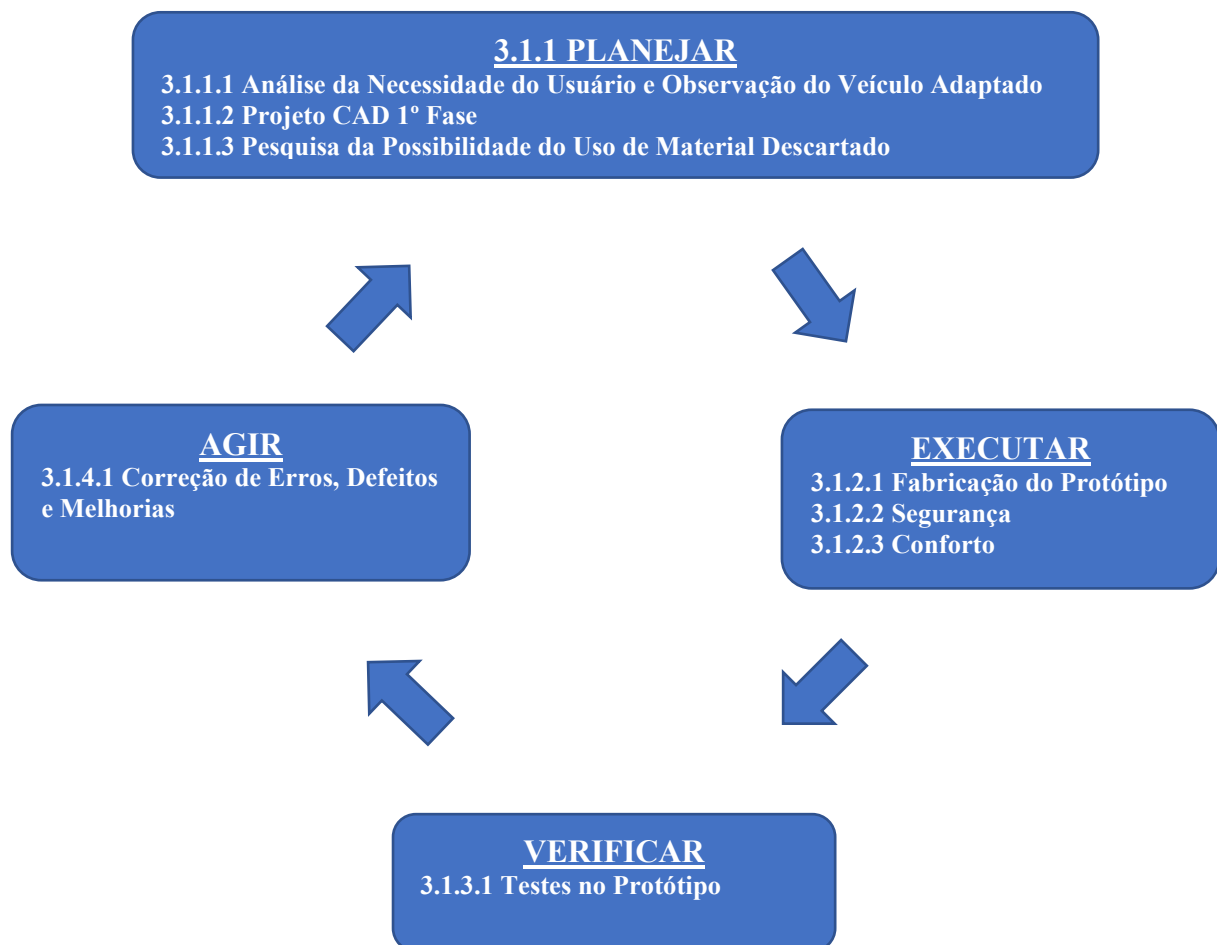
- Implantação das melhorias que foram constatadas e correção dos defeitos no 1º protótipo;

- Elaborar o projeto da segunda fase, que consiste na motorização, pesquisa da forma como será executado esse projeto, tipos de motores, tração e controle. Método de instalação no protótipo, dando sequência na pesquisa prévia que foi feita na primeira fase do projeto;

- Pesquisa e informação quanto ao material utilizado proveniente das indústrias da região. Com a crise econômica gerada na pandemia do Covid 19, o descarte desse material pode não existir mais sendo necessário a aquisição desse material novo em lojas especializadas;

- Análise orçamentária e viabilização do projeto para comercialização, visando um custo acessível para o usuário.

3.1 Ciclo PDCA



3.1.1 PLANEJAR

3.1.1.1 Análise da Necessidade do Usuário e Observação do Veículo Adaptado

Cada pessoa tem uma necessidade diferente e específica e as cadeiras de rodas são feitas para atender, de modo geral, a maioria das necessidades usuais e não apresentam ênfase em uma determinada deficiência.

Este projeto está focando pessoas com dependência total como idosos que tem a capacidade motora comprometida e necessitam passar muito tempo sentado em cadeira de rodas. Nesse caso por exemplo o conforto é muito importante e um apoio para a cabeça é fundamental e cadeiras convencionais não possuem. Uma cadeira confortável proporciona uma melhor qualidade de vida, proporcionando um transporte confortável para outros ambientes e reduzindo o período de acomodação em cama ou maca.

Principais pontos para atender a necessidade dos usuários:

1 - Medidas totais da cadeira: As residências, prédios, áreas públicas e até consultórios médicos ainda não apresentam um planejamento específico para cadeirantes ou portadores de deficiência. Neste caso, a cadeira precisa apresentar medidas de uma cadeira de rodas convencional, visando assegurar passagem em portas e acesso à ambientes de espaço reduzidos como salas de espera e consultórios odontológicos.

2 – Valor: Pessoas com deficiente tem o comprometimento fixo de parte de sua renda com tratamento, medicamentos e transporte, sendo que a população idosa geralmente possui uma aposentadoria que limita o investimento em conforto e qualidade de vida.

3 – Conforto: Fundamental para a permanência de longos períodos na cadeira de rodas.

4 – Segurança: Para idosos, as quedas geralmente resultam em danos consideráveis ao corpo. A fixação da pessoa na cadeira através de cintos de segurança do tipo usado em carros traz a segurança necessária para evitar quedas. A fixação da cadeira no veículo usado para o transporte é fundamental, entretanto, os veículos adaptados para essa finalidade não têm uma fixação eficiente deixando somente o cinto de segurança como equipamento de segurança, fato que pode ocasionar ferimentos nos usuários em caso de acidentes de trânsito.

3.1.1.2 Projeto CAD 1º Fase

O projeto em um programa CAD é fundamental para as medidas e funcionamento de partes articuladas e com isso evita a perda de tempo e material com problemas que somente são notados quando são colocadas as partes juntas.

3.1.1.3 Pesquisa da Possibilidade do Uso de Material Descartado

Pesquisa da possibilidade de aquisição de material que foi descartado das indústrias locais para a utilização como forma de redução no custo na execução desse projeto.

3.1.2 EXECUTAR

3.1.2.1 Fabricação do Protótipo

A fabricação do protótipo é fundamental para avaliação da segurança, correção de erros e melhoria no projeto.

3.1.2.2 Segurança

A base da cadeira é semelhante ao chassi de um carro onde tudo é fixado, as rodas traseiras são pneumáticas (com uso de câmara de ar) de 8 polegadas que absorvem pequenas imperfeições do solo. O freio é do tipo de carrinho de carga no qual o atrito de um metal côncavo com o pneu reduz a velocidade e interrompe o deslocamento da cadeira, com o uso de manetes de embreagem de bicicleta motorizada com trava para permanecer acionada serve de freio de estacionamento para que a cadeira não se movimente enquanto o usuário é acomodado para o transporte.

Pontos de fixação para cintas de travamento de cargas em locais determinados na base da cadeira para transporte em veículos adaptados, conforme observação anterior. Com essa melhoria a cadeira é fixada no veículo e o usuário fica seguro através dos cintos de segurança que são fixados na cadeira de forma separada. Nos veículos observados o cinto de segurança do veículo prende somente o usuário, e a cadeira fica solta causando desconforto e possível ferimento por menor movimento brusco do veículo.

Três cintos de segurança foram usados para prender o passageiro na poltrona, dois prendem o tórax em forma de “X”, e um na forma tradicional na cintura.

Segundo Silveira (2013) a expressão para calcular a intensidade da força F em quilogramas força (kgf) para estancar um corpo com massa m , em quilogramas (kg) que se desloque inicialmente com velocidade v em quilômetros por hora (km/h) é a seguinte:

$$F = \frac{m \cdot v^2}{254 \cdot d}$$

onde d é a distância em metros que o corpo percorre desde o momento em que se aplica a força até parar completamente. Para a massa M de 170 kg (cadeira com o passageiro) movimentando-se com velocidade V de 90 km/h e parando ao longo de uma distância D de 0,5 m a fórmula acima resulta em:

$$F = \frac{170 \cdot 90^2}{254 \cdot 0,5} = 10842,52 \text{ kgf}$$

Com esses cálculos estipulou o mínimo de quatro cintas de amarração de carga de 4000 kg na parte traseira e duas na dianteira que atuam junto com o cabo de aço do guincho somando a resistência de 15000 quilos na parte dianteira.

3.1.2.3 Conforto

O uso de poltrona de ônibus rodoviário, fornece um bom conforto, pois foi projetada para longas viagens e tem a possibilidade de reclinar.

Apoio para os pés pode ser recolhido para facilitar a acomodação da cadeira em ambientes com espaço limitado, e tem articulação para deixar os pés esticados, atuando junto com a inclinação do banco deixa a poltrona na forma de semileito, oferecendo uma inclinação total de 120° ou mais.

3.1.3 VERIFICAR

3.1.3.1 Testes no Protótipo

Usando uma van como modelo para testes, foi fabricada uma rampa para alocar a cadeira na parte traseira da mesma, onde após cuidadosa análise e comparação com veículos adaptados constatou-se ser a melhor opção. A rampa foi fabricada na forma de trilhos onde passa as rodas

e a fixação foi feita no mesmo lugar dos bancos originais, porém essa fixação usou duas fileiras de bancos, garantindo a segurança e espaço necessários para o conforto do passageiro.

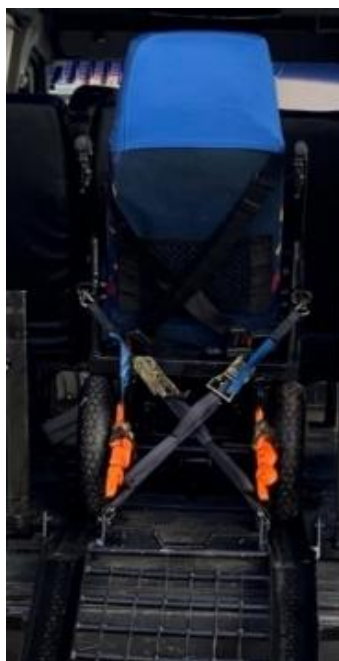
No teste foi usado um saco de areia, com objetivo de simulação de um corpo humano (de massa equivalente), podendo assim constatar a segurança tanto da fixação da cadeira como dos cintos de segurança.

Figura 1a e 1b. Rampa



Fonte: Próprio autor (2022)

Figura 2 – Pontos fixação



Fonte: Próprio autor

3.1.4 AGIR

3.1.4.1 Correção de Erros, Defeitos e Melhorias

Principais melhorias identificadas:

1. Freios e rodas: O freio apresentou uma baixa eficiência quando a pressão do pneu se encontrava abaixo do valor adequado de 25 psi (libra por polegada quadrada) conforme utilizado nos calibradores no Brasil ou 1,76 kgf/cm². A roda usada foi de um carrinho de construção civil e nela foram observadas duas oportunidades de melhoria: ruído excessivo e folga no eixo. A solução encontrada para estes casos é a utilização de uma roda de scooter pois seu sistema de frenagem é do tipo tambor.

2. Rodas dianteiras: A roda dianteira é do tipo maciça de 4 polegadas, e por apresentar rigidez elevada, transfere toda energia obtida do deslocamento nas imperfeições do solo para o usuário, ocorrendo, também, travamento em pequenas imperfeições e obstáculos. Neste caso, a troca por um rodizio giratório pneumático de 6 polegadas é a adequação necessária para melhoria do projeto.

3. Suspensão: A rigidez da estrutura da cadeira de rodas transfere toda a energia de qualquer impacto para o usuário, tanto quando em circulação somente da cadeira como também quando fixada em veículo de transporte. A solução é um novo projeto com a adaptação de sistema de amortecedores usualmente utilizados em bicicletas.

4. Fixação no veículo: Apesar de seguro, o sistema de fixação consome tempo devido a quantidade de cintas de amarração do tipo catraca utilizadas. O desenvolvimento de um mecanismo de cabo de aço ou corrente no tamanho adequado com uma trava simples do tipo alavanca e travamento é mais eficiente, usando uma quantidade menor de fixadores.

3.1.2 Cotação de preços para avaliação de viabilidade comercial

Este projeto possui peças de diferentes modos de transporte, a cotação foi feita em sites especializados das áreas de cada peça.

Tabela 1. Cotação de preços

QUANT	MATERIAL	VALOR UNITÁRIO	NOVO	USADO
		23/02/2022	23/02/2022	23/02/2022
1	Armação de ferro da poltrona	R\$ 250,00	R\$ 250,00	****
1	Espuma injetada poltrona - assento	R\$ 159,98	R\$ 159,98	****

1	Espuma injetada poltrona - encosto	R\$ 164,42	R\$ 167,42	****
1	Tapeçaria (material e mão de obra)	R\$ 232,00	R\$ 232,00	****
1	Poltrona completa	R\$ 599,00	R\$ 599,00	R\$ 180,00
2	Rodas pneumática 8 polegadas	R\$ 243,00	R\$ 486,00	****
2	Rodízio giratório 4 polegadas	R\$ 188,00	R\$ 376,00	****
3	Cintos de segurança automotivos	R\$ 32,90	R\$ 98,70	****
1	Barra de ferro tipo cantoneira 3/4 x 1/8	R\$ 55,67	R\$ 55,67	****
1	Barra de ferro tipo tubular 3/4 x 1,5	R\$ 71,90	R\$ 71,90	****
1	Barra de ferro tipo chata 3/4 x 3/16	R\$ 43,17	R\$ 43,17	****
2	Cabo de aço com capa (bicicleta)	R\$ 26,98	R\$ 53,96	****
2	Manete com trava bicicleta motorizada	R\$ 29,00	R\$ 58,00	****
1	Par de manopla guidão bicicleta	R\$ 12,90	R\$ 12,90	****
1	Material (parafusos e tinta)	R\$ 130,00	R\$ 130,00	****
1	Mão de obra	R\$ 300,00		

TOTAL PARA MONTAR POLTRONA	R\$ 2.495,70
TOTAL POLTRONA MATERIAL NOVO (POLTRONA)	R\$ 2.285,30
TOTAL POLTRONA MATERIAL REUTILIZADO	R\$ 1.866,30

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Comparação de valores

Na comparação de valores foi encontrado uma cadeira semelhante para uma comparação, porém essa cadeira usada na comparação não tem o conforto e a segurança que são a base deste estudo. Comparando uma cadeira com apoio de cabeça mas sem o estofamento que proporciona o conforto para longas permanências e sem a resistência necessária para a fixação para transporte em veículos adaptados, o valor encontrado foi de R\$1890,00.

4.2 Análise

A diferença de valor da poltrona nova e da poltrona usada foi de R\$419,00, é viável a utilização do material usado, visando a redução de valor e o aspecto ambiental.

Na comparação de valores, a cadeira de rodas semelhante encontrada tem o valor um ligeiramente maior que a cadeira projetada neste estudo, porém não proporciona o conforto e a segurança necessários, na comparação de custo benefício o projeto é viável pois tem o valor

final mais baixo utilizando material reutilizado R\$ 23,30, o conforto para longas permanências e a segurança para o transporte em veículos adaptados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto conseguiu atender as expectativas e objetivos desejados, com a construção de um protótipo de uma cadeira de rodas confortável e segura, que tem como objetivo atender as pessoas portadoras de necessidades especiais que possuem limitação à locomoção.

Com a pandemia, o material inicialmente pesquisado para a execução do projeto que seria adquirido das indústrias locais teve outra destinação, com isso foi necessário à procura de um material substituto que foi encontrado em desmanches e desmontadoras de veículos da região.

Com o uso da tecnologia de automação o estudo tem como objetivo a aprimoração de um motor elétrico alimentado por baterias convencionais de automóveis, continuando com o objetivo de proporcionar conforto, autonomia e segurança.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE, 2019.

ALVES, J. O. **Protótipo de Sistema Automotor para Cadeira de Rodas**. Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia. Guaratinguetá, p. 160. 2011.

ARAÚJO, I. C. F. & CAVALCANTE, C. A. V. **Logística reversa como ferramenta estratégica**. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu. Anais do XXVII ENEGEP, 2007.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**, Porto Alegre, 2017. 20.

CHEHEBE, J. R. ,2002, **Análise do Ciclo de Vida de Produtos: uma ferramenta gerencial da ISO 14000**. 2 ed. Rio de Janeiro, Quality Mark.

FILHO, Walter B. Vidal. **Desenvolvimento de kit para automação de cadeira de rodas convencional**. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Campina Grande – Paraíba. V. 04,01 -10 p, 2010.

LOPES, Filipe Loyola et al. **Cadeira de Rodas Motorizada de Baixo Custo**. Instituto Nacional de Telecomunicação, 2013.

MACHADO, C. V., BAPTISTA, T. W. D. F., & Lima, L. D. D. **O planejamento nacional da política de saúde no Brasil: estratégias e instrumentos nos anos 2000**. Ciência & Saúde Coletiva, 15, 2367-2382, 2010

MANZINI, E., VEZZOLI, C., 2002, **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 1 ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.

MEDINA, H. V. de; NAVEIRO, R. M., 2000 **A gestão Integrada do Projeto de veículos automotivos: Estudo de Caso sobre o Novo Clio da Renault** Revista Produto & Produção, v. 4 (Out) ,Nº 3,

MENDES, R. B.; TIBÚRCIO, T. M. D. S. **Cadeira de Rodas Manual: O Impacto dos Problemas Relacionados a Tecnologia Assistiva na Melhoria da Qualidade de Vida de**

Pessoas com Mobilidade Reduzida. Artefactum – Revista de Estudos em Linguagem e Tecnologia, n. 01/2016, p. 11 , Janeiro 2016.

RADABAUGH, Mary Pat. **Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities** - A report to the president and the congress of the United State, National Council on Disability, março 1993.

SILVEIRA, Fernando Lang da. www.if.ufrgs.br/~lang/, abril 2013.