

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO – Engenharia Mecânica
Disciplina MEC041 - Trabalho Final de Graduação II

**PROJETO MECÂNICO DE UM GUINCHO ELEVADOR DE
TRANSPORTE COM ADAPTAÇÕES PARA FISIOTERAPIA**

Autor 1 – Vinícius Diogo Soso

158992@upf.br

Autor 2 – Prof. Dr. Márcio Walber

mwalber@upf.br

Comissão Examinadora – Dr. Carlos Edmundo Ipar, Me. Lucas Zavistanovicz

RESUMO

Atualmente aproximadamente 12% da população tem algum tipo de deficiência física, isso representa um número significativo de pessoas que dependem de forma direta da engenharia e desenvolvimento de projetos relacionados a tecnologia assistiva. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo principal elaborar o projeto mecânico de um guincho elevador de transporte com adaptações para fisioterapia e recuperação do movimento. O procedimento terá como base os produtos já existentes no mercado, assim, por uma programação em etapas de desenvolvimento é inicialmente elaborado o estudo da literatura existente na área de deficientes físicos e tecnologia assistiva, também será incluído o estudo da implantação de um sistema desmontável de guarda-corpos ao projeto, bem como a possibilidade de trabalhar como um suporte corporal, para que além do transporte de pessoas com deficiência o equipamento possa trabalhar na recuperação parcial ou correção do movimento de andar. O projeto do equipamento foi realizado utilizando um método de desenvolvimento de produtos, especificamente as fases de planejamento, conceito, projeto e detalhamento, onde foram estabelecidos os requisitos de projeto, o conceito para do guincho elevador, projeto definitivo e o detalhamento, respectivamente. O trabalho tem como resultado a elaboração do modelo 3D do equipamento, realizando uma avaliação de custos de fabricação do produto, bem como comparando com modelos similares existentes no mercado.

Palavras-chave: tecnologia assistiva; dimensionamento; fisioterapia; movimento.

1 INTRODUÇÃO

Em virtude de uma grande demanda, são de fundamental importância os estudos para o desenvolvimento e aprimoramento de equipamentos mecânicos relacionados a tecnologia assistiva. Segundo IBGE (2010), em uma edição do censo demográfico realizado em 2010 mais de 4 milhões de brasileiros apresentam deficiência motora severa, um número que pode ser considerado de grande relevância.

A busca pelo desenvolvimento de equipamentos utilizados para a locomoção de pessoas que sofrem com perda total dos movimentos, bem como equipamentos para reabilitação e busca da recuperação da marcha, é algo cada vez mais necessário na sociedade atual, principalmente pelos benefícios na qualidade de vida podem trazer

Dessa maneira, mesmo com os avanços tecnológicos na área da saúde, dificilmente esses números serão reduzidos até chegarem a um nível insignificante ou nulo. Sendo assim, médicos, engenheiros e pessoas ligadas aos departamentos da área da saúde e ciência, estão dedicando seus tempos ao aprimoramento das próteses mecânicas.

O mercado atual dos guinchos elevadores de transporte para locomoção e equipamentos de auxílio no suporte corporal durante os treinos de marcha é relativamente amplo. O paciente que necessita de tais equipamentos como este tem diversas opções de modelo para escolher. Porém existe uma dificuldade para encontrar no mercado um equipamento que possa executar ambas as funções.

Tendo em vista isso, a problemática deste trabalho está em desenvolver um equipamento que além de atuar como um guincho elevador de transporte para auxiliar no içamento para deslocamento completo de pacientes com dificuldade de locomoção severa, também possa realizar a função de suporte corporal, possibilitando o usuário utilizá-lo nos treinos de marcha com auxílio de uma esteira convencional do mercado juntamente com um fisioterapeuta.

A construção do equipamento tem como base estudos realizados nas áreas de tecnologia assistiva, marcha humana e treinos de marcha com a utilização de suporte corporal, bem como a aplicação da metodologia de desenvolvimento de produto proposta por Pahl et al. (2005), garantindo a organização no planejamento do equipamento para obter sucesso durante o processo de construção e finalização do mesmo.

1.1 Objetivos geral e específicos

O presente trabalho tem como objetivo geral elaborar o projeto mecânico de um guincho elevador de transporte, visando o aprimoramento do equipamento para utilização em treinos de marcha, garantindo a segurança do paciente durante sua utilização.

Os objetivos específicos são:

- Promover estudos sobre a marcha humana e treinos de marcha com utilização do suporte corporal;
- Analisar os equipamentos existentes no mercado para promover uma melhoria em alguns componentes;
- Desenvolver o projeto mecânico 3D do equipamento, juntamente com uma avaliação de custos comparativa com equipamentos existentes no mercado;
- Promover adaptações ao equipamento, para sua dupla utilização como assistente de locomoção e em treinos de marcha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para melhor compreensão dos fatores que influenciam no projeto e desenvolvimento de algum produto, torna-se necessário o conhecimento e abordagem de alguns assuntos, visando o desenvolvimento de um produto ligado a tecnologia essa etapa aborda os assuntos mais importantes para o desenvolvimento de um equipamento para auxiliar na locomoção e reabilitação da marcha de pessoas com deficiência de locomoção.

No primeiro momento é elaborado o estudo da tecnologia assistiva aplicado a deficiência motora. Como o estudo realizado será diretamente ligado a deficiência motora severa, o presente capítulo aborda planos de estudo direcionado o transporte de pessoas com dificuldade de locomoção e reabilitação dos movimentos da marcha.

Em seguida, os estudos são direcionados à sustentação parcial do peso do corpo por elementos externos, buscando entender sua funcionabilidade e vantagens. Como base de referência para construção do equipamento é realizado um estudo dos equipamentos existentes no mercado, visando um melhor desenvolvimento do produto partindo de características padrões do equipamento.

Como próxima etapa da revisão é feito um estudo sobre método e desenvolvimento de produto, buscando um melhor planejamento no decorrer da tarefa, para que os resultados esperados no desenvolvimento do projeto possam ser supridos com sucesso após sua finalização.

2.1 Tecnologia assistiva

O termo tecnologia assistiva surge pela primeira vez em 1988, traduzido do termo *Assistive technology* baseado em um elemento jurídico dentro da legislação norte-americana conhecido como *Public Law 100-407*, que regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA. A tecnologia assistiva visa à possibilidade de proporcionar a pessoas com deficiência uma melhora na qualidade de vida, inclusão social e independência, auxiliando na mobilidade, comunicação e aprendizado, através de áreas como fisioterapia, enfermagem e medicina (GALVÃO FILHO, T. A, 2009).

2.1.1 Equipamentos para auxílio na locomoção

Produtos e equipamentos que auxiliam na independência em tarefas cotidianas e rotineiras, facilitando em situações e atividades como se vestir, tomar banho, executar necessidades especiais e se locomover são os mais utilizados na tecnologia assistiva. A mobilidade pode ser facilitada em função de próteses, bengalas, muletas, andadores, carinhos, cadeira de rodas, bem como equipamentos de elevação e transporte como guinchos elétricos ou mecânicos.

Um exemplo disso é mostrado pela Figura 1, o guincho elevador de transporte é fundamental para facilitar o trabalho de cuidadores e profissionais médicos fisioterapêuticos, e auxiliar na qualidade de vida de seus respectivos usuários com deficiência motora seja ela leve ou severa.

Figura 1 - Guincho transferência de pacientes



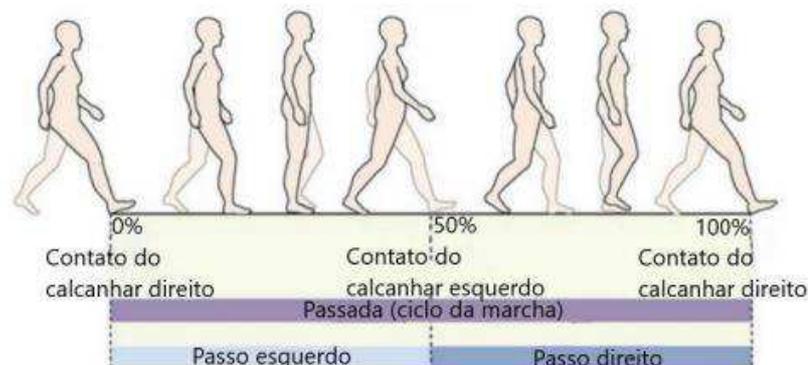
Fonte: Ferreira (2010)

2.2 Marcha e movimento humano

Caminhar é uma das atividades mais comuns e cotidianas de um indivíduo. Sabendo que o ser humano tem a necessidade básica de sempre estar se deslocando de um lugar para outro, o estudo da marcha torna-se indispensável. Segundo Neumann (2011), uma pessoa saudável consegue desempenhar o controle da marcha enquanto desempenha diversas atividades como, enquanto conversa, olha para diferentes direções e supera obstáculos. Porém, esses movimentos tornam-se dificultados à medida que aparecem as deficiências motoras.

Para uma pessoa normal o ato de caminhar parece relativamente simples e fácil, porém torna-se um obstáculo ao observar os indivíduos ao longo da vida. À medida que envelhecemos o simples ato de caminhar fica cada vez mais difícil, em virtude da perda de equilíbrio, força e reforço muscular ocasionado pela idade ou doenças, ocasionando na necessidade de equipamentos como bengalas e andadores para desempenhar o papel de locomover-se de forma segura. A Figura 2 mostra um de forma representativa o ciclo da marcha.

Figura 2 - Contato do calcanhar no ciclo da marcha



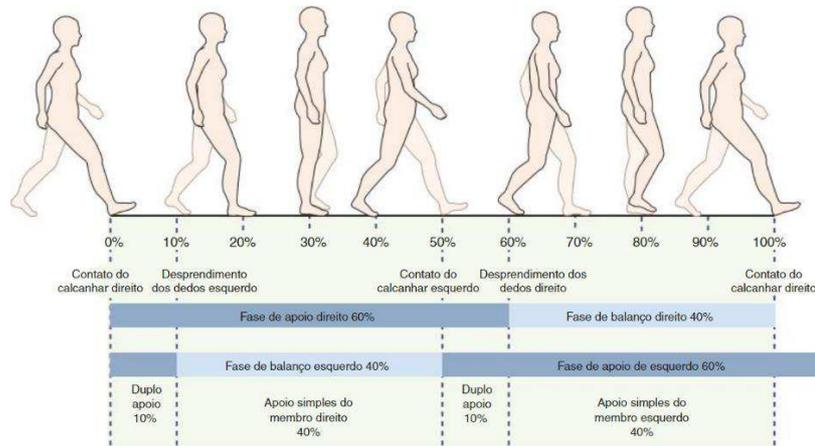
Fonte: Neumann (2011)

2.2.1 Fases da marcha

A marcha humana é uma função utilizada pelo ser humano para locomoção através de uma sequência de repetições dos membros inferiores. Para haver um equilíbrio e estabilidade no caminhar, o ciclo da marcha deve estar organizado de forma que enquanto um dos membros inferiores se comporta como fonte de apoio para movimentação, o outro realiza uma função de balanço, avançando para frente e tornando-se a fonte móvel de apoio.

Para Neumann (2011), o ciclo da marcha ocorre em duas etapas. Quando há duplo apoio do membro, ou seja, os dois membros inferiores estão em contato com o solo, e apoio simples do membro, quando apenas um membro está no chão. Observa-se que na etapa de apoio simples, quando membro inferior direito ficará em apoio simples enquanto o membro inferior esquerdo está em balanço deslocando-se para frente até atingir 50 % do ciclo da marcha, após ocorrerá a segunda etapa de duplo apoio dos membros entre 50 a 60 % do ciclo, com a finalidade de transferir a carga que acumulada no membro direito para o esquerdo, e então a última etapa se de 60 a 100 %, quando o corpo encontra-se novamente em apoio simples, porém agora apoiado no membro inferior esquerdo, com o membro inferior direito atuando em balanço para frente, e assim sucessivamente, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Ciclo da marcha



Fonte: Neumann (2011)

2.3 Uso da sustentação parcial do peso corporal no auxílio da recuperação da marcha

Tecnologias para reabilitação da marcha geralmente envolvem uma grande equipe que trabalhe afim de melhorar a qualidade de vida do paciente, estes podem ser médicos, fisioterapeutas e engenheiros. Equipamentos de sustentação corporal são constantemente usados na reabilitação de pacientes com perdas significativas do movimento nos membros inferiores. Trata-se de aparelhos com a função de sustentar o peso corporal do paciente aliviando a carga nos membros inferiores, enquanto ele treina a marcha em uma esteira com auxílio de um fisioterapeuta ou de elementos mecânicos externos como próteses (SCHOELLER, MARTINI, *et al.*, 2016).

A sustentação corporal permite ao paciente um movimento mais completo da marcha visto que no início do tratamento seus membros inferiores não tem destreza suficiente para carregar seu corpo e realizar o movimento de marchar com o avanço do tratamento, o equipamento vai ajustando o peso dando cada vez mais controle ao paciente até que ele esteja apto a carregar 100 % de seu peso corporal. Tal técnica acelera muito na recuperação de movimentos dos membros inferiores, sendo que algumas próteses mais sofisticadas como visto na Figura 4, podem realizar completamente o movimento inicial do ciclo da marcha (SCHOELLER, MARTINI, *et al.*, 2016).

Figura 4 - Sustentação corporal



Fonte: Wang (2010)

2.4 Vantagens do uso de suportes parciais de peso corporal

A utilização de dispositivos auxiliares nos treinos motores de marcha, é algo de fundamental importância, visando a reabilitação e recuperação dos movimentos. Segundo Godinho (2015), existem diversos tipos de mecanismos auxiliares para sustentação corporal, podendo variar de simples bengalas e muletas até equipamentos mais complexos de sustentação parcial utilizando auxílio de esteiras, aparecendo como uma sugestão terapêutica no tratamento de pacientes com dificuldade na marcha, sejam elas por patologias neurológicas, ou por alterações ortopédicas, permitindo uma melhora na marcha, corrigindo a postura e equilíbrio, evitando sobrecarga em áreas fragilizadas, dessa forma, proporcionando ao paciente uma autonomia e segurança na realização do movimento, bem como trazendo a possibilidade da antecipação da fisioterapia.

Hauptenthal (2008), através da realização de análises bibliográficas do suporte de peso corporal para o treino da marcha, constatou uma melhora significativa na recuperação de pacientes que utilizam esse equipamento com auxílio de uma esteira em relação ao treino convencional com auxílio de andadores. A sustentação corporal traz a possibilidade de variação na carga que os membros inferiores irão carregar durante a realização do movimento, permitindo que o paciente com auxílio de um profissional fisioterapeuta a na marcha proporcionado pela esteira gerada pelo deslize do piso, possa caminhar nas condições necessárias realizando o movimento de forma correta e segura.

Uma das principais vantagens é a possibilidade de prolongar a atividade devido a um menor gasto energético observado em pacientes que utilizaram equipamentos de sustentação corporal com auxílio de esteira, por meio do menor consumo de oxigênio e frequência cardíaca durante a marcha. Segundo Hauptenthal (2008), durante o tratamento em treino de marcha o suporte pode absorver entre 15 a 80 % do peso do paciente, sendo possível absorver em até 100 % em caso de locomoção ou tratamentos específicos de desenvolvimento do movimento.

O equipamento de suporte de peso corporal com o auxílio de uma esteira traz a possibilidade de variação de velocidade da marcha para gerar um maior ganho. Sullivan (2002), trouxe estudo relacionados aos ganhos através do aumento da velocidade com o auxílio de uma esteira, relatando que com uma velocidade mais alta, aumenta-se o número de passos gerado pelo paciente que seria igual a um maior treino. A Figura 5 ilustra um exemplo de um suporte parcial de peso com auxílio de uma esteira.

Figura 5 - Suporte corporal de peso com esteira interligada



Fonte: MedicalExpo (2013)

2.5 Equipamentos existentes

Existem basicamente dois tipos de equipamentos de suporte de peso corporal no mercado, variando suas funções conforme a necessidade e dificuldade na marcha. O primeiro é focado em pacientes que se encontram em dificuldades severas de na marcha, trabalhando na ancoragem completa do indivíduo agindo como fonte facilitadora em sua locomoção, já o segundo equipamento consiste no suporte apenas parcial do peso corporal, visando auxiliar no tratamento e recuperação da marcha, sendo ele fixo e não podendo ser utilizados para locomoção diária.

Como o objetivo do trabalho consiste na construção de um equipamento similar, porém que possa realizar as duas funções citadas anteriormente, realizou-se uma pesquisa por patentes e produtos existentes no mercado, visando ter uma referência para a construção do modelo buscando não ferir direitos autorais.

As Figuras 6 e Figura 7, mostram exemplos de suporte de peso corporal utilizados para reabilitação e locomoção respectivamente, no caso da Figura 6 o paciente realiza seus treinos de marcha com os pés no chão, descartando a utilização de uma esteira. As dimensões do fabricante podem ser observadas nas Tabela 1 e Tabela 2.

Figura 6 - Suporte de peso corporal para fisioterapia



Fonte: PhysioGait (2020)

Tabela 1 - Características do fabricante PhysioGait

Capacidade de peso	163 kg
Altura máxima	2,4 m
Altura máxima do paciente	2,2 m
Comprimento base	1,2 m
Peso da estrutura	Não informado pelo fabricante
Distância entre os pés	Não informado pelo fabricante
Material	Não informado pelo fabricante
Características	Atuador pneumático para ajuste

Fonte: PhysioGait (2020)

Figura 7 - Suporte de peso corporal para locomoção



Fonte: Hospinet (2020)

Tabela 2 - Características do fabricante Ortobrás

Capacidade de peso	180 kg
Altura máxima	2,03 m
Altura máxima mínima	1,38 m
Comprimento base	1,35 m
Peso da estrutura	50 kg
Distância entre os pés	650
Material	Não informado pelo fabricante
Características	Motor elétrico (alimentação 110-220 V)

Fonte: Hospinet (2020)

2.6 Mecanismos de elevação

Suportes de peso corporal utilizam de sistemas de elevação como fonte para içamento e ancoragem do paciente. Tendo em vista o projeto proposto buscando escolher um sistema de içamento adequado, realizou-se um estudo sobre os mecanismos de elevação.

As máquinas de elevação possuem uma variedade muito grande de sistemas e equipamentos, sendo eles subdivididos conforme a utilidade e a área de atividade industrial. Tais equipamentos de elevação tem função primordiais nos sistemas de suporte de peso corporal, elevando o paciente parcial ou completamente para diminuir os esforços nos seus membros inferiores, trazendo ganhos na marcha e postura corporal.

Em geral existem três tipo de sistema de máquinas de elevação utilizados nos equipamentos de sustentação de peso corporal, sendo eles: manual, elétrico e pneumático. Segundo Costa (2012), para uma escolha eficaz da máquina de elevação ideal, o projetista deve ter um conhecimento amplo, buscando saber as características do operacionais de cada mecanismo, levando consideração alguns fatores técnicos, os quais abordam: o tempo de operação, direção e distância de percurso espécie e propriedade das cargas.

Dos principais equipamentos para levantamento de cargas, os mais utilizados são: guindastes, pontes rolantes, elevadores, guinchos e atuadores. Dentre os mecanismos de elevação citados os atuadores correspondem a maior utilização nos equipamentos de suporte de peso corporal, tal equipamento atua com a função de transformar energia elétrica, hidráulica ou pneumática em energia mecânica através de sistemas de transmissão como engrenagens e roscas (COSTA, 2012).

Segundo Hummel (2017), a eficácia de um sistema de atuador está diretamente relacionada a rapidez em que ele executa o papel de mover sua carga útil entre as distâncias definidas controlando-a conforme necessário, um bom rendimento de um atuador corresponde ao controle da carga nas condições desejadas, com uma combinação adequada de tamanho do produto, massa, confiabilidade, rentabilidade e facilidade na manutenção. No suporte de peso corporal a energia mecânica é gerada pelo atuador é realizada através de um sistema de transmissão de rosca, possibilitando o braço do equipamento a deslocar-se verticalmente para ancorar o paciente. A Figura 8 ilustra a localização do atuador no equipamento de suporte de peso corporal.

Figura 8 - Atuador elétrico com transmissão de rosca



Fonte: Hospinet (2020)

2.7 Métodos para o desenvolvimento de produto

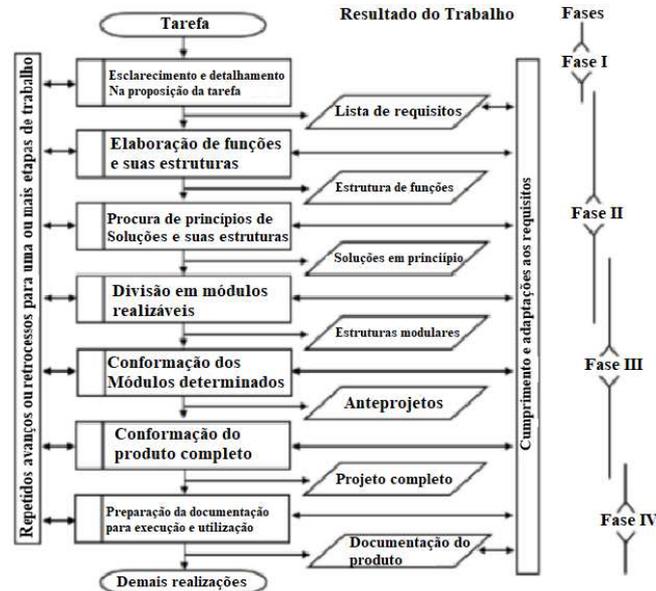
Trabalhar no desenvolvimento de produtos na área de projeto na engenharia mecânica, é uma tarefa complicada, que demanda muito tempo, no processo de desenvolvimento de um produto é importante utilizar uma metodologia de projeto, visando a otimização o planejamento e o produto final, alcançando requisitos finais pré-estabelecidos. Para Pahl et al. (2005), o engenheiro tem como missão encontrar soluções para os problemas técnicos, utilizando de suas ideias, conhecimentos e talento para determinar características do produto a ser desenvolvido perante ao fabricante e ao usuário.

Pahl et al. (2005), apresenta 4 principais etapas para a construção do projeto de um produto, sendo elas:

- Fase 1: Esclarecimento e definição metódica da tarefa;
- Fase 2: Métodos para concepção;
- Fase 3: Anteprojeto;
- Fase 4: Detalhamento.

Para que o produto final seja fiel ao planejado, o cumprimento das fases citadas anteriormente é necessário, visando o sucesso nas 4 etapas propostas. Na Figura 9, as fases em questão são apresentadas em forma organizada de fluxograma, sendo possível estabelecer o planejamento para a elaboração do produto.

Figura 9 - Fluxograma representativo do desenvolvimento do produto



Fonte: Pahl et al. (2005)

A seguir será realizado um estudo detalhado de cada fase, visando a melhor aplicação para o sucesso no decorrer do projeto.

2.7.1 Fase 1: Esclarecimento e definição metódica da tarefa

Segundo Pahl et al. (2005), esta fase é onde se inicia o projeto de modo que, possamos retirar informações necessárias do produto. O engenheiro deve estabelecer requisitos do produto, onde são levados em consideração fatores como prazos e custos, tais informações devem ser retiradas e documentadas de forma organizada, com indicações de quantidade resultando em uma lista.

2.7.2 Fase 2: Métodos para concepção

Conforme Pahl et al. (2005), a segunda fase do desenvolvimento é responsável pela determinação de funções e sub funções, através de estudos de identificação do problema, nessa etapa o engenheiro pode fixar algumas ideias de como será o produto, uma vez que a lista de requisitos já está desenvolvida contendo as principais informações do produto. Na fase em questão o projetista tende a realizar uma análise mais ampla do problema, realizando estudo de diferentes caminhos para as soluções, muitas vezes sendo elas algo inovador que auxilie na melhoria do produto.

Além das análises de funções citadas anteriormente, Pahl et al. (2005) ainda indica a realização de uma segunda análise através de critérios e valores particulares requeridos pelo projetista, como: custo, durabilidade, ruído e peso, sendo uma variante do projeto, o que possibilita uma concepção de variante que poderá ser a base para construção do dispositivo.

2.7.3 Fase 3: Anteprojeto

A terceira etapa tem como característica a definição da estrutura de funcionamento, partindo da concepção realizada na fase anterior, deve-se abordar critérios técnicos e econômicos para determinação de fatores como dimensão do produto juntamente com os materiais utilizados e o processo de fabricação. Nessa fase é importante que os pontos fracos da solução sejam eliminados, para que possa ser possível chegar em uma etapa definitiva de projeto, onde será realizada uma avaliação de fatores de montagem, durabilidade, possibilidade de produção e custo do equipamento (PAHL, et al., 2005).

2.7.4 Fase 4: Detalhamento

Por último, Pahl et al. (2005) aborda a quarta fase, tendo como objetivo a complementação do projeto, finalizando os detalhes estruturais do produto, responsáveis pelo dimensionamento, acabamento superficial e tolerâncias de todos os componentes. Nesta etapa realiza-se o desenho detalhado de todas as peças, conjuntos e também da montagem final, visando o esclarecimento na construção do produto.

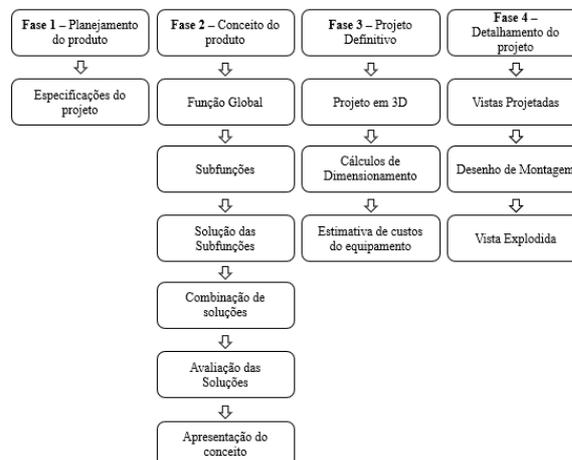
Com a finalização deste capítulo é possível concluir que os equipamentos de suporte corporal são fundamentais para auxiliar na mobilidade e reabilitação de pessoas com deficiência física motora. Os estudos realizados trouxeram a possibilidade de introduzir os principais assuntos para o entendimento do produto, bem como as vantagens de se utilizar um equipamento de suporte corporal durante os treinos de marcha, além da abordagem de uma metodologia de projeto que possibilita ganhos em tempo, planejamento e custos, auxiliando no desenvolvimento e possibilitando maior sucesso na realização do projeto.

3 METODOLOGIA

No desenvolvimento do projeto do guincho elevador de transporte com adaptações para utilização em fisioterapia serão utilizadas etapas, obedecendo a sequência lógica de desenvolvimento de produto estabelecida por (PAHL, et al., 2005).

Com a utilização da metodologia em questão, buscou-se uma realização correta no desenvolvimento do trabalho, através das 4 fases propostas para a realização do projeto, visando obter resultados fiéis ao planejamento. A Figura 10 apresenta um fluxograma das etapas de desenvolvimento do trabalho que serão realizadas.

Figura 10 - Fluxograma de etapas para o desenvolvimento do projeto



Fonte: Autor

Na primeira etapa aborda um planejamento do projeto, levando em consideração especificações do projeto para a elaboração de uma lista de requisitos.

A segunda etapa é de fundamental importância para o decorrer do projeto, nela o conceito desenvolvido é apresentado, buscando dar funções e subfunções ao projeto e proporcionando soluções para elas, observando os requisitos abordados na etapa anterior. Nesta etapa o projeto deve ser apresentado com o embasamento necessário para a sequência de projeto definitivo.

A partir dos conceitos determinados nas etapas anteriores, a terceira etapa visa a construção do modelo em CAD 3D, sendo realizado nessa etapa os cálculos necessários para o dimensionamento do equipamento, proporcionando possibilidade de fazer estimativas de custo, uma vez que os materiais e componentes utilizados já estão determinados pelos cálculos.

Na quarta etapa o projeto é finalizado, é nela que o detalhamento é concebido, com desenhos de peças, conjuntos e montagem do equipamento, além de uma vista explodida para facilitar no entendimento e montagem do produto.

O presente trabalho aborda as etapas presentes na Figura 10, visando o encaminhamento do projeto através elaboração de uma lista de requisitos para posteriormente realizar uma análise de alternativas de soluções para a funções global e subfunções do projeto. As propostas de soluções serão avaliadas, de forma que as soluções aceitas serão combinadas ocasionando em variantes de soluções. A seguir as variantes de soluções encontradas para o produto passam por critérios de avaliação, determinando o conceito do equipamento, permitindo embasamento necessário para seguir com o projeto definitivo do equipamento e por fim detalhamento e análise de custos do produto

A Figura 11 ilustra a linha mestra, formada pelas características gerais do projeto, definidas conforme a necessidade do mercado, visando a construção de um equipamento que tem clínicas, hospitais e residências como principal local de utilização.

3.1 Fase 1: Planejamento do produto

O desenvolvimento do projeto de um guincho elevador de transporte com adaptações para ser utilizado em fisioterapia tem como característica cumprir limitações observadas em equipamentos existentes no mercado com o propósito semelhante. Como visto na revisão bibliográfica os equipamentos atuais encontrados possuem funções singulares, trazendo ao produto a função única de transportar uma pessoa completamente ou ser empregado a uma esteira para realizar o trabalho de suporte corporal na fisioterapia.

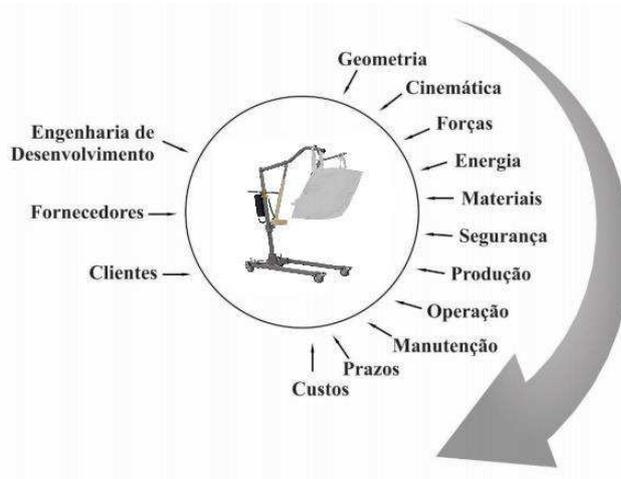
O projeto deverá promover essas duas funções, sendo capaz de ser utilizado como agente de içamento completo do paciente para locomoção, bem como cumprir a função de suporte corporal trabalhando a utilização de uma esteira e o auxílio de um fisioterapeuta trazendo maior segurança aos treinos de reabilitação da marcha.

A construção do equipamento deve ter algumas características importantes, trazendo um movimento de elevação linear suportando carga suficiente para atender pacientes de pesos variados, sendo executado em uma velocidade relativamente baixa para maior segurança do usuário, além de apresentar um baixo custo de fabricação e o mínimo volume possível.

Na criação da lista de requisitos, além das propostas citadas nos parágrafos anteriores, também foram adicionados alguns outros tópicos, complementando o planejamento do produto para uma melhor qualidade na execução e entrega do equipamento. Utilizando como referência

o modelo de linha mestra proposta por Pahl et al. (2005), foram selecionadas onze características como auxílio no desenvolvimento do projeto.

Figura 11 - Linha mestra



Fonte: Autor

- **Geometria:** Essa característica prevê as dimensões do produto a ser projetado, nessa etapa foi considerada a ideia de minimizar o máximo possível o volume do equipamento, tendo como base o estudo de equipamentos existentes no mercado e trazendo como exigência a necessidade largura mínima de 650 mm entre os pés, bem como a possibilidade de abertura dos pés, visando o encaixe em uma esteira convencional que tem 700 mm de largura média;
- **Cinemática:** Este tópico descreve os movimentos que o equipamento deverá executar durante sua funcionabilidade;
- **Forças:** Na etapa em questão são definidas as forças que o sistema sofre na realização da operação de elevação, ocasionando em uma carga de içamento desejável de 150 kg;
- **Material:** Escolha dos materiais desejáveis para utilização pensando em todas as etapas do projeto;
- **Operação:** Define sobre quais circunstancia o equipamento pode ser operado;
- **Segurança:** Apresenta as características que são de obrigatório cumprimento para que o equipamento seja utilizado de maneira segura;
- **Ergonomia:** Nesta etapa busca-se pensar na saúde do usuário, apresentando características do produto para uma fácil utilização;
- **Montagem:** Realiza-se um estudo para que a montagem do equipamento seja o mais entendível possível;
- **Manutenção:** Define as características do equipamento, buscando garantir ao usuário facilidade em uma possível manutenção futura;
- **Custos:** Promove um custo estimado para o produto, após finalizado e com objetivos do projeto cumpridos;
- **Prazos:** Garante prazos para entrega do projeto e produto.

Com base na revisão bibliográfica e na linha mestra, foi elaborada a lista de requisitos, apresentada no Quadro 1, que servirá de referência durante todo o decorrer do projeto, pois nela

constam as informações e requisitos do equipamento. Na parte lateral esquerda do quadro estão os itens citados anteriormente na linha mestra, inseridos no meio os itens característicos que deverão ser observados no seguimento do projeto. As características do produto foram classificadas como: **E – Exigência**, definindo as características que devem ser de cumprimento obrigatório; **D – Desejável**, onde são expostos os requisitos que não são obrigatórios, mas serão buscados de forma desejável.

Quadro 1 - Lista de requisitos guincho elevador de transporte

Lista de Requisitos para o projeto do guincho de elevação e transporte com adaptações para fisioterapia		E/D
1 - Geometria	Altura total com braço levantado: 2000 mm	D
	Altura total com braço paralelo ao solo: 1380 mm	D
	Largura entre os pés fechados de no mínimo: 800 mm	E
	Largura total com os pés abertos: 1500 mm	D
	Comprimento total: 1450 mm	D
2 - Cinemática	Deve promover movimento de elevação linear	E
	Elevação do braço deve ser em velocidade lenta	E
3 - Forças	Peso suportado de no máximo 180 kg	E
4 - Material	Tubos de Aço	E
	Rodizio giratórios com e sem freio	D
	Atuador Linear Elétrico	D
	Ponteiras e rolamentos	D
5 - Segurança	Não ultrapassar velocidade de levante indicada	E
	Não oferecer risco de carga ao paciente	E
	Necessidade de ajuda externa na utilização do equipamento	E
6 - Ergonomia	Deslocamento por rodas giratórias	E
	Cesto e colete de sustentação devem ser fabricantes confiáveis	E
7 - Montagem	Troca de cesto para colete deve ser de fácil montagem	D
	O equipamento deve ser de fácil montagem	D
8 - Operação	Deve ser capaz de operar em hospitais clínicas e residências	E
	Deve ser capaz de operar com a utilização externa de uma esteira	E
9 - Manutenção	Deve ser construído com componentes substituíveis	D
	Assistência técnica ao consumidor	D
10 - Custos	Custo máximo de produto R\$ 5.000,00	D
11 - Projeto	Entrega para junho de 2021	E

Fonte: Autor

3.2 Projeto Conceitual

Após a conclusão da fase de esclarecimento da tarefa, com a determinação dos requisitos e planejamento do projeto, iniciou-se a abstração para a determinação dos problemas principais, para posterior busca por princípios de soluções. Essa etapa é muito importante no decorrer do projeto, pois nela são definidas as características de funcionamento do equipamento.

3.2.1 Abstração e elaboração da função global e estrutura de funções

A função global é a relação entre as entradas e saídas do sistema visando a finalidade principal da realização de determinada tarefa. Segundo Pahl et al. (2005), se a abstração for realizada com precisão, a função global é facilmente identificada. Ela divide-se em cinco principais etapas: na primeira deve-se suprimir as vontades mentalmente; na segunda devem ser considerados somente os requisitos que afetam as funções principais, no terceiro os requisitos são convertidos de qualitativos para quantitativos; no quarto os requisitos ampliados de forma adequada e no quinto deve-se formular o problema de forma neutra quanto a solução. O Quadro 2 apresenta a abstração realizada para o equipamento.

Quadro 2 - Procedimento de abstração

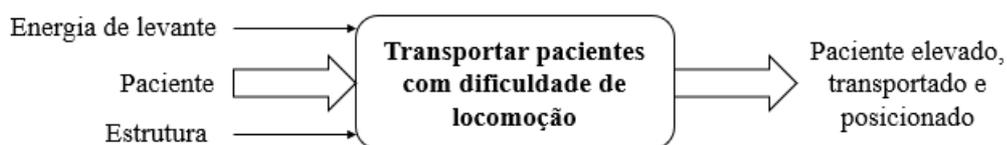
<i>Resultado da 1ª e 2ª etapa</i> <ol style="list-style-type: none">1. Altura com braço na horizontal 1380 mm2. Altura com braço em 45° 2030 mm3. Capacidade de carga para 180 kg4. Largura máxima 1500 mm5. Ângulo de levante 45° com a horizontal
<i>Resultado da 3ª etapa</i> <ol style="list-style-type: none">1. Diferentes tipos de esteira2. Diferentes tipos de atuadores3. Rigidez estrutural
<i>Resultado da 4ª etapa</i> <ol style="list-style-type: none">1. Larguras diferente para o encaixe do equipamento na esteira2. Funcionamento e velocidade de levante precisos
<i>Resultado da 5ª etapa</i> <ol style="list-style-type: none">1. Transportar pacientes com dificuldade de locomoção

Fonte: Autor

A função global é construída a partir dos requisitos do projeto, sendo apresentada através de um diagrama de blocos, neste diagrama estão presentes indicações de energia, material e sinais que entram e saem do sistema. Como segundo passo para o projeto conceitual é realizada a divisão da função global em subfunções de menor complexidade, visando atingir o nível mais baixo de divisão do produto.

No guincho elevador de transporte com adaptações para fisioterapia, a função global consiste em transportar pacientes com dificuldade severa de locomoção, onde as variáveis de entrada são especificadas pela energia que elétrica do motor transformada em força e deslocamento, bem como, a estrutura capaz de suportar o peso do paciente em conjunto com o peso próprio, o usuário será elevado e movimentado conforme a necessidade e a variável de saída será sua locomoção. A Figura 12 ilustra a função global do projeto.

Figura 12 - Função global

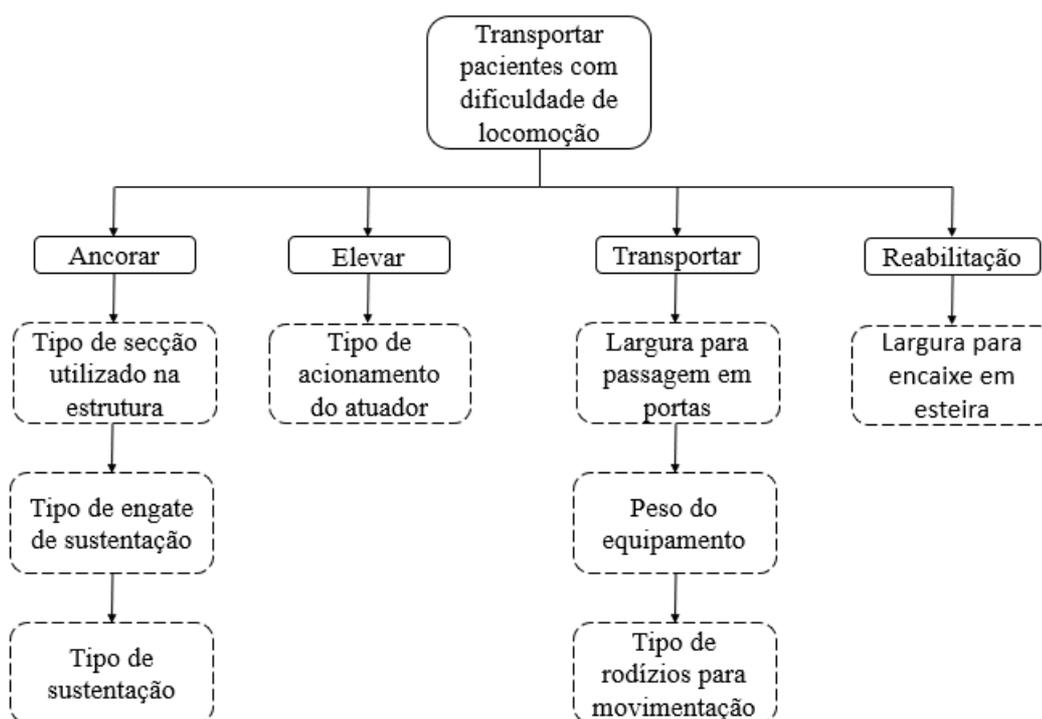


Fonte: Autor

Segundo Pahl et al. (2005), para que seja possível realizar uma busca por princípios de soluções, a função global deve ser desdobrada em subfunções de menor complexidade. Neste caso a análise das funções permitiu dividir o problema em subfunções para auxiliar na busca pela solução.

A utilização do equipamento traz como necessidade o auxílio de um indivíduo na movimentação e ancoragem do usuário, para a função de suporte corporal em treinos de marcha, a presença de um profissional fisioterapeuta torna-se obrigatória, visando a segurança do paciente durante a atividade. A Figura 13 demonstra um fluxograma que apresenta as principais subfunções para auxiliar na busca por soluções no decorrer do projeto.

Figura 13 - Estrutura de funções



Fonte: Autor

3.2.2 Princípios de funcionamento

Analisando o fluxograma é possível perceber que as subfunções criadas se dividem em outras subfunções, de modo que para cada uma delas foram pesquisados no mínimo duas opções que possuem embasamento teórico para oferecer soluções satisfatórias no decorrer da tarefa. A lista com os princípios de funcionamento é composta por oito linhas de itens, conforme a Figura 14, sendo apresentadas ao lado soluções para cada item citado.

As funções secundárias buscam atender soluções particulares de cada subfunção criada, de forma que o projeto possa ser realizado com um entendimento melhor de sua funcionabilidade, visando a busca por soluções. A seguir serão especificadas as subfunções principais e secundárias adotadas para o desenvolvimento do produto.

Ancorar: a subfunção em questão tem como objetivo a ancoragem do paciente no equipamento, visando a segurança e conforto de tal, tanto na locomoção quanto nos treinos de marcha.

Tipo de secção utilizada na estrutura: como solução para esta subfunção foram apresentadas duas opções, uma utilizando tubos de secção quadrada e chapas, e ou contendo tubos redondo e chapas, tais materiais serão peça chave para construção da estrutura do equipamento.

Tipo de engate de sustentação: as alternativas para engate são bem simples. Os engates tem função de suportar os coletes ou cestos de sustentação, o equipamento em questão poderá contar com os dois tipos de engate simultaneamente.

Tipo de sustentação: esta subfunção traz ao equipamento a possibilidade de trabalhar apenas com cestos e coletes, bem como a opção de utilização dos dois tipos de sustentação.

Elevar: a subfunção tem como foco o içamento do paciente no engate através de um atuador linear, proporcionando o suporte corporal, elevação e descenso do usuário.

Tipo de acionamento do atuador: a subfunção em questão apresenta soluções para o mecanismo de levante do equipamento, visando a preocupação de proporcionar ao assistente uma facilidade durante o içamento do paciente, bem como a necessidade de segurança do usuário suspenso.

Transportar: auxilia no transporte de pacientes com dificuldade severa de locomoção, visando o deslocamento por locais destinados para utilização do equipamento, como hospitais e domicílios.

Dimensão para passagem em portas: o produto deve ser projetado visando a preocupação com os locais de sua utilização, dimensões mínimas necessárias para passagem por portas e corredores.

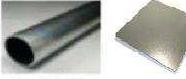
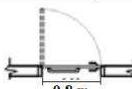
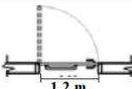
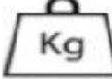
Peso do equipamento: nesta etapa é importante que o equipamento tenha um peso relativamente baixo, possibilitando ao assistente uma facilidade na locomoção do paciente.

Tipo de rodízios para movimentação: as possibilidades para esta subfunções incluem rodízios giratórios, que possam dar ao equipamento uma facilidade de movimentação. Nesta subfunção é necessário observar a segurança e travamento do equipamento para evitar acidentes em sua utilização.

Reabilitação: tal subfunção tem como princípio a utilização do equipamento em conjunto com um profissional fisioterapeuta e uma esteira, buscando auxiliar na recuperação de movimentos dos membros inferiores através dos treinos de marcha.

Largura mínima para encaixe em esteiras: outro fator importante no desenvolvimento das soluções é a obrigatoriedade do encaixe do equipamento em esteiras convencionais, para que a função de treino de marcha com auxílio de esteiras possa ser executada com êxito.

Figura 14 - Matriz de soluções

SUBFUNÇÕES		CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS		
		SOLUÇÕES		
		A	B	C
1	Tipo de secção utilizada na estrutura	 Tubos quadrados e chapas metálicas	 Tubos redondos e chapas metálicas	
2	Tipo de engate para sustentação	 Ambos engates de sustentação	 Engate para o cesto de sustentação	 Engate para o colete de sustentação
3	Dimensões necessárias para passagem em portas	 0,8 m Passagens secundárias	 1,2 m Passagens principais	
4	Largura mínima para encaixe em esteiras	 54 cm Esteira convencional	 80 cm Esteira larga	
5	Tipo de sustentação	 Colete e cesto	 Cesto de sustentação	 Colete de sustentação
6	Peso do equipamento	 Materiais de fabricação leves	 Componentes de baixa espessura	
7	Rodízios para facilidade na movimentação	 Rodízios giratório com freio	 Rodízio giratório sem freio	
8	Tipo de acionamento do atuador	 Atuador linear elétrico	 Atuador linear à manivela	

Fonte: Autor

Em seguida como próximo passo buscou-se realizar as possíveis combinações, analisando e atendendo os requisitos da função global, bem como pensando em uma facilidade de fabricação.

Algumas soluções apresentadas na Figura 14 foram descartadas, pois não apresentam uma grande eficiência para construção e utilização do produto. Os engates e sustentação apenas para coletes ou cestos representados nas colunas 2B e 3C, bem como nas colunas 5B e 5C foram descartados, pois proporcionam ao equipamento a possibilidade de trabalhar com uma única função, ocasionando na perda da função global do produto que deve executar duas funções diferentes.

A solução que prevê a passagem do equipamento por portas de 1,2 m foi descartada, pois o equipamento deverá ser utilizado em locais que adotam portas com 0,80 m de largura. A opção da coluna 4B foi descartada também, pois se adotada o equipamento terá uma largura mínima maior que a largura de passagens por portas.

Os componentes de baixa espessura dados como solução para o peso do equipamento na coluna 6B também foi descartado do projeto devido sua baixa resistência estrutural. A opção

representada na coluna 7B que prevê a utilização de rodízios giratórios sem freio, foi retirada do projeto devido sua instabilidade e falta de segurança na utilização.

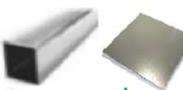
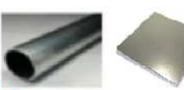
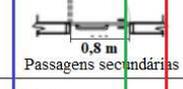
Após os descartes de algumas soluções foram realizadas quatro combinações, sendo elas variadas conforme o tipo de secção utilizado, além do tipo de acionamento do sistema de levante do equipamento. A Figura 15 apresenta todas as combinações realizadas. As variantes de soluções também são mostradas no Quadro 3 para facilitar a compreensão e organização das soluções encontradas.

Quadro 3 - Combinação dos princípios de solução

Variantes	Princípio de Soluções							
	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A
V1	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A
V2	1 B	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 A
V3	1 A	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 B
V4	1 B	2 A	3 A	4 A	5 A	6 A	7 A	8 B

Fonte: Autor

Figura 15 - Lista de concepção com variantes de solução

SUBFUNÇÕES		CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS		
		SOLUÇÕES		
		A	B	C
1	Tipo de secção utilizada na estrutura	 Tubos quadrados e chapas metálicas	 Tubos redondos e chapas metálicas	
2	Tipo de engate para sustentação	 Ambos engates de sustentação		
3	Dimensões necessárias para passagem em portas	 0,8 m Passagens secundárias		
4	Largura mínima para encaixe em esteiras	 54 cm Esteira convencional		
5	Tipo de sustentação	 Colete e cesto		
6	Peso do equipamento	 Kg Materiais de fabricação leves		
7	Rodízios para facilidade na movimentação	 Rodízio giratório com freio		
8	Tipo de acionamento do atuador	 Atuador linear elétrico	 Atuador linear à manivela	
		V1	V2	V3 V4

Fonte: Autor

Para encontrar a concepção final, é necessário que as concepções de menor importância sejam eliminadas nesta fase. A determinação da variante que será utilizada é definida através de uma lista de seleção que segue representada no Quadro 4, onde os sinais positivos e negativos representam aceitação e rejeição respectivamente. A análise das concepções é feita a partir de critérios específicos como:

- Satisfaz a lista de requisitos;
- Fácil montagem e fabricação;
- Custo de fabricação aceitável;
- Em princípio realizável;
- Estética e harmonização.

Quadro 4 - Lista de seleção das variantes de solução

Tabela de seleção das variáveis de solução						
Variantes	Satisfaz a lista de requisitos					
	Fácil montagem e fabricação					
	Custo de fabricação aceitável					
	Em princípio realizável					
	Estética e harmonização					
	Resultado	Observações				
V1	+	+	+	+	+	V1 segue para próxima etapa
V2	+	-	-	+	+	
V3	+	+	+	+	-	
V4	+	-	+	+	-	

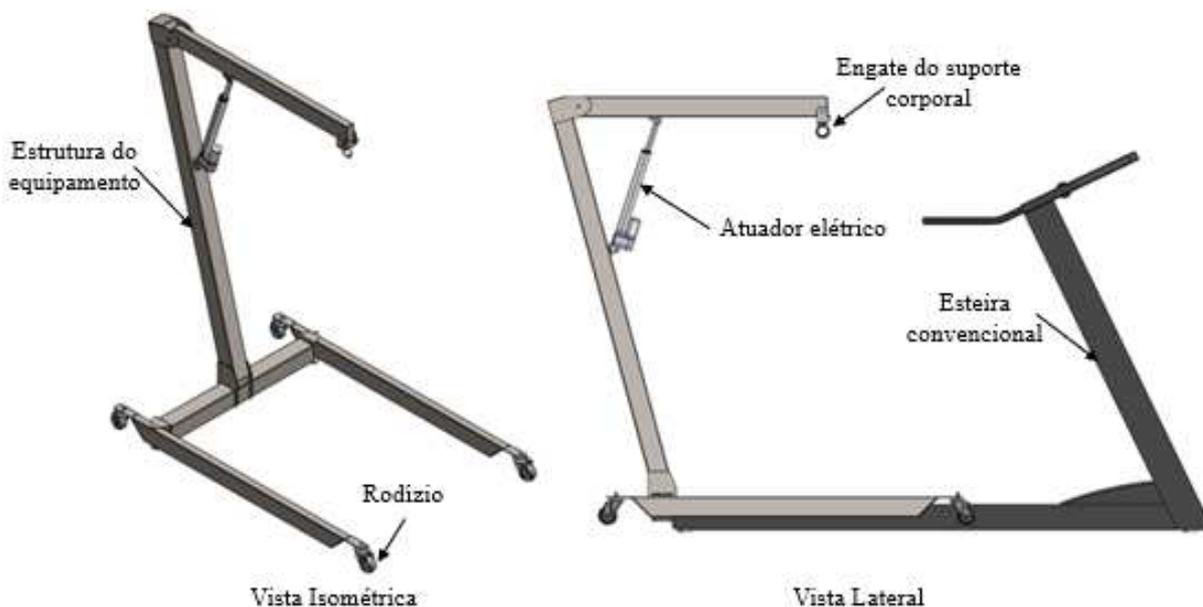
Fonte: Autor

Após a análise qualitativa, obteve-se a variante V1 como capaz de atender todos os critérios de seleção observados no Quadro 4. Sendo assim a concepção do equipamento será realizada pela variante V1 que seguirá para a próxima etapa do projeto.

Observando a variante V1 na Figura 15 é possível visualizar o equipamento foi composto de tubos quadrados e chapas para confecção de sua estrutura, engates para ambos os tipos de sustentação, sendo possível o encaixe tanto do cesto para içamento e locomoção do pacientes, quanto do colete suporte corporal em treinos de marcha, também foi construído com a preocupação dimensional para passagem em portas e encaixe em esteiras convencionais, materiais com espessuras baixas para assim tornar o equipamento mais leve, rodízios com freio para garantir a segurança e a fixação do equipamento quando estiver sendo utilizado nos treinos de marcha e atuador elétrico visando uma facilidade na utilização do equipamento pelo auxiliar do paciente. Com isso, o conjunto segue para a próxima etapa onde é elaborado o projeto do produto.

Com a aplicação do método de projeto foi confeccionado um modelo preliminar em 3D do equipamento, sendo ele resultado da segunda fase de desenvolvimento de produto sugerida por Pahl et al. (2005). A Figura 16 ilustra o modelo do conceito através de uma vista isométrica e uma vista lateral do equipamento partindo de suas funções globais.

Figura 16 - Modelo preliminar do produto



Fonte: Autor

3.3 Fase 3: Projeto definitivo do produto

Com o embasamento teórico e o conceito do produto já especificado, pode-se dar início ao projeto final, onde são realizadas as etapas três e quatro dos métodos de desenvolvimento de produto sugerido por Pahl et al. (2005), onde são obtidos o detalhamento e dimensionamento do equipamento, visando agregar um melhor entendimento do produto para facilitar na fabricação e montagem do mesmo.

3.3.1 Desenho definitivo do equipamento

Para a construção do guincho elevador de transporte com adaptações para fisioterapia, foi elaborado um desenho em 3D, levando em considerações as dimensões de modelos existentes no mercado, porém visando algumas exigências que são particularidades do projeto, a geometria do equipamento, bem como a distância de abertura dos pés, foram dimensionadas visando as distâncias de passagens em portas e encaixe em esteiras convencionais como visto na Figura 15.

Os componentes inseridos no projeto foram diversos, e fazem parte das adaptações necessárias para exercer a função global expressa pela Figura 12, sendo possível o mesmo equipamento realizar duas funções diferentes, auxiliando tanto no içamento completo para locomoção de pacientes, quanto na recuperação da marcha através de treinos em esteira.

A Figura 17 apresenta um esboço 3D definitivo do equipamento e seus respectivos componentes pensados pra suprir as alterações necessárias que estão associados com as soluções propostas para cada subfunção determinada, visando atender a dupla função desejada para o equipamento.

Figura 17 - Esboço 3D do equipamento com seus respectivos componentes



Fonte: Autor

Analisando a Figura 17, é possível perceber algumas alterações realizadas no equipamento em questão em relação aos equipamentos já existentes no mercado vistos anteriormente nas Figuras 6 e Figura 7. Tais alterações tornaram-se necessárias visando suprir os requisitos adotados para o projeto juntamente com as soluções propostas para cada subfunção existente desenvolvida. A seguir serão especificadas individualmente cada uma das alterações propostas.

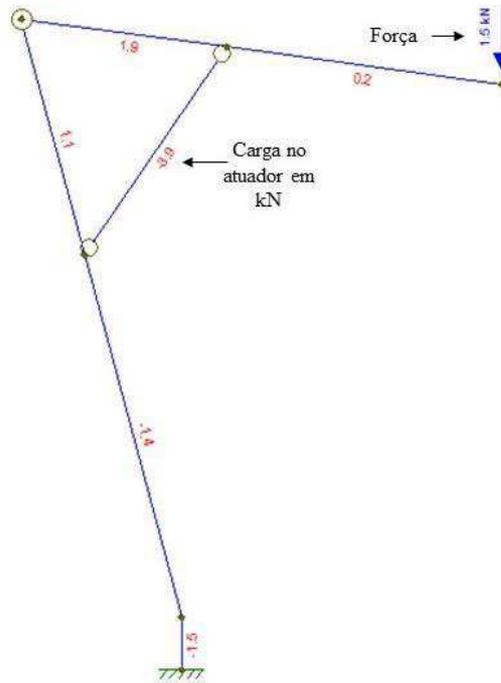
3.3.2 Atuador elétrico

A escolha da utilização de um atuador elétrico como mecanismo de levante fez por necessária devido sua praticidade, facilidade de encontrar no mercado e segurança, bem como, visando proporcionar ao equipamento menor dificuldade de utilização e manipulação em relação a outros mecanismos existentes. Após um esboço definitivo do produto, tendo as distancias e exata localização e movimento do atuador no equipamento foi realizado uma simulação em um *software* de cálculos, buscando um dimensionamento do atuador para o sistema.

A simulação em questão visa dimensionar a carga máxima que o sistema oferece ao atuador durante a utilização do equipamento em posições básicas para o içamento de um paciente com peso de até 150 kg, conforme estabelecido na lista de requisitos do projeto. Para a realização de cálculos no *software*, foram elaboradas três posições principais possível durante o levante do braço do equipamento, sendo elas, posição inicial, intermediária e final. Buscando determinar a carga máxima para a escolha de um atuador correto, e conseqüentemente determinando a posição de esforço crítico, ou seja, em que posição o atuador terá que suportar

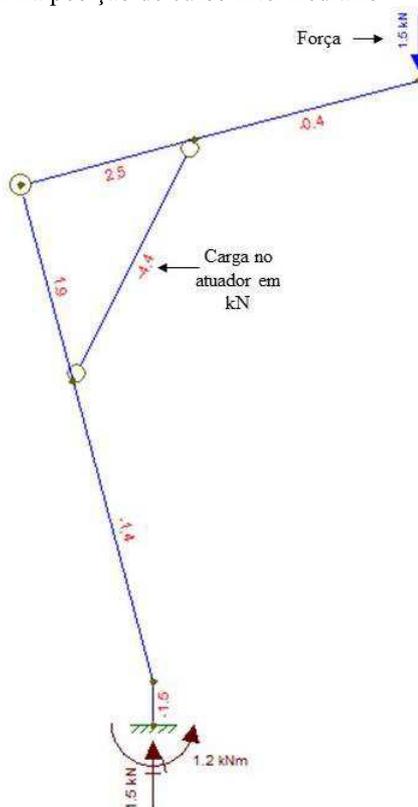
a maior carga oferecida pelo sistema. A Figuras 18, Figura 19 e Figura 20 apresentam o dimensionamento do atuador realizado no *software* de dimensionamento sendo expresso as cargas correspondentes a cada posição simulada.

Figura 18 – Carga máxima no atuador na posição de curso inicial



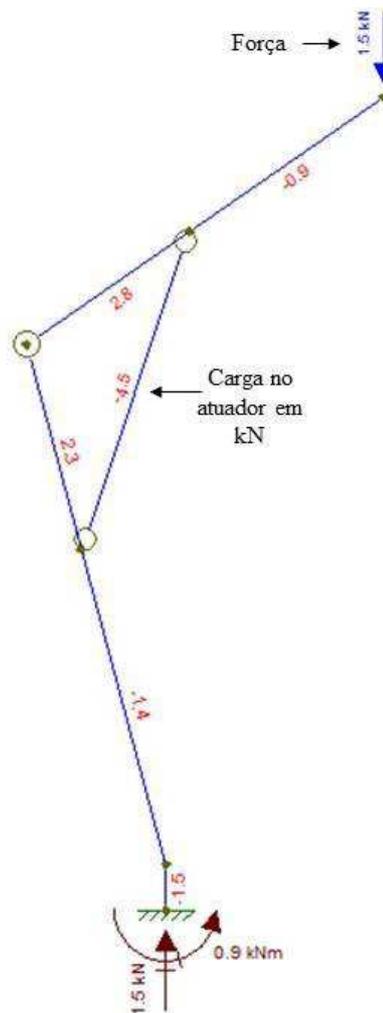
Fonte: Autor

Figura 19 – Carga máxima no atuador na posição de curso intermediário



Fonte: Autor

Figura 20 - Carga máxima no atuador na posição de curso final



Fonte: Autor

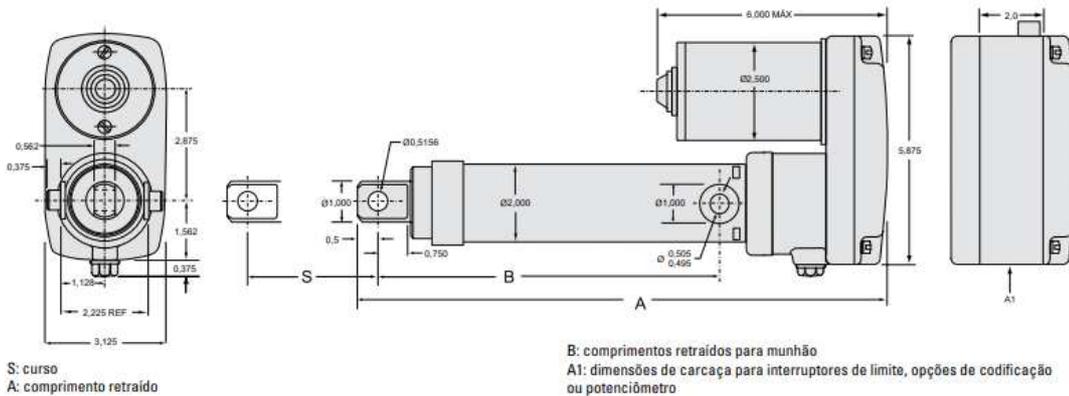
Com as simulações para análises de esforços normais foi possível chegar a um resultado para determinar a carga máxima na posição mais crítica de trabalho, sendo ela representada pela Figura 20, que corresponde a posição final do curso do guincho durante o ancoragem do paciente. Tal posição foi considerada crítica, pois nela o atuador terá de suportar a carga de maior valor. O valor calculado para a capacidade do atuador nessa posição foi de 4,5 kN, sendo possível então utilizar de catálogos determinar o atuador correto para o equipamento.

Durante a escolha do atuador correto a ser utilizado no equipamento alguns fatores além da carga máxima suportada foram levados em consideração, como, o tamanho do atuador, o tipo engate, e principalmente o curso disponível. Levando todas essas informações em consideração a Figura 21 apresenta o modelo de atuador catalogado escolhido para o equipamento.

Figura 21 - Detalhes do atuador escolhido para o equipamento

Electrak PPA-DC

12, 24, 36 e 90 Vcc - cargas de até 1.500 lbf



Curso (S)	[polegada]	4	8	12	18	24	36
Comprimento retraído (A) sem opções	[polegada]	13,7	17,7	21,7	29,7	35,7	47,7
Comprimento retraído (A) com interruptor de limite, codificador ou potenciômetro	[polegada]	15,7	19,7	23,7	31,7	37,7	49,7
Comprimentos retraídos para munhão (B)	[polegada]	8,8	12,8	16,8	24,8	30,8	42,8
Peso	[lb]	10	11,6	13,3	15,9	18,5	23,8
Peso adicional para interruptores de limite, codificador ou potenciômetro	[lb]	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

Fonte: Thomson (2013)

Visando a segurança na utilização do equipamento o atuador escolhido corresponde a uma carga de 1500 lbf, ou seja, em torno de 6,7 kN. Com a carga mínima necessária para o içamento do paciente na posição crítica de esforço, e a carga máxima suportada pelo atuador, foi possível utilizar a Equação 1 para estabelecer um coeficiente de segurança de valor adimensional de 1,40, sendo esse um valor desejável para o projeto.

$$\gamma = \frac{C. \text{máx.}}{C. \text{mín.}} \quad (1)$$

Onde:

γ = Coeficiente de segurança (adimensional);

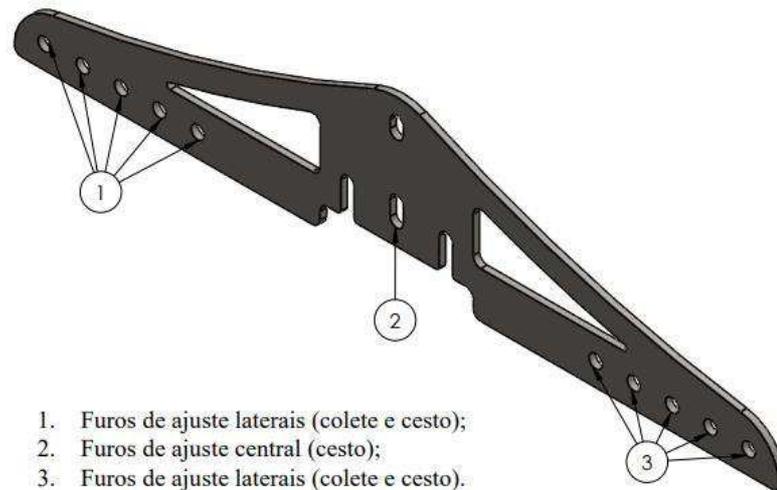
C. máx. = Carga máxima suportada pelo atuador (kN);

C. sist. = Carga do mínima necessária para içamento na posição crítica (kN).

3.3.3 Engate de sustentação

O engate de sustentação foi parte fundamental do projeto, pois é responsável pela sustentação tanto do cesto utilizado para transporte e locomoção dos pacientes, quanto do colete que fara a ancoragem durante o treinamento para recuperação da marcha. Dessa maneira fez por necessário pensar em uma solução para que os dois tipos de suporte fossem de fácil montagem e troca. A Figura 22 representa a chapa desenvolvida para engate tanto do cesto quanto do colete de sustentação. Sendo o cesto fixado tri apoiado, utilizando dois furos laterais e um furo central para sua fixação, e o colete bi apoiado, necessitando de apenas dois furos laterais no seu engate.

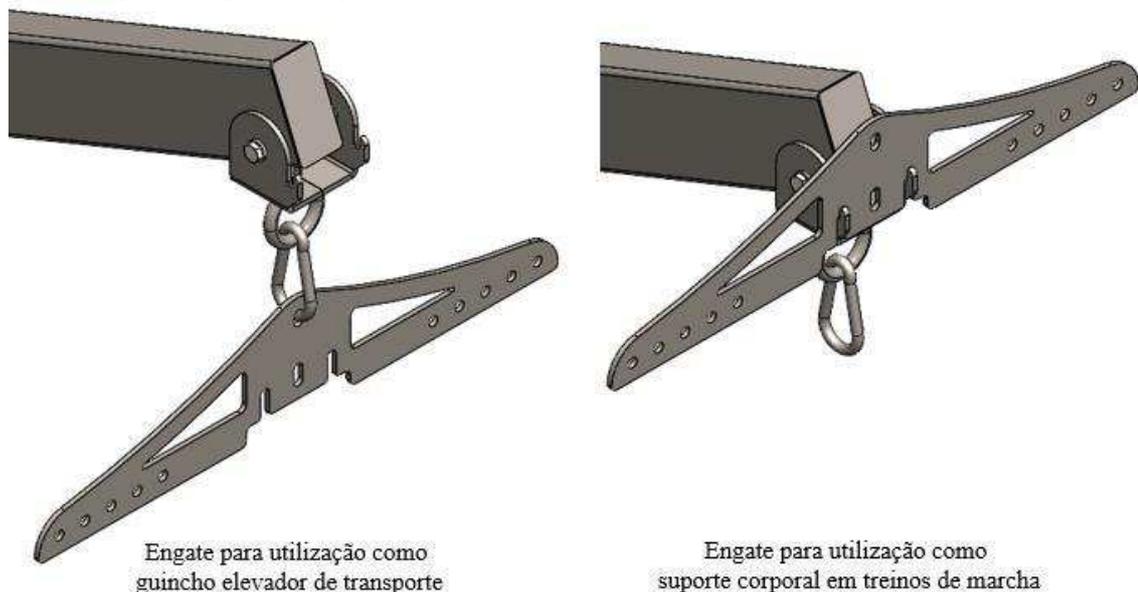
Figura 22 - Engate suporte cesto e colete



Fonte: Autor

Durante a utilização do equipamento no treino de marcha diferentemente do cesto, o colete deve estar o mais estável possível, possibilitando ao paciente uma maior segurança e confiança na marcha e coordenação motora. Visando tal estabilidade e buscando minimizar o movimento de giro durante a utilização do produto nos treinos de marcha, o engate conta com dois tipos de fixação no braço do equipamento apresentados na Figura 23, sendo a imagem da esquerda responsável pelo engate do sistema para uso do equipamento como guincho elevador de transporte e a imagem da direita para engate na utilização nos treinos de marcha, travando o engate em direções de giro, minimizando a rotação do paciente durante os treinos, proporcionando maior estabilidade.

Figura 23 - Tipos de engate da chapa de sustentação



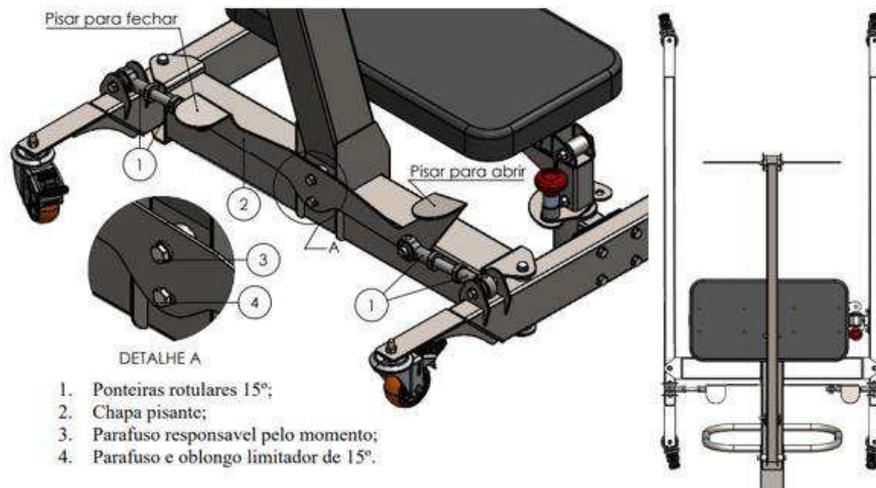
Fonte: Autor

3.3.4 Sistema de abertura dos pés

O sistema de abertura dos pés foi desenvolvido para o equipamento visando possibilitar o encaixe de tal em esteiras convencionais, bem como, garantir sua passagem por portas e locais onde o produto será utilizado.

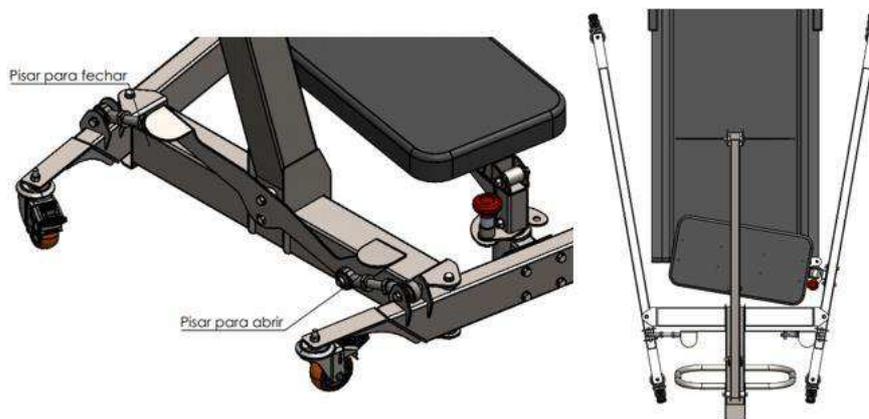
Devido à largura obrigatória para passagem do equipamento por portas convencionais ser menor que a necessária para o encaixe do equipamento em uma esteira comum, tornou-se necessário desenvolver um mecanismo que possibilite a abertura dos pés do produto, facilitando sua entrada na esteira. Sendo assim, na construção do sistema foram utilizados componentes mecânicos visando melhorar o máximo possível a utilização do produto. O sistema permite ao auxiliar do paciente abrir os pés em um ângulo de até 15°, sem precisar de muitos esforços como utilizar de manivelas ou abaixar-se. Como pode ser visto nas Figuras 24 e Figura 25, apenas pisando na chapa o auxiliar consegue mover os pontos de giro, possibilitando a abertura e o fechamento através do momento gerado na ponta rotular presa nos pés do equipamento, sendo ela responsável por empurrar o tubo dos pés permitindo o seu fechamento, e aproximá-los ocasionando na abertura.

Figura 24 - Sistema de abertura dos pés (fechados)



Fonte: Autor

Figura 25 - Sistema de abertura dos pés (abertos)



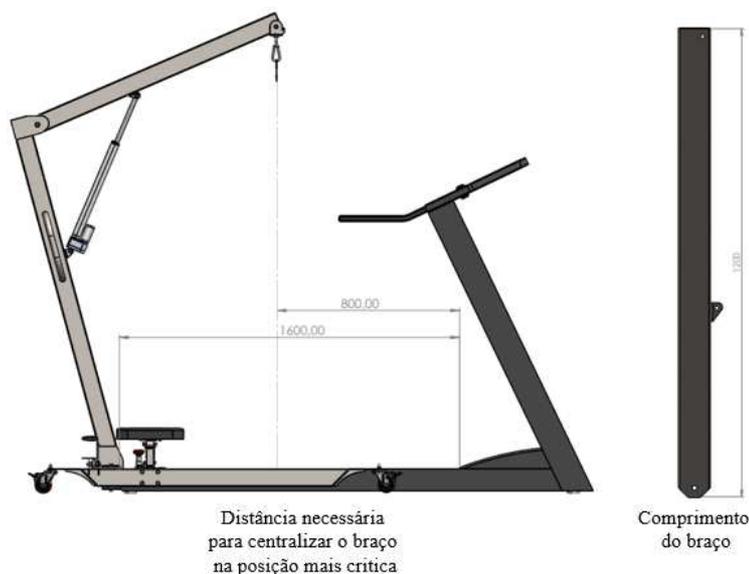
Fonte: Autor

3.3.5 Braço de ancoragem

Para o braço de ancoragem foram necessárias modificações em relações aos guinchos elevadores de transporte convencionais encontrados no mercado. A necessidade de o equipamento trabalhar como suporte corporal durante os treinos de marcha guiados por uma esteira, trouxe consigo um aumento no comprimento do braço, visando suprir uma distância de segurança para o paciente.

Na utilização do equipamento nos treinos de marcha, o posicionamento do paciente no centro da esteira é de fundamental importância, proporcionando a tal a estabilidade e confiança de segurar nos guarda-corpos da própria esteira, bem como, ocasionando em uma maior segurança visto que o usuário do equipamento não se encontrará próximo a beirada da esteira durante os treinos. A Figura 26 apresenta o comprimento mínimo que o braço deve ter na posição de ancoragem mais crítica, buscando sempre o seu posicionamento no centro da esteira.

Figura 26 - Distância necessária para centralizar o braço na esteira



Fonte: Autor

3.4 Banco fisioterapeuta

O banco para fisioterapia ou auxiliares do paciente é um componente muito atrativo do equipamento. Durante a pesquisa na revisão bibliográfica notou-se que os equipamentos existentes no mercado não possuem esse componente agregado, ocasionando muitas vezes em fisioterapeutas sentados em posições improvisadas na própria esteira, ou utilizando de bancos externos para sentar enquanto auxiliam o paciente nos treinos de marcha. A Figura 27 apresenta uma imagem de profissionais guiando treinos de marcha com o suporte corporal, sentados de forma pouco ergonômica e improvisada.

Figura 27 - Auxílio fisioterapeuta nos treinos de marcha com bancos improvisados

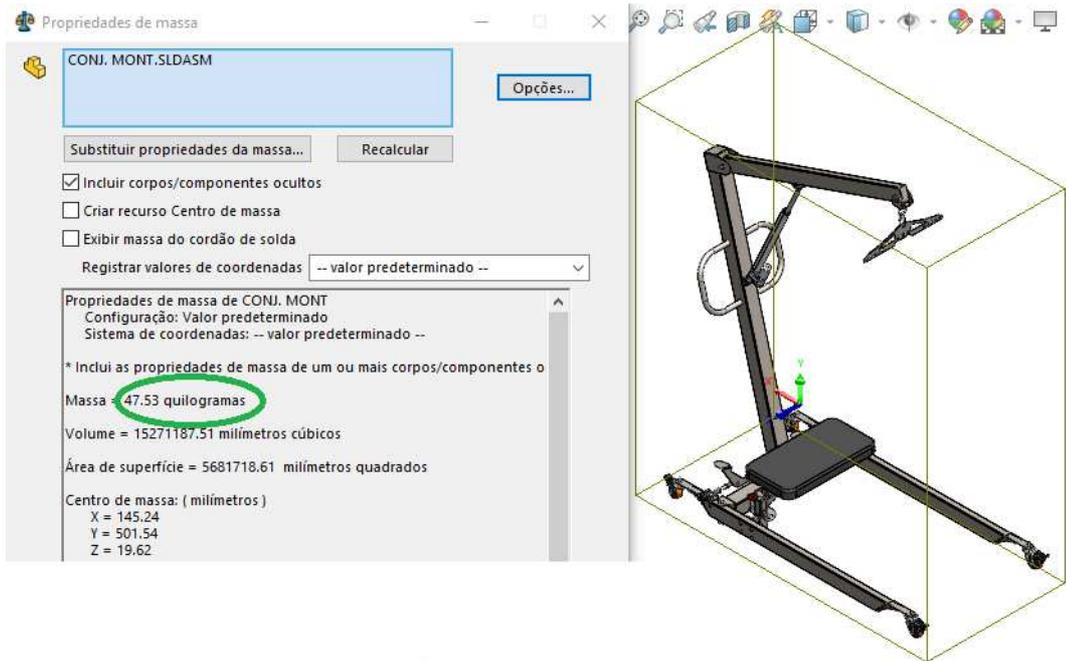


Fonte: Cinesiareabilita (2021)

3.4.1 Rodízios com freio para trava

Uma das preocupações pertinentes do projeto foi a fixação do equipamento na esteira para utilização do produto como assistente nos treinos de marcha. Para isso foram escolhidos rodízios catalogados com freio, visando suportar a carga máxima do equipamento, bem como, possibilitar ao produto uma maior estabilidade e fixação, evitando seu desliz e instabilidade durante os treinos, ocasionando em uma maior segurança e confiabilidade do paciente. A Figura 30 ilustra o peso total do equipamento, que somado com a carga do paciente de até 150 kg formaram o peso total que os rodízios suportam.

Figura 30 - Peso do equipamento em Kg



Fonte: Autor

Conhecendo o peso do equipamento e a carga máxima estabelecida de 150 kg para o paciente na utilização do produto, visando segurança e garantindo que os rodízios suportarão o peso do equipamento em conjunto com o paciente, utilizou-se a Equação 2 para estabelecer a carga mínima que cada rodízio deverá suportar. A partir de tal equação chegou-se a um valor aproximado de 50 kg para cada rodízio, deste modo utilizou-se o catálogo representado pela Figura 31 para determinar o modelo de rodízio de melhor viabilidade para o projeto.

$$R = \frac{P + C}{n} \quad (2)$$

Onde:

R = Carga mínima que cada rodízio deve suportar (kg);

P = Peso do equipamento sem o paciente (kg);

C = Peso máximo estipulado para o paciente (kg);

n = Número de rodízios para o equipamento.

Figura 31 - Rodízio escolhido catálogo Schioppa

L12
UP - POLIURETANO TERMOPLÁSTICO
Capacidade até 165kg

Garfo fabricado em chapa estampada e cabeçote com dupla pista de esferas, acabamento zincado. Eixo da roda parafusado.

RODA UP - Poliuretano Termoplástico. Dureza: 90 Shore A. (-20°C a 470°C). Produzida com revestimento em poliuretano termoplástico elastollan e núcleo em polipropileno copolímero recicláveis. Ideal para quem procura excelente capacidade de carga aliada a uma ótima proteção do piso com baixo ruído no deslocamento, proporciona excelente resistência a abrasão e impactos. Resistente a graxas, óleos minerais e alguns ácidos. A velocidade de trabalho indicada é até 4 km/h.

Radizão Gratuito	Radizão fixo	Roda	(mm)	(mm)	(gols)	Furo Passante s/ Calota	KG	(mm)	s/ freio (mm)	c/ freio 5 (mm)	c/ freio SL (mm)
GL 312 UP	FL 312 UP	R 312 UP				Furo Passante s/ Calota					
GL 312 UPN	FL 312 UPN	R 312 UPN	75			Furo Passante c/ Calota	80	103	71		

Fonte: Schioppa (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto. Assim apresentando o guincho elevador de transporte com adaptações para fisioterapia em sua forma final, utilizando o modelo 3D para gerar vistas isométricas, explodidas, e detalhes que buscam auxiliar na percepção e entendimento do projeto, bem como contribuir na montagem final do equipamento, visando diminuir os erros de execução na construção do produto. A Figura 32 mostra uma imagem renderizada do equipamento em sua forma final.

Figura 32 - Modelamento 3D renderizado do equipamento



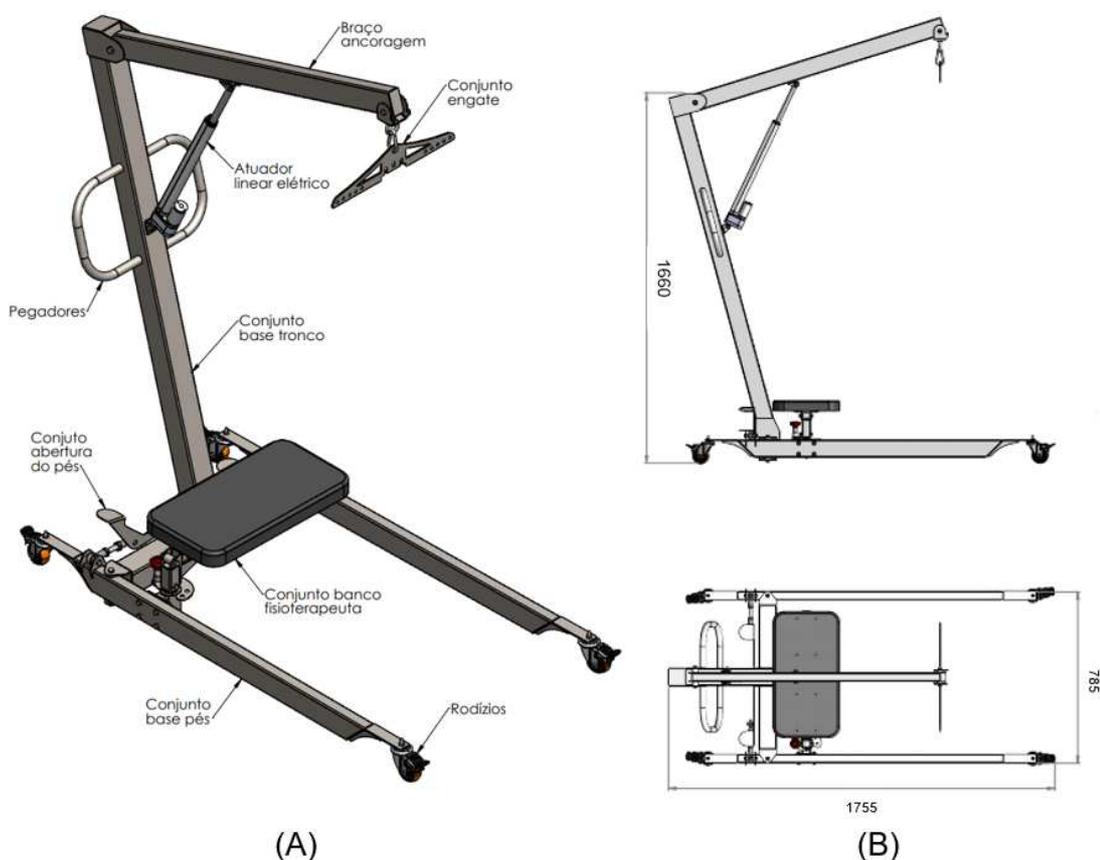
Fonte: Autor

4.1 Fase 4: Detalhamento do projeto

Como visto na revisão bibliográfica, a fase 4 é composta pelo detalhamento do projeto, apresentando o produto final de forma detalhada e desenvolvida pensando no melhor entendimento e fabricação do equipamento, sendo assim a última etapa para a finalização do projeto.

O modelo tridimensional do equipamento representado pela Figura 33 apresenta o produto e seus respectivos conjuntos e componentes. O modelo é composto por diversos conjuntos desenvolvidos especificamente para suprir a necessidade do equipamento de realizar duas funções distintas, sendo as partes projetadas para dar praticidade e facilidade na utilização do equipamento, como o sistema de abertura dos pés, além dos componentes desenvolvidos exclusivamente para o projeto, como bancos para fisioterapeuta e o engate para trabalhar tanto com cestos quanto com coletes de sustentação.

Figura 33 - Conjuntos e geometria do equipamento



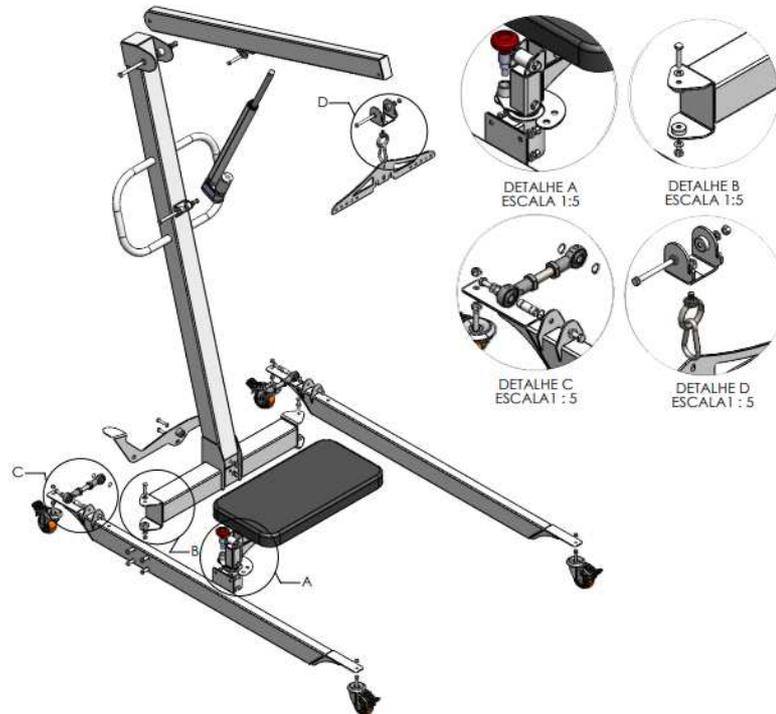
Fonte: Autor

Demonstrado pela vista (A) está uma isométrica do equipamento, como todos os principais componentes classificados, possibilitando uma percepção melhor dos conjuntos e peças que formam o produto. Já no lado (B) encontra-se a uma vista lateral e uma superior do equipamento, visando um melhor entendimento das geometrias e dimensões principais do guincho elevador de transporte.

Para facilitar a montagem e visualização do equipamento, foi desenvolvida uma vista auxiliar explodida representada pela Figura 34 e o Anexo 1. Tal desenho apresenta de maneira clara a montagem final do equipamento, utilizando o auxílio de vista de detalhe visando proporcionar um melhor entendimento dos conjuntos soldados, montados, peças e elementos

de fixação que constituem o equipamento. A desenhos detalhados é responsável pela montagem final do produto, sendo possível através dela a construção do protótipo de forma organizada de modo que todos os componentes necessários para confecção do equipamento sejam utilizados, evitando erros no produto final.

Figura 34 - Vista isométrica explodida do equipamento



Fonte: Autor

4.2 Avaliação de custos e viabilidade

A apuração de custos é um dos principais fatores que determina a viabilidade de um projeto novo. O custo de fabricação de qualquer produto, especialmente um projeto novo, deve sustentar a justificativa de sua confecção.

No projeto do guincho elevador de transporte com adaptações para fisioterapia existem diversos fatores que estão ligados diretamente ao custo de fabricação do equipamento, como materiais escolhidos para fabricação, qualidade do produto, segurança e principalmente alterações que permitiram diferentes funções ao mesmo equipamento.

Como visto nos capítulos anteriores, um dos principais objetivos do projeto se deu pela construção de um guincho elevador de transporte, buscando melhorias e alterações que possibilitassem ao equipamento o trabalho no içamento para locomoção e também nos treinos de marcha através de suporte corporal. Tais fatores ocasionaram em mudanças em relação a equipamentos já existentes no mercado, agregando ao produto novos componentes e uma quantidade maior de peças.

Para ser possível obter uma estimativa do valor aproximado de fabricação do produto, foi desenvolvida uma análise de custos que por sua vez baseou-se no custo dos componentes que compõem o equipamento, como materiais para construção, peças usinadas, além dos componentes padronizados que são possíveis de encontrar no mercado como elementos de fixação, atuadores elétricos, rodízios, cestos e coletes de sustentação. O Quadro 5 esclarece a análise de custos para a fabricação do equipamento

Quadro 5 - Análise de custos para fabricação

Custo aproximado de fabricação do produto					
	Código	Descrição	Custo (Uni.)	Qtd.	Custo
Chapas	CH1001	Chapa ligação pés e base	R\$ 460,00	2	R\$ 22,08
	CH1002	Chapa ligação base tronco	R\$ 194,00	2	R\$ 9,31
	CH1003	Chapa fixação atuador	R\$ 138,00	1	R\$ 3,31
	CH1004	Chapa ligação tronco braço	R\$ 204,00	2	R\$ 9,79
	CH1005	Chapa tampa tronco	R\$ 100,00	1	R\$ 2,40
	CH1006	Chapa ligação atuador braço	R\$ 83,00	1	R\$ 1,99
	CH1007	Chapa tampa braço	R\$ 50,00	1	R\$ 1,20
	CH1008	Chapa ligação rodízios e pés traseira	R\$ 305,00	2	R\$ 14,64
	CH1009	Chapa ligação rodízios e pés dianteira	R\$ 305,00	2	R\$ 14,64
	CH1010	Chapa mão francesa rodízio	R\$ 50,00	8	R\$ 9,60
	CH1011	Chapa fixação engate direita	R\$ 171,00	1	R\$ 4,10
	CH1012	Chapa fixação engate esquerda	R\$ 171,00	1	R\$ 4,10
	CH1013	Chapa pisante de giro	R\$ 826,00	1	R\$ 19,82
	CH1014	Chapa engate	R\$ 771,00	1	R\$ 18,50
	CH1015	Chapa fixação banco	R\$ 185,00	1	R\$ 4,44
	CH1016	Chapa posição banco	R\$ 150,00	1	R\$ 3,60
	CH1017	Chapa pino de posição banco	R\$ 50,00	1	R\$ 1,20
	CH1018	Chapa mão francesa banco	R\$ 270,00	1	R\$ 6,48
	CH1019	Chapa dobradiça banco superior	R\$ 97,00	1	R\$ 2,33
	CH1020	Chapa dobradiça banco inferior	R\$ 76,00	1	R\$ 1,82
	CH1021	Chapa fixação estofados banco direita	R\$ 48,00	4	R\$ 4,61
	CH1022	Chapa fixação estofados banco esquerda	R\$ 48,00	4	R\$ 4,61
	CH1023	Chapa fixação rolamentos banco	R\$ 32,00	1	R\$ 0,77
	CH1024	Chapa tampa tubo banco	R\$ 37,00	1	R\$ 0,89
	CH1025	Chapa fixação mão francesa banco	R\$ 338,00	1	R\$ 8,11
	CH1026	Chapa fixação ponteiras pés	R\$ 48,00	4	R\$ 4,61
Tubos	TB1001	Tubo base horizontal 650mm 80x80-2	R\$ 45,39	1	R\$ 45,39
	TB1002	Tubo tronco 1600mm 80x80-2	R\$ 111,73	1	R\$ 111,73
	TB1003	Tubo red. Pegadores 500mm 25,4-2	R\$ 23,00	2	R\$ 5,42
	TB1004	Tubo braço ancoragem 1200mm 40x80-2	R\$ 63,00	1	R\$ 63,00
	TB1005	Tubo pés sistema 1200mm 40x80-2	R\$ 63,00	2	R\$ 63,00
	TB1006	Tubo fixação banco 20mm 80x40-2	R\$ 1,05	1	R\$ 1,05
	TB1007	Tubo base apoio banco 575mm 40x40-2	R\$ 23,00	1	R\$ 23,00
	TB1008	Tubo vertical bancos 80mm 40x40-2	R\$ 3,20	1	R\$ 3,20
	TB1009	Tubo vertical tronco 40mm 80x80-2	R\$ 2,79	1	R\$ 1,60

Quadro 5 - Análise de custos de fabricação (continuação)

Usinados	US1001	Bucha fixação braço 20mm	R\$ 0,92	2	R\$ 4,28
	US1002	Bucha fixação atuador inf. 15mm	R\$ 0,39	2	R\$ 1,83
	US1003	Bucha fixação pés	R\$ 0,46	6	R\$ 2,38
	US1004	Bucha atuador superior	R\$ 0,21	2	R\$ 1,17
	US1005	Bucha fixação chapa abertura dos pés	R\$ 0,87	1	R\$ 4,23
	US1006	Pino chapa giro ponteira	R\$ 0,90	2	R\$ 2,82
	US1007	Base Bancos	R\$ 3,78	1	R\$ 64,74
	US1008	Eixo bancos	R\$ 10,02	1	R\$ 38,82
	US1009	Bucha bancos superior	R\$ 1,56	1	R\$ 7,32
	US1010	Bucha indexador banco	R\$ 0,92	1	R\$ 2,84
	US1011	Pino fixação ponteira pés	R\$ 1,01	2	R\$ 2,93
Componentes	CP1001	Rodízio 312 GLBP	R\$ 83,01	4	R\$ 332,04
	CP1002	Atuador elétrico linear PPA-DC	R\$ 549,99	1	R\$ 549,00
	CP1003	Ponteira Rotular M14	R\$ 27,90	4	R\$ 111,60
	CP1004	Barra roscada M14 25 mm	R\$ 1,87	2	R\$ 3,74
	CP1005	Olhal M10	R\$ 39,28	1	R\$ 39,28
	CP1006	Anel elástico externo 14 mm	R\$ 0,29	8	R\$ 2,32
	CP1007	Pino indexador	R\$ 29,35	1	R\$ 29,35
	CP1008	Mosquetão M10	R\$ 3,93	1	R\$ 3,93
	CP1009	Madeira banco	R\$ 24,00	1	R\$ 24,00
	CP1010	Estofado Banco	R\$ 24,00	1	R\$ 24,00
	CP1011	Porca garra M5	R\$ 0,53	8	R\$ 4,24
	CP1012	Arruela M8	R\$ 0,53	33	R\$ 17,49
	CP1013	Arruela M10	R\$ 0,98	2	R\$ 1,96
	CP1014	Porca M8	R\$ 0,17	22	R\$ 3,74
	CP1015	Porca M10	R\$ 0,45	1	R\$ 0,45
	CP1016	Parafuso cabeça chata M5 12 mm	R\$ 0,89	8	R\$ 7,12
	CP1017	Parafuso cabeça chata M5 20 mm	R\$ 1,13	1	R\$ 1,13
	CP1018	Parafuso M8 15 mm	R\$ 0,98	4	R\$ 3,92
	CP1019	Parafuso M8 40 mm	R\$ 1,29	4	R\$ 5,16
	CP1020	Parafuso M8 55 mm	R\$ 1,31	6	R\$ 7,86
	CP1021	Parafuso M8 60 mm	R\$ 1,35	1	R\$ 1,35
	CP1022	Parafuso M8 75 mm	R\$ 1,77	1	R\$ 1,77
	CP1023	Parafuso M8 85 mm	R\$ 2,17	1	R\$ 2,17
	CP1024	Parafuso M8 115 mm	R\$ 2,50	2	R\$ 5,00
	CP1025	Parafuso M8 125 mm	R\$ 2,70	2	R\$ 5,40
	CP1026	Parafuso M10 100 mm	R\$ 3,54	1	R\$ 3,54
	6905	Rolamento esfera 15 mm	R\$ 14,24	2	R\$ 28,48
51105	Rolamento axial 15 mm	R\$ 13,22	2	R\$ 26,44	
	Cesto de sustentação	R\$ 320,00	1	R\$ 320,00	
	Colete de sustentação	R\$ 205,00	1	R\$ 205,00	
				Valor Final	R\$ 2.401,21

Fonte: Autor

Ainda, para ampliar o parâmetro de análise de custos do guincho elevador de transporte, alguns *sites* de vendas foram verificados mostrando um preço mínimo de compra de R\$ 2.042,00 reais variando até R\$ 7.000,00 reais, ressaltando que estes dois casos paralelos se tratam de um guincho elevador de transporte com função única e exclusiva para içamento e locomoção do paciente.

O custo orçado para compra de todos os componentes e fabricação das peças do equipamento, inclusos o cesto e o colete de ancoragem para o paciente, foi de R\$ 2400,00 reais. Agregado a esse valor deverá vir o custo de mão de obra para montagem do produto, além do custo para venda do equipamento visando os lucros do projeto.

Através da análise de custos onde foram comparados mais de um produto, um deles se um custo maior que o guincho elevador desenvolvido no projeto em questão, já o outro mais barato, foi possível concluir que o guincho elevador de transporte com adaptações para fisioterapia mostra-se vantajoso em relação aos demais, pois apresenta um valor que encontra-se em uma faixa intermediária de preço comparados com outros equipamentos, porém com vantagens agregam ao produto um diferencial em relação ao demais e comprovam a viabilidade do projeto, sendo ele capaz de executar duas funções, trabalhando no içamento e locomoção dos pacientes, bem como, auxiliando como suporte corporal em treinos de recuperação de movimentos dos membros inferiores, e na correção e coordenação da marcha humana, além da inclusão de conjuntos que visam conforto e facilidade na utilização do produto, como os bancos do fisioterapeuta e o sistema para abertura dos pés do equipamento acionado pela pisada.

5 CONCLUSÕES

Como é possível imaginar, portadores de deficiências físicas e motoras, sofrem muito com dificuldade de locomoção, sendo eles muito dependentes de aparelhos ligados a tecnologia assistiva que os auxiliem diariamente.

Pensando nisso, o presente projeto teve como alvo auxiliar na qualidade de vida de pessoas portadoras de deficiência física motora, seja ela simples ou severa, atuando na possibilidade de locomoção completa do usuário, ou em caso de menor gravidade, trabalhando na recuperação parcial de movimentos através da sustentação de peso corporal em treinos de marcha.

Para chegar ao resultado desejado inicialmente foi traçada uma meta de estudos e revisão literária na área de tecnologia assistiva, bem como estudos sobre a marcha humana e treinos de marcha com a utilização de equipamentos de suporte corporal, de modo que foi possível adquirir um embasamento necessário sobre o assunto. Esta etapa de pesquisa também auxiliou na determinação de alguns fatores que foram importantes para continuidade do projeto, como os estudos que previram os ganhos com a possibilidade de utilização de uma esteira para auxílio nos treinos de marcha. Também foi possível verificar que no mercado de equipamentos médicos da região esse produto não se encontra a venda, sendo encontrados equipamentos de sustentação corporal para utilização de treinos de marcha somente com acoplamento direto em esteiras, não podendo ser utilizados com fonte de locomoção de pacientes.

Após isso foi desenvolvida uma lista de critérios a serem seguidos para o desenvolvimento do projeto, através desses critérios foi possível criar combinações de componentes que podem compor o produto. Aplicando uma última filtragem dessas combinações foi possível obter uma variante que melhor se encaixa nos requisitos de projeto, essa etapa foi essencial para definir o produto final.

Posteriormente, foi criado o modelo 3D do equipamento em sua forma final, sendo exibida toda a complexidade geométrica, peças conjuntos e componentes que compõem o equipamento através de vistas projetadas e “explodidas”. Além disso, foi apurado o valor aproximado de fabricação do equipamento, que por sua vez foi comparado com os produtos que seguem uma linha semelhante no comércio.

O projeto mecânico do guincho elevador de transporte com adaptações para fisioterapia obtém uma grande relevância para as pessoas que necessitam destes equipamentos especiais, garantindo segurança, conforto e praticidade para os auxiliares e deficientes físicos, refletindo em uma melhor qualidade de vida e execução das tarefas diárias, bem como, contribuindo na recuperação de movimentos para pacientes que não sofrem de deficiência motora severa.

Sendo assim, o trabalho finaliza-se com o projeto e os objetivos específicos propostos concluídos com êxito. Com a aplicação de estudos literários na área de tecnologia assistiva, treinos de marcha motora e equipamentos de suporte corporal, além do desenvolvimento do projeto seguindo uma metodologia planejada organizando o projeto em etapas, visando entender a função global e suas subfunções e propondo variantes de soluções para cada uma delas. Por fim após o resultado e escolha da melhor variante, foi modelado o 3D do equipamento, bem como, feito o detalhamento dos conjuntos e montagem final, visando facilitar a montagem do produto, sendo possível realizar uma avaliação de custos de fabricação e comparar o equipamento desenvolvido neste trabalho com produtos similares existentes no mercado.

Por fim, com a finalização da ideia proposta no começo do trabalho, o assunto abordado, por conter um grande volume teórico e prático, ainda deixa uma ampla margem para pesquisas em possíveis etapas futuras, sendo possível realizar o aprimoramento do próprio projeto ou mesmo a abordagem de estudos teóricos, além do dimensionamento completo do equipamento, visando realizar simulações estruturais e dos elementos e componentes de fixação.

REFERÊNCIAS

CINESIA. Cinesiareabilita. **Cinesia Reabilitação Neurofuncional**, 2021. Disponível em: <<https://www.cinesiareabilita.com.br/treino-locomotor>>. Acesso em: 04 Maio 2021.

COSTA, L. **Máquinas de elevação e transporte**. Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do maranhão. São Luís. 2012.

FERREIRA, M. **Elevador mecanizado em aço AISI 304 para movimentação com segurança e conforto de pacientes em macas hospitalares**. PUCRS. Porto Alegre. 2010.

GALVÃO FILHO, T. A. A Tecnologia Assistiva: de que se trata. **galvaofilho.net**, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://www.galvaofilho.net/TA_dequesetrata.htm>. Acesso em: 03 outubro 2020.

GODINHO, M. et al. **Treinamento locomotor com suporte parcial de peso corporal: Revisão da literatura brasileira**. Centro Universitário Unifacvest. Lages. 2015.

HAUPENTHAL, A. et al. Fisioterapia em movimento. **Análise do suporte de peso corporal para o treino de marcha**, 21 junho 2008.

HCIFITNESS. **PhysioGait**. Disponível em: <<https://www.hcifitness.com/Physiogait>>. Acesso em: 29 out. 2020.

HOSPINET. **Guincho elevador para transferência ortobrás**. Disponível em: <<https://www.hospinet.com.br/guincho-elevador-para-transferencia-ortobras-elev-180-gr/p>>. Acesso em: 23 out. 2020.

HUMMEL, K. **Fundamentals of Engineering High-Performace Actuator Systems**. 1ª. ed. Warrendale: SAE INTETIONAL, 2017.

IBGE. Deficiência motora severa. **ibge**, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0&cat=-1,-2,-3,128&ind=4649>>. Acesso em: 22 set. 2020.

MEDICALEXPO. **Treadmills**, 2013. Disponível em: <<https://pdf.medicalexpo.com/pdf/chinesport/treadmills/68032-108427.html>>. Acesso em: 17 out. 2020.

NEUMANN, D. A. **Cinesiologia Do Aparelho Musculoesquelético - Fundamentos Para Reabilitação**. Tradução da 2ª edição. ed. [S.l.]: Mosby, 2011.

PAHL, G. et al. **Projeto na Engenharia - Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos - Métodos e aplicações**. 6ª. ed. [S.l.]: Edgard Blücher, 2005.

PORTARIA SEPRT N.º 916. NR - 12 - **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. [S.l.]. 2019.

SCHIOPPA. schioppa. **Schiopa Rodas e Rodízios**, 2019. Disponível em: <<https://schioppa.com.br/catalogo-geral-2019-pt-br.pdf>>. Acesso em: 15 Maio 2021.

SCHOELLER, S. et al. **Abordagem multiprofssional em lesão medular: Saúde, direito e tecnologia**. IFSC. Florianópolis. 2016.

SULLIVAN, K. Step training with body weight support: effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. **National Library of Medicine**, maio 2002.

THOMSON. www.thomsonlinear.com. **Linear Actuators Catalog (Português)**, 2013. Disponível em: <https://www.thomsonlinear.com/downloads/actuators/Linear_Actuators_ctpt.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.

WANG, C. **Desenvolvimento de um sistema de suporte de peso corporal para reabilitação fisio-funcional**. [S.l.]: [s.n.], 2010.

ANEXOS

Anexo 1 - Detalhamento para montagem final do equipamento

Tolerâncias quando não especificadas
São conforme DIN 7168 - Grossoiro

6 - 30	± 0.5
30 - 100	± 1.2
100 - 300	± 2.0
300 - 1000	± 2.5

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	CH1014	Chapa engate	1
2	CJ1003	Cj. sold. base tronco	1
3	CJ1004	Cj. sold. braço superior	1
4	CJ1005	Cj. sold. pés	2
5	CJ1008	Cj. sold. ancoragem engate	1
6	CJ1009	Cj. sold. sistema pisante	1
7	CJ1014	Cj. montado banco	1
8	CJ1015	Cj. montado ponteiros rotulares	2
9	CP1001	Rodízios 312 GLBP	4
10	CP1002	Aluador elétrico linear Electrak PPA-DC	1
11	CP1005	Olhal M10	1
12	CP1006	Anel elástico externo 14mm	8
13	CP1007	Pino trava de posição banco	1
14	CP1008	Mosqueteão M10	1
15	CP1012	Aruela lisa M8	30
16	CP1013	Aruela lisa M10	2
17	CP1014	Porca sextavada M8	20
18	CP1015	Porca sextavada M10	2
19	CP1018	Parafuso sextavado M8 15mm	4
20	CP1019	Parafuso sextavado M8 40mm	5
21	CP1020	Parafuso sextavado M8 55mm	5
22	CP1022	Parafuso sextavado M8 75mm	1
23	CP1023	Parafuso sextavado M8 85mm	1
24	CP1024	Parafuso sextavado M8 115mm	2
25	CP1025	Parafuso sextavado M8 125mm	2
26	CP1026	Parafuso sextavado M10 100mm	1
27	US1011	Pino fixação ponteira pés	2

MEC236 UPF

PROJETO: Guincho elevador de transporte e fisioterapia
 ESCALA: 1:10
 DATA: 06/06/2021
 PROJETA: Vitor Hugo Sales
 DESENHISTA: Vitor Hugo Sales
 DEDRO: CODIGO: CJ0000

Fonte: Autor