

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA MOVIMENTAÇÃO E
TRANSFERÊNCIA DE PACIENTES HOSPITALARES

por

Gabriel Bertoti da Silva

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Engenheiro Mecânico.

Porto Alegre, Abril de 2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO

CIP - Catalogação na Publicação

da Silva, Gabriel Bertoti
PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA MOVIMENTAÇÃO
E TRANSFERÊNCIA DE PACIENTES HOSPITALARES / Gabriel
Bertoti da Silva. -- 2023.
26 f.
Orientador: Martin Geier.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de
Engenharia, Curso de Engenharia Mecânica, Porto
Alegre, BR-RS, 2023.

1. Equipamentos eletromédicos. 2. Transferência de
pacientes hospitalares . 3. Movimentação de pacientes
hospitalares. 4. Metodologia de projeto. 5.
Profissionais de enfermagem . I. Geier, Martin,
orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Gabriel Bertoti da Silva

PROJETO CONCEITUAL DE EQUIPAMENTO PARA MOVIMENTAÇÃO E
TRANSFERÊNCIA DE PACIENTES HOSPITALARES

ESTA MONOGRAFIA FOI JULGADA ADEQUADA COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
ENGENHEIRO MECÂNICO
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELA BANCA EXAMINADORA DO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Cirilo Seppi Bresolin
Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Área de Concentração: Processos de Fabricação
Orientador: Martin Geier

Comissão de Avaliação:

Prof. Martin Geier (Presidente)

Prof^a. Simone Ramires

Prof. Darci Barnech Campani

Porto Alegre, Abril de 2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades que dá em minha vida, a minha esposa Jaqueline que sempre me incentivou, a minha filha Elisa, que chegou para me dar ânimo a mais, aos meus pais Leandro e Lirani e irmãos, Rafaela e Bernardo pelo apoio e a todos meus familiares por sempre acreditarem no meu potencial.

Bertoti da Silva, Gabriel. **Projeto conceitual de equipamento para movimentação e transferência de pacientes hospitalares.** 2023. 15 páginas. Monografia de Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023 .

RESUMO

Em detrimento do avanço tecnológico da medicina, os ambientes hospitalares ainda carecem de equipamentos que tornam o trabalho dos profissionais mais seguro e eficiente. A busca de alternativas para suprir essa necessidade torna-se vital para desenvolvimento de ambientes de trabalho harmoniosos, refletindo diretamente na qualidade de vida dos que cuidam e dos que serão cuidados por esses. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de projeto conceitual de equipamento para movimentação e transferência de pacientes hospitalares. A partir de pesquisa, visita ao setor de medicina nuclear de hospital e entrevistas com profissionais da saúde, foram definidos os requisitos desejados pelos usuários, e através da ferramenta da qualidade Desdobramento da Função da Qualidade (matriz QFD), foram definidos os principais requisitos do projeto. O conceito escolhido foi o de um equipamento composto por um sistema de elevação para nivelamento com camas e equipamentos de exames, e um sistema de esteira deslocável, para retirar e colocar os pacientes com mais conforto e segurança, tanto para eles quanto para os profissionais.

PALAVRAS-CHAVE: Equipamento médico, movimentação de pacientes, transporte de pacientes, enfermagem.

Bertoti da Silva, Gabriel. **Conceptual project of equipment for movement and transfer of hospital patients**. 2023. 15 pages. Mechanical Engineering End of Course Monography – Mechanical Engineering degree, The Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

ABSTRACT

To the detriment of the technological advancement of medicine, hospital environments still lack equipment that makes the work of professionals safer and more efficient. The search for alternatives to meet this need becomes vital for the development of harmonious work environments, directly reflecting on the quality of life of those who care for and those who will be cared for by them. The objective of this work is the development of a conceptual project of equipment for moving and transferring hospital patients. Based on research, a visit to the hospital's nuclear medicine sector and interviews with health professionals, the requirements desired by users were defined and, through the quality tool Deployment of the Quality Function (QFD matrix), the main requirements of the project were defined. The concept chosen was that of an equipment consisting of an elevation system for leveling with beds and examination equipment, and a movable conveyor system, to remove and place patients with more comfort and safety, both for them and for professionals.

KEYWORDS: Medical equipment, patient movement, patient transport, nursing.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	1
3. METODOLOGIA.....	2
4. PROJETO INFORMACIONAL.....	2
4.1. Informações sobre o problema	2
4.2. Definição e comportamento dos usuários.....	3
4.3. Estado da técnica	3
4.3.1. Similares existentes no mercado.....	3
4.3.2. Buscas em banco de patentes.....	4
4.4. Exigências legais de configuração.....	5
4.5. Atributos desejados pelos usuários.....	5
5. PROJETO CONCEITUAL	6
5.1. Avaliação preliminar de viabilidade do projeto	6
5.2. Diagrama de funções	8
5.3. Geração de conceitos	8
5.3.1. Elevar/abaixar	8
5.3.2. Translação da esteira	9
5.3.3. Transportar	9
5.3.4. Sistema de proteção	9
5.3.5. Translação equipamento	10
5.4. Seleção do conceito	10
5.5. Detalhamento do conceito	11
5.5.1. Esteira	11
5.5.2. Estrutura fixa com sistema de movimentação linear horizontal.....	11
5.5.3. Estrutura para movimentação vertical	12
5.5.4. Movimentação do equipamento	13
5.5.5. Sistema de proteção e segurança	13
5.5.6. Custos	13
5.6. Revisão e validação do conceito.....	14
6. CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
APÊNDICE I - Matriz QFD (matriz de relacionamento).....	18
APÊNDICE II - Equipamento para movimentação e transferência de pacientes.....	19

1. INTRODUÇÃO

A ergonomia e segurança são características essenciais para o desenvolvimento de um ambiente de trabalho harmonioso e são estabelecidas por lei, portanto, é fundamental buscar alternativas para que o funcionamento do ambiente seja o mais efetivo possível. O contexto ocupacional hospitalar é de alto risco ergonômico, especialmente para os profissionais de enfermagem. De acordo com Alexandre e Rogante (2000), os procedimentos que são considerados mais penosos e perigosos para os trabalhadores de saúde são os que envolvem a movimentação e transporte de pacientes. E conforme Engels *et al.* (1994) citado por Zanon (2000) os profissionais de saúde chegam a passar cerca de 20% do tempo de trabalho no que chamam de “posturas pobres”, ou seja, durante cerca de 1/3 da jornada de trabalho estão em posições que apresentam sobrecarga, acarretando maior dispêndio de esforço físico e maior probabilidade de danos no sistema musculoesquelético.

Da mesma forma que para os profissionais de saúde, para os pacientes, os procedimentos de movimentação e transporte de pacientes são desconfortáveis em grande parte das situações e passíveis de riscos de segurança. Citado por Morandi *et al.* (2015), Gallasch & Alexandre, (2003) afirmaram que “A implantação de métodos ergonômicos e equipamentos de movimentação e transporte promove redução da tensão dorsal na equipe de enfermagem e possibilita que o paciente se sinta mais confortável e seguro”. Como principal alternativa para amenizar esse problema, inúmeros autores citam a utilização de equipamentos. Conforme citado por Marziale (2001):

A utilização de recursos tecnológicos pode tornar a execução da atividade de movimentação de pacientes menos desgastante. Os elevadores mecânicos foram criados para promover a força necessária para elevar o paciente com segurança e tornar a atividade menos agressiva à saúde do trabalhador. (apud WINKELMOLEN *et al.* 1994).

De acordo com Batiz *et al.* (2012) citado por Morandi *et al.* (2015) a escassez de equipamentos médicos que auxiliam na movimentação e transporte de paciente, sobrecarrega os funcionários, complicando a saúde e originando lesões no sistema musculoesquelético. Da mesma maneira, Rossi *et al.* (2001) diz que “A falta de equipamentos auxiliares para movimentação e transporte de pacientes também têm sido apontados como fator causal de lesões dorsais em trabalhadores de hospital”. Existem soluções no mercado que propõem a realização dos procedimentos citados, como as pranchas de movimentação, lençóis, carro-maca e guinchos, entretanto ainda exigem esforço físico e a presença de vários profissionais ou tem restrições quanto a sua aplicação.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é conceber o projeto conceitual de um equipamento para movimentação e transferência de pacientes hospitalares, possuindo como principais características, ser seguro para o paciente e profissional da saúde, ser de fácil operação e versátil quanto a aplicação e setor de utilização nos hospitais.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido com base nas Metodologias de Projeto de Pahl e Beitz (2019) e Melo e Cheng (2010). Os conceitos e parâmetros foram selecionados a partir da utilização da ferramenta da qualidade Desdobramento da Função da Qualidade (matriz QFD) que, de acordo com Melo e Cheng (2010, p. 71) “tem como objetivo alcançar o enfoque da garantia da qualidade durante o desenvolvimento de produto”. Melo e Cheng (2010) ainda destacam que a ferramenta utiliza a lógica da causa e efeito, partindo da voz do cliente, passando por características da qualidade do produto final, até chegar a um determinado valor de parâmetro de controle de processo industrial. O desenvolvimento do trabalho ocorreu em dois estágios divididos entre o projeto informacional e o projeto conceitual, detalhados na Tabela 1.

Tabela 1: Etapas da metodologia de projeto apresentadas no trabalho.

Projeto informacional	Informações sobre o problema
	Definição e comportamento dos usuários
	Estado da técnica
	Exigências legais de configuração
	Atributos desejados pelos usuários
Projeto conceitual	Avaliação preliminar de viabilidade do projeto
	Diagrama de funções
	Geração de conceitos
	Seleção do conceito
	Detalhamento do conceito
	Revisão e validação do conceito

Fonte: adaptado de Pahl e Beitz (2019).

4. PROJETO INFORMACIONAL

4.1. Informações sobre o problema

De acordo com o Conselho Federal de Enfermagem - COFEN (2023), no último registro apresentado, em fevereiro de 2023, o número de profissionais de enfermagem no Brasil, incluindo auxiliares, técnicos, enfermeiros e obstetrizes foi de 2.801.023. E conforme citado pela Associação Brasileira de Medicina do Trabalho - ABMT (2021), os dados oficiais de estatística de acidentes de trabalho atualizados pelo Anuário Estatístico da Previdência Social 2021 apontaram um total de 536.174 acidentes de trabalho em 2021 no Brasil, e ao destacar os seis principais setores da economia onde mais ocorreram acidentes de trabalho, as atividades da saúde e assistência social ocuparam a primeira colocação totalizando 84.780 acidentes. Alexandre e Rogante (2000) afirmam que as condições ergonômicas inadequadas de mobiliários, postos de trabalho e equipamentos utilizados nas

atividades cotidianas são em grande parte os responsáveis pelas agressões à coluna vertebral em trabalhadores de saúde.

No estudo realizado por Rossi et al. (2001), 36,9% das transferências de pacientes eram da cama para maca e vice-versa, os encaminhamentos e retornos de exames complementares representaram 57,8% do total dos motivos das transferências e que quando um paciente não pode auxiliar, a técnica mais comum, 28,5% das vezes, é a que utiliza um lençol, referida por Narrow e Buschle (1982), citado por Rossi *et al.* (2001), como a técnica mais perigosa para saúde do trabalhador. Citado por Morandi *et al.* (2015), Batiz, *et al.* (2012), diz que existem vários fatores que elevam as chances de riscos ocupacionais em ambientes hospitalares, como o peso dos pacientes, espaço físico inadequado, falta de capacitação de pessoal, tempo de exposição a tarefa, grau de dificuldade de transporte de acordo com a característica física do paciente e a escassez de equipamentos médicos hospitalares que auxiliam na movimentação e transporte de pacientes.

4.2. Definição e comportamento dos usuários

Existem dois usuários envolvidos na utilização do equipamento, profissionais da saúde, especialmente de enfermagem e pacientes hospitalares. A interação dos usuários com o equipamento se dá de maneira ativa e passiva, respectivamente, onde o profissional da saúde é treinado para operar o equipamento e realizar as manobras de movimentação e transferência dos pacientes. De acordo com o COFEN (2021), as mulheres correspondem a 85% da categoria no Brasil, e com mais de 60% dos trabalhadores com até 40 anos. Para 66% o exercício da profissão é desgastante, e a jornada de trabalho pode variar de 41 a 60 horas semanais para 24,7% e entre 61 e 80 horas semanais para 13,9%. Cerca de 200 mil profissionais realizam outras atividades ou fazem plantões para completar a renda familiar.

4.3. Estado da técnica

4.3.1. Similares existentes no mercado

Comercialmente existem vários equipamentos que propõe total ou parte da solução para movimentação e transferência de pacientes, entre eles encontram-se as pranchas de transferência, transferidores por deslizamento, faixas e cintos de transferência, macas, guindastes etc. Entretanto, o objetivo principal foi buscar soluções semelhantes às planejadas para o sistema. Uma solução encontrada foi o Sistema de transferência de paciente flexível e móvel Alvo Transpa, apresentado na Figura 1. O equipamento é fabricado e comercializado pela empresa Polonesa Alvo Medical, possui o sistema de esteira, e alteração da altura, com sistema de travamento em cada roda. O equipamento por sua configuração, permite que a esteira seja posicionada sobre a cama e então o paciente é conduzido sob a esteira até um ponto estável. Entretanto existem equipamentos de exames que não é possível a sua plena utilização, por não possuírem um espaço para introdução da parte inferior do equipamento.

Figura 1: Sistema de transferência de paciente flexível e móvel Alvo Transpa.



Fonte: Alvo Medical, 2021.

4.3.2. Buscas em banco de patentes

Foram utilizados o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e o United States Patent and Trademark Office (USPTO), com palavras-chave como “transferidor”, “movimentar”, “pacientes” “equipamento médico” para encontrar patentes com as funcionalidades desejadas. O primeiro equipamento (1) representado na Figura 2, trata-se de um carro com prancha deslizante, entretanto ainda necessita que o paciente seja colocado sobre o equipamento. E o equipamento (2), Figura 3, trata-se de um uma mesa para transferir um paciente da cama para a maca e vice-versa, possui uma esteira central para movimentar o paciente.

Figura 2: Mesa e conjunto deslizante para dispositivo de transferência de paciente.

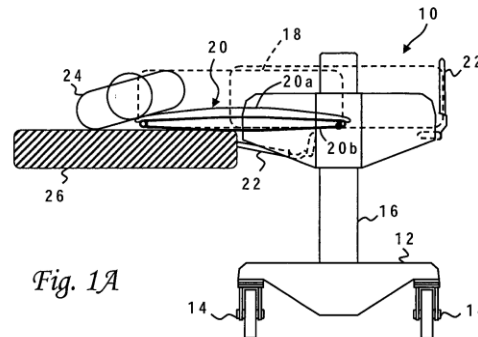
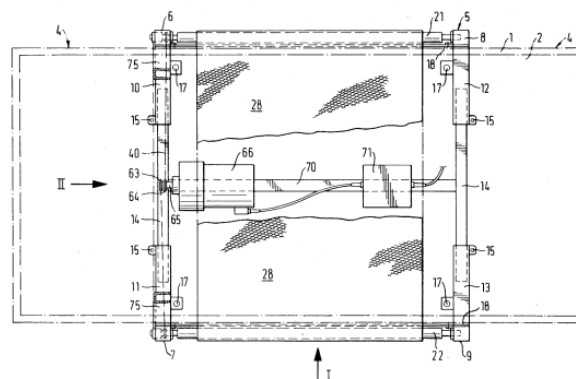


Fig. 1A

Fonte: INPI

Figura 3: Apparatus for turning a person confident to bed. US4502169A.



Fonte: USPTO

4.4. Exigências legais de configuração

Existem inúmeras normas, legislações e regulamentações que envolvem equipamentos utilizados no setor da saúde, bem como para segurança no trabalho e segurança de pacientes, abaixo destacam-se as principais.

- **NR-32:** estabelecimento das diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde.
- **NR-17:** estabelece as diretrizes para ergonomia no ambiente de trabalho.
- **RDC nº 36:** institui ações para a segurança do paciente em serviços de saúde e dá outras providências.
- **RDC nº 16:** regulamento técnico de boas práticas de fabricação de produtos médicos e produtos para diagnóstico de uso in vitro.
- **PORTARIA Nº 384 INMETRO:** estabelecimento dos critérios e procedimentos de avaliação de conformidade para Equipamentos sob Regime de Vigilância Sanitária.
- **ABNT NBR ISO 17065:2013:** Avaliação da conformidade - Requisitos para organismos de certificação de produtos, processos e serviços.
- **ABNT NBR IEC 60601:** Equipamento Eletromédico, partes 1 e 2, requisitos gerais e requisitos particulares.
- **ABNT NBR ISO 80601:** Equipamento Eletromédico e seus requisitos particulares.
- **IEC NBR 60601-2-52:** Apresenta as condições de riscos que devem ser evitadas e os diversos dimensionamentos entre os dispositivos de uma cama hospitalar que são minimamente exigidos para garantir a segurança do paciente.
- **IEC NBR 62366/2016:** Produtos para a saúde - Aplicação da engenharia de usabilidade a produtos para a saúde.

4.5. Atributos desejados pelos usuários

Os atributos desejados pelos usuários foram determinados com base nas pesquisas bibliográficas, entrevistas informais com profissionais de enfermagem e visita ao setor de Medicina Nuclear de um hospital em Porto Alegre. São eles: seguro para o paciente; confortável para o paciente; seguro e confortável para o operador; fácil de operar; fácil de transportar; compacto; operar com o mínimo pessoal; baixo custo; e baixa manutenção.

5. PROJETO CONCEITUAL

5.1. Avaliação preliminar de viabilidade do projeto

Os requisitos do cliente são essenciais para a montagem da matriz QFD, vide apêndice I. Conforme Melo e Cheng (2010), parte do processo da ferramenta Matriz QFD é “traduzir e transmitir informações necessárias para que o produto seja desenvolvido com

qualidade, ou seja, para que o produto atenda às necessidades dos clientes”. Na Tabela 2 são apresentados os requisitos e sub requisitos, e o grau de importância, que varia de 1 a 5 conforme Melo e Cheng (2010). As notas atribuídas são as médias arredondadas dos resultados da pesquisa com profissionais de enfermagem realizada durante visita a um hospital de Porto Alegre.

Tabela 2: Requisitos do cliente.

REQUISITOS DO CLIENTE		Grau de importância
Seguro para o paciente	Proteções e travas	5
	Posicionamento ajustável	4
	Ser estável	4,5
Seguro e confortável para o operador	Manipulação sem esforço físico	5
	Sem componentes salientes	3
	Acabamento	3,5
Confortável para o paciente	Silencioso	3,5
	Macio	4
	Suporte para equipamentos de apoio	4,5
	Movimentação suave	4
Fácil de operar	Acionamento simples	4,5
	Ajustável a todos equipamentos de exame	4,5
	Ajustes precisos	3,5
Fácil de transportar	Leve	4,5
	Movimentação em todas as direções	4
Compacto	Passar nas portas	4,5
	Posicionar em espaços limitados	4,5
Operar com mínimo pessoal	Pré-posicionamento do paciente	4
Baixo custo	Componentes baratos	3,5
Baixa manutenção	Alta durabilidade	4,5
	Redução na quantidade de componentes	3,5
	Desmontagem simples	3,5

Fonte: Autor

A construção da matriz QFD foi simplificada apenas para geração da matriz de relacionamento entre os requisitos do cliente e os requisitos do produto, que foram determinados para suprir as necessidades dos requisitos estabelecidos pelos clientes. Foram atribuídos valores de correlação, sendo (1) para correlação fraca entre requisitos, (3) média correlação e (9) forte. O resultado é apresentado na Tabela 3 abaixo, onde a porcentagem de importância é um resultado da matriz de relacionamento, os sub requisitos estão ordenados em ordem decrescente dentro de cada requisito.

Tabela 3: requisitos do produto, classificados por tipo e importância resultante da matriz QFD.

REQUISITOS DO PRODUTO		% importância (QFD)
Material	Resistência mecânica	3,1
	massa específica	2,6
	trabalhabilidade	2,4
Operação	Autonomia	6,9
	Sensoriamento	4,4
	Velocidade	2,0
Movimentação	Prancha mecanizada	11,1
	Elevação elétrica	10,3
	Prancha manual	6,5
	Elevação hidráulica	5,7
Configuração	Característica do mecanismo	14,7
	Geometria	12,6
	Custo	9,5
	Dimensionamento	8,3

Fonte: Autor

Do resultado apresentado na Tabela 3, são apresentados os principais requisitos para a composição do equipamento, em ordem de importância:

1. Característica do mecanismo de movimentação para conforto, segurança e melhor custo.
2. Geometria das partes móveis e fixas do equipamento.
3. Prancha mecanizada para minimizar o esforço de operação.
4. Elevação eletrificada para minimizar esforço de operação, ruído e complexidade do equipamento.
5. Custo de aquisição baixo para as características fornecidas.

5.2. Diagrama de funções

Na Tabela 4 são apresentadas as funções do equipamento durante todo o seu ciclo de uso principal em ordem de ocorrência, sendo esta a utilização de transferência. Entretanto, existem outras possibilidades de uso do equipamento pensando na movimentação de pacientes, como, por exemplo, a possibilidade de auxiliar na mudança de decúbito com a movimentação da esteira.

Tabela 4: Funções principais do equipamento em ordem cronológica.

Ordem de ocorrência	Função principal	Descrição da função
1	Nivelar com a cama	Elevar/baixar
2	Levar prancha até o paciente	Translação unidirecional lateral
3	Colocar paciente sobre a prancha	Encaixar
4	Suportar paciente	ter resistência
5	Retornar prancha para o ponto inicial	Translação unidirecional lateral
6	Proteger paciente	Acionar proteções
7	Mover equipamento	Translação multidirecional
8	Levar prancha com paciente ao equipamento de exame	Translação unidirecional lateral
9	Descarregar paciente sob equipamento	Desencaixar
10	Retornar prancha	Translação unidirecional lateral

Fonte: Autor

5.3. Geração de conceitos

Determinou-se para cada função os possíveis componentes, atribuíram-se valores de 1 a 10, conforme a análise do valor de benefício, apresentada por Melo e Cheng (2010) e algumas características essenciais para definir, dentre eles o mais adequado para função.

5.3.1. Elevar/abaixar

O sistema de elevação escolhido para movimentação vertical foi o atuar de coluna, conforme tabela 5, que transforma movimento rotativo em movimento linear. Diferencia-se de outros atuadores, pela sua geometria, que permite a fixação paralela nas duas extremidades. Dispensa a utilização de mecanismos adicionais, proporcionando maior estabilidade, ajuste preciso da altura, facilidade na higienização e grande gama de opções comerciais.

Tabela 5: Determinação do mecanismo de elevação.

		Manutenção	Simplicidade mecanismo	Operação	Total
Atuador coluna de elevação		9	8	9	26
Atuador linear	Mecanismo paralelo	8	8	9	25
	Mecanismo Cruzado	8	8	9	25
	Mecanismo em H	8	7	9	24
Cremalheira		7	7	8	22
Corrente		7	7	8	22

Fonte: Autor

5.3.2. Translação da esteira

As opções para realizar a translação da esteira até o paciente e depois trazê-lo para o equipamento são apresentadas na Tabela 6 e o sistema escolhido foi o sistema composto de acionamento por fuso de esferas e guias lineares, que comparado aos outros sistemas, possui maior precisão na operação, conferindo maior segurança e eficiência.

Tabela 6: Determinação do mecanismo de translação da esteira.

		Segurança	Manutenção	Operação	Total
Guia Linear	Fuso de esferas	8	9	9	26
	Correia	8	7	8	23
Guia Telescópica	Fuso de esferas	8	8	7	23
	Correia	8	6	7	21
Pinhão e cremalheira		8	7	8	23

Fonte: Autor

5.3.3. Transportar

A escolha da correia plana ao invés de roletes, conforme apresentado na Tabela 7, justifica-se principalmente pelo conforto e segurança conferidos ao paciente devido à superfície uniforme e plana, além disso, é um sistema cuja higienização e manutenção é mais simples.

Tabela 7: Determinação do mecanismo de transporte do paciente para equipamento.

	Conforto	Manutenção	Operação	Total
Correia plana	7	9	9	25
Roletes	3	7	7	17

Fonte: Autor

5.3.4. Sistema de proteção

Na Tabela 8 são apresentados os mecanismos mecânicos de proteção. As grades laterais de abaixar deslizantes têm menor custo em relação ao modelo sanfonado. Para o sistema de travamento das rodas, optou-se por um sistema de freio total de pedal único, que apesar do custo maior, possibilita o travamento total e facilita a operação.

Tabela 8: Determinação dos mecanismos mecânicos de proteção.

		Operação	Segurança	Custo	Total
Grades Laterais	Baixar deslizante	8	8	9	25
	Sanfonada	8	9	7	24
Trava Rodas	Freio diagonal individual	8	7	9	24
	Freio total pedal único	9	9	7	25

Fonte: Autor

5.3.5. Translação equipamento

Na Tabela 9 são apresentadas as opções para movimentar o equipamento, destes, o sistema de rodízios com quinta roda é de melhor manobrabilidade, confere maior estabilidade, auxiliando também na vida útil do sistema.

Tabela 9: Determinação dos mecanismos mecânicos de proteção.

	Operação	Segurança	Conforto	Total
Rodízios	7	7	7	21
Rodízios + quinta roda	9	9	9	27

Fonte: Autor

5.4. Seleção do conceito

O conceito final corresponde ao equipamento derivado das características com maior nota atribuída para cada função. Portanto o conceito selecionado é um equipamento com:

- Sistema de elevação do tipo coluna linear de elevação;
- Com sistema de movimentação linear para movimentação da esteira; composto de um conjunto fuso de esferas e castanha, e guia linear e patins;
- O sistema de transporte do paciente sobre equipamento será de esteira;
- O sistema de proteção mecânica será composto por grades laterais com sistema de deslizamento e travamento rápido, já o sistema de freio dos rodízios será realizado através de um sistema total com acionamento único por um pedal;
- O sistema de movimentação do equipamento será constituído por rodízios multidirecionais acrescidos da quinta roda.

5.5. Detalhamento do conceito

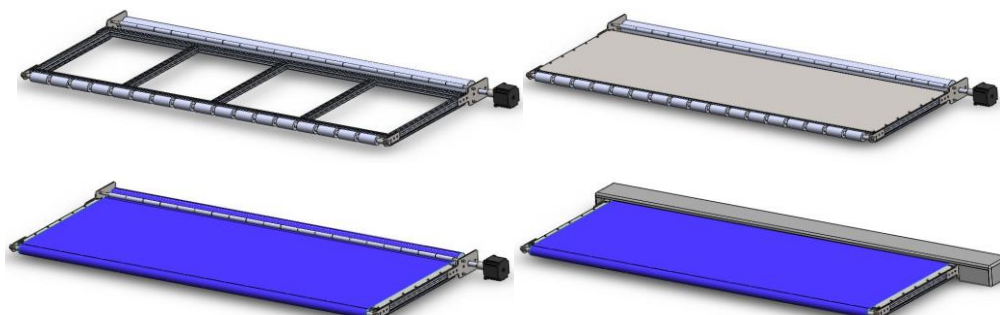
O conceito do dispositivo pode ser separado em seis partes principais para o auxílio da compreensão. São eles:

5.5.1. Esteira

A esteira possui estrutura em perfil de alumínio para facilitar a montagem e fixação dos componentes, uma chapa de aço inox 304 fixada a estrutura serve de sustentação. Na extremidade da esteira, onde o paciente é admitido, foram utilizados roletes de pequeno diâmetro e comprimento, para facilitar a subida do paciente para esteira, os roletes não possuem contato entre si pois possuem separadores entre eles. Na outra extremidade há o rolete de tração com maior diâmetro e dois roletes de alinhamento posicionados acima e abaixo da correia. O rolete de tração possui um conjunto de mancais e o seu eixo está conectado a um acoplamento e acionado por um motor de passo. Uma proteção de polímero termoplástico isola o sistema de rolos na parte interna da esteira e na parte externa, o motor, o drive e o microcontrolador. Na parte inferior da estrutura de alumínio foram fixados os

trilhos para a movimentação linear. A Figura 4 apresenta em 4 etapas os componentes presentes na esteira.

Figura 4: Componentes da esteira de movimentação de pacientes.

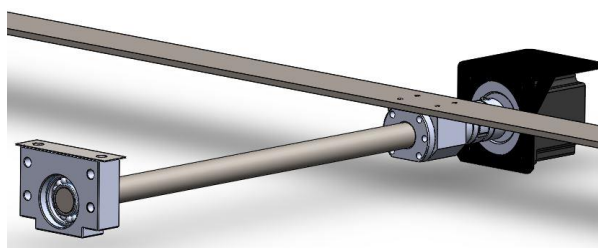


Fonte: Autor

5.5.2. Estrutura fixa com sistema de movimentação linear horizontal

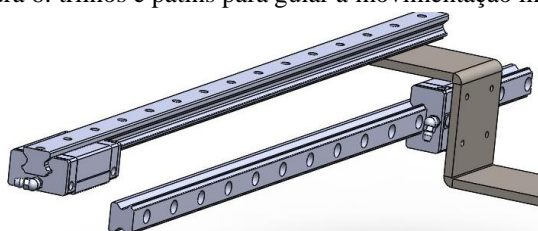
A estrutura fixa do equipamento foi construída com tubo retangular de aço carbono. No centro da estrutura está posicionado o sistema de acionamento, composto por um motor de passo, um fuso de esferas, uma castanha de esferas, suporte mesa para castanha com superfície superior plana e um mancal de extremidade, conforme a Figura 5. Nas laterais internas, no plano vertical há um trilho e no plano horizontal uma guia, ao todo serão utilizados dois conjuntos trilho e guia de cada lado para realizar a movimentação, apresentados na Figura 6. Para a conexão entre a castanha de esferas e a esteira, foi utilizado uma chapa dobrada parafusada ao suporte e parafusada ao trilho da esteira, nessa chapa também estão fixadas uma guia de cada lado. A Figura 7 apresenta a estrutura fixa e a montagem da estrutura da esteira sobre ela.

Figura 5: sistema de movimentação linear.



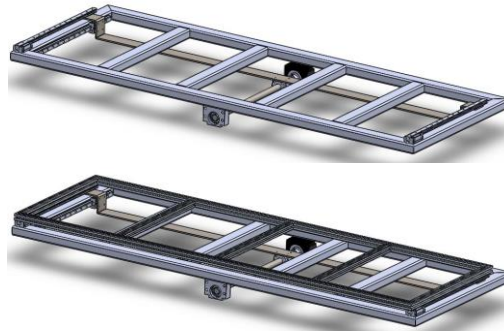
Fonte: Autor

Figura 6: trilhos e patins para guiar a movimentação linear.



Fonte: Autor

Figura 7: Estrutura fixa e montagem da estrutura da esteira.

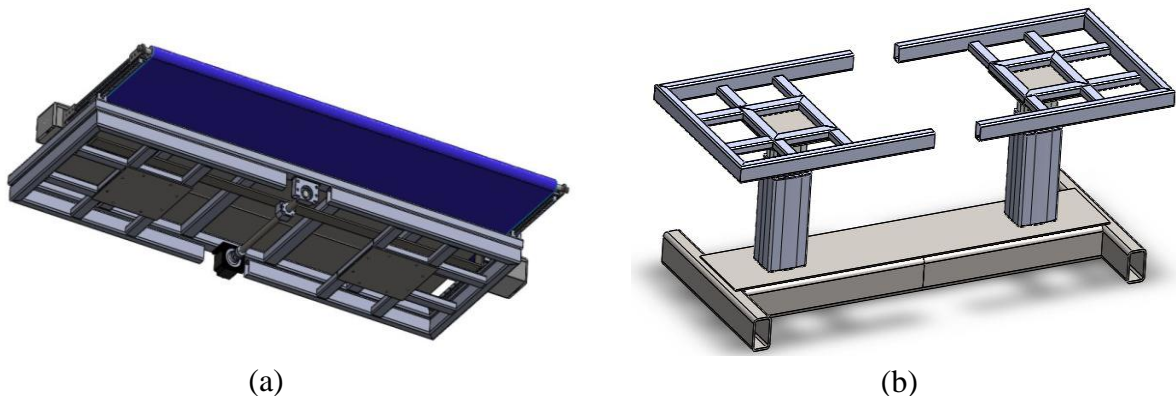


Fonte: Autor

5.5.3. Estrutura para movimentação vertical

Para o sistema de movimentação vertical foi construída outra estrutura feita com tubos retangulares de aço carbono, fixados na estrutura anterior, com espaço e construção que não impedem a movimentação do sistema linear. Nessa estrutura há uma chapa em cada lado para fixação das colunas lineares. Na parte inferior as colunas também estão parafusadas em uma chapa que se estende pela base do equipamento, as estruturas de fixação são apresentadas na figura 8.

Figura 8: (a) Estrutura para fixação da coluna linear superior (b) Estrutura inferior e superior.



(a)

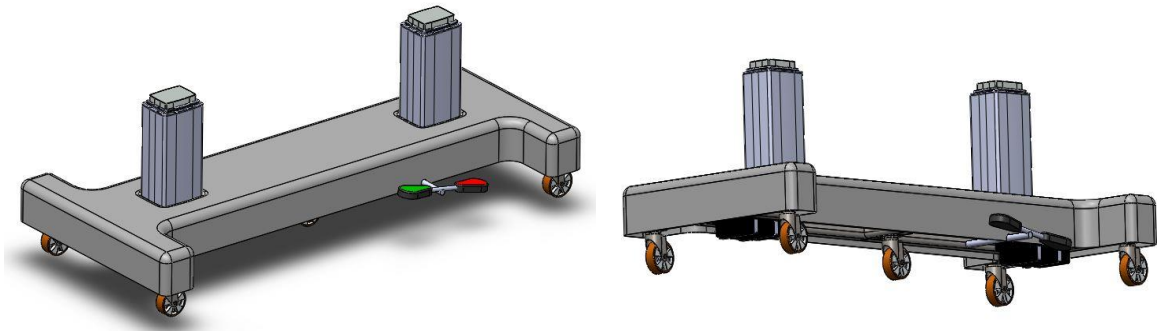
(b)

Fonte: Autor

5.5.4. Movimentação do equipamento

Para o sistema de movimentação do equipamento foram utilizados rodízios de 100mm com sistema de total acionado por um único pedal, também foi utilizada a quinta roda. As baterias estão fixadas na parte inferior da base, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9: Freio com acionamento único e quinta roda.

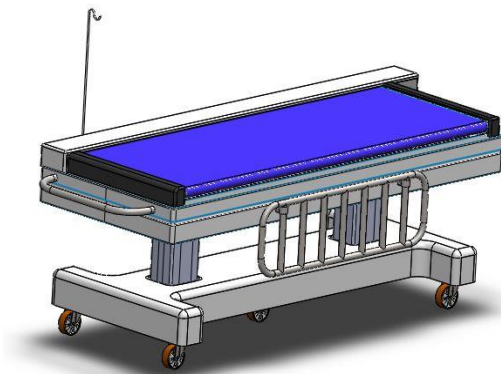


Fonte: Autor

5.5.5. Sistema de proteção e segurança

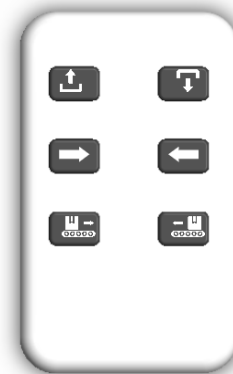
O sistema de proteção é composto pela parte física com as estruturas de polímero termoplástico que protegem os componentes, a grade de proteção deslizante vertical com sistema de engate rápido, e um porta soro apresentados na Figura 10. Há também o sistema de proteção eletrônico por meio de sensores. O controle será efetuado a partir de um controle remoto ligado ao equipamento, representado na Figura 11, neste há 6 funções: levantar, baixar, movimento linear para direita, movimento linear para esquerda, movimentar no sentido horário e movimentar no sentido anti-horário.

Figura 10: Componentes de proteção.



Fonte: Autor

Figura 11: Controle remoto.



Fonte: Autor

5.5.6. Custos

Os custos do projeto são estimados, pois o equipamento não foi dimensionado, parte essa referente a uma etapa futura do projeto, e são referentes a um protótipo, o que gera um custo consideravelmente maior se comparado a uma produção em escala. A Tabela 10 apresenta os custos dos principais componentes, sendo alguns destes valores aproximados por não ser ter uma medida padrão.

Tabela 10: Determinação dos custos de material de protótipo do projeto.

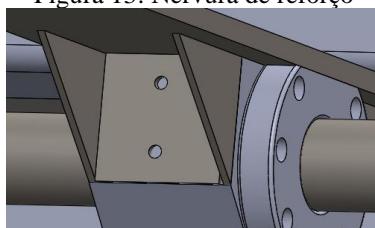
Componentes	Quantidade	Valor unitário	Valor total item
Guias lineares (trilho e patins)	4	R\$ 218,05	R\$ 872,20
Fuso, castanha, suporte para castanha e mancal	1	R\$ 888,97	R\$ 888,97
Motores de passo e componentes	2	R\$ 740,12	R\$ 1.480,24
Espaçador roletes	18	R\$ 2,10	R\$ 37,80
Roletes ponta de faca	17	R\$ 11,03	R\$ 187,51
Roletes de alinhamento	34	R\$ 5,50	R\$ 187,00
Rolete de acionamento	1	R\$ 152,00	R\$ 152,00
Mancal de rolamento	2	R\$ 22,52	R\$ 45,04
Bateria 12V	2	R\$ 261,11	R\$ 522,22
Coluna linear	2	R\$ 1.232,64	R\$ 2.465,28
Perfil de alumínio (m)	6,1	R\$ 31,52	R\$ 192,27
tubo de aço carbono (m)	12	R\$ 21,49	R\$ 257,88
Rodízio	5	R\$ 163,69	R\$ 818,45
Chapa de aço carbono	1	R\$ 355,00	R\$ 355,00
Grade de proteção, porta soro e puxador	1	R\$ 477,20	R\$ 477,20
Chapa Inox	1	R\$ 433,69	R\$ 433,69
Barra redonda de aço (m)	8	R\$ 31,42	R\$ 251,36
Fixadores (parafusos, porcas e arruelas)	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Total			R\$ 9.824,11

Fonte: Autor

5.6. Revisão e validação do conceito

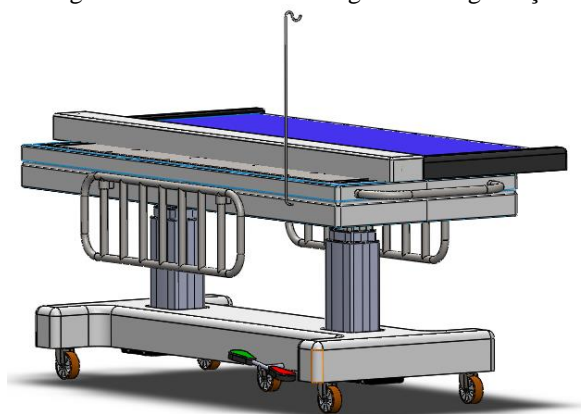
Após todas as etapas do projeto, realizou-se a revisão do conceito a fim de validar ou remover não conformidades. Constatou-se a importância de um reforço soldado na chapa de ligação e parafusado no suporte da castanha, Figura 13, e grade de proteção na outra lateral em caso de rolamento do paciente, apresentado na Figura 14. No apêndice II, é apresentada uma representação ampliada e renderizada do equipamento, para melhor compreensão.

Figura 13: Nervura de reforço



Fonte: Autor

Figura 14: adicionada outra grade de segurança



Fonte: Autor

6. CONCLUSÃO

No presente trabalho foi desenvolvido o projeto conceitual de um equipamento para movimentação e transferência de pacientes hospitalares, com objetivo de proporcionar maior conforto e segurança para os usuários, tanto profissionais da saúde, quanto pacientes. O projeto desenvolvido, mediante aplicação de metodologia de projeto com a ferramenta QFD, pesquisa em banco de patentes e entrevistas com profissionais de enfermagem, foi pensado para eliminar os procedimentos manuais de transferência de maior risco e auxiliar na movimentação sobre os leitos. Os custos iniciais de material para um protótipo foram estimados com valor alto para o proposto, no entanto para uma produção em escala esses custos diminuem consideravelmente, também serão realizadas as etapas de dimensionamento e análises de engenharia, caracterizando o projeto executivo, seguido por uma etapa de otimização para melhorias do produto, fatores que influenciam diretamente nos custos. Para inserção do equipamento no mercado também se faz necessário um aprofundamento nas pesquisas de mercado e regulamentações legais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVO TRANSPA. **Transpa-3.5-1024x683**. 2021. Disponível em: <<https://alvo.pl/rozwiazania/alvo-transpa/>>. Acesso em: 31 mar. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DO TRABALHO. **Estatísticas de Acidentes de Trabalho de 2021 – Dados Oficiais**. 09 de fev. 2023. Disponível em: <<https://www.abmt.org.br/noticias/estatisticas-de-acidentes-de-trabalho-de-2021-dados-oficiais/#:~:text=Foram%20464.967%20registros%2C%20entre%20acidentes,ante%2048.280%20no%20ano%20anterior.>>. Acesso em 24 mar. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 17065:2013 - Avaliação da conformidade - Requisitos para organismos de certificação de produtos, processos e serviços**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60601-1: Equipamento Eletromédico, partes 1 e 2, requisitos gerais e requisitos particulares**. Rio

de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://www.zambini.org.br/pdfs/ABNT%20NBR%20IEC%2060601-1-2010%20Emenda%201-2016%20-%20Equipamento%20eletrom%C3%A9dico%20-%20Parte%201-%20Requisitos%20gerais%20para%20seguran%C3%A7a%20b%C3%A1sica%20e%20de%20desempenho%20essencial.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 80601: Equipamento Eletromédico e seus requisitos particulares**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.zambini.org.br/pdfs/ABNT%20NBR%20ISO%2080601-2-12-2014%20-%20Equipamento%20eletrom%C3%A9dico%20-%20Parte%202-12-%20Requisitos%20particulares%20para%20a%20seguran%C3%A7a%20b%C3%A1sica%20e%20o%20desempenho%20essencial%20de%20ventiladores%20para%20cuidados%20cr%C3%ADticos.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - **RDC nº 36**, de 25 de julho de 2013. Dispõe sobre a regulamentação de boas práticas de manipulação de preparações magistrais e oficinais para uso humano em farmácias. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jul. 2013. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0036_25_07_2013.html>. Acesso em: 22 jan. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - **RDC nº 16**, de 28 de março de 2013. Dispõe sobre a regulamentação de boas práticas de fabricação e de controle sanitário de produtos médicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 abr. 2013. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0016_28_03_2013.html>. Acesso em: 22 jan. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Portaria nº 384**, de 22 de julho de 2014. Estabelece os critérios e procedimentos de avaliação de conformidade para equipamentos sob regime de vigilância sanitária. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 jul. 2014. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002684.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

ALEXANDRE, N. M. C.; ROGANTE, M. M. **Movimentação e transferência de pacientes: aspectos posturais e ergonômicos**. Rev. Esc. Enf. USP, v. 34, n. 2, p. 165-73, jun. 2000.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM. **Enfermagem em Números**. Disponível em: <<http://www.cofen.gov.br/enfermagem-em-numeros>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM. **É necessário olhar para quem mais precisa**. Brasília, 26 de ago. 2021. Disponível em: <http://www.cofen.gov.br/e-necessario-olhar-para-quem-mais-precisa_90290.html>. Acesso em: 24 mar. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <www.pesquisa.inpi.gov.br>. Acesso em: 22 jan. 2023.

RICHARD, A. **Mesa e conjunto deslizante para dispositivo de transferência de paciente**. Titular: CONMEDISYS, INC. Procurador: MONTAURY PIMENTA, MACHADO & LIOCE. BR n. PI 0815163-6 A2. Depósito: 09 ago. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Portaria nº 350**, de 07 de julho de 2014. Estabelece os critérios e procedimentos de avaliação de conformidade para Equipamentos sob Regime de Vigilância Sanitária, visando à prevenção de acidentes, com foco na segurança. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 jul. 2014.

- MARZIALE, MHP; ROBAZZI, MLCC. **A postura adotada pelos trabalhadores de enfermagem na movimentação de pacientes acamados e adaptação ergonômica do procedimento técnico.** Acta Paul Enf, São Paulo, v.14, n.3, p. 71-79, 2001.
- MELO FILHO, L.D.R; CHENG, L.C. **Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.
- PAHL, G. **Projeto na engenharia : fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações.** São Paulo: Blucher, 2019. v. 6a edição alemã
- MORANDI, T. H. et al. **Implicações da ausência do equipamento de transferências de pacientes na saúde do profissional da enfermagem.** Egotrip Design: Revista dos encontros internacionais de estudos luso-brasileiros em Design e Ergonomia, n.1, 2015.
- NORMAS REGULAMENTADORAS DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. **NR 32: Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde.** 22 dez. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-32-atualizada-2022-2.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2023.
- ROSSI C. G., ROCHA R. M., ALEXANDRE N. M. C. **Aspectos ergonômicos na transferência de pacientes: um estudo realizado com trabalhadores de uma central de um hospital universitário.** Rev Esc Enferm USP 2001; 35(3):249-56.
- UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. Disponível em: <<https://www.uspto.gov/patents/search>>. Acesso em: 08 dez. 2023.
- RAGHEB, A. **Coated implantable medical device.** Titular: Cook Medical Technologies LLC. US 20040047909A1. Depósito: 14 abr. 2003.
- ZANON, E.; MARZIALE, M. H. P. **Avaliação da postura corporal dos trabalhadores de enfermagem na movimentação de pacientes acamados.** Rev.Esc.Enf.USP, v. 34, n. 1, p. 26-36, mar. 2000.

APÊNDICE I - Matriz QFD (matriz de relacionamento)

Requisitos do Cliente	Grau de importância	Requisitos do produto															
		Material		Operação				Movimentação				Configuração					
		Resistência mecânica	trabalhabilidade	Autonomia	Sensoriamento	Velocidade	Elevação hidráulica	Elevação elétrica	Prancha mecanizada	Prancha manual	Dimensionamento	Geometria	Característica do mecanismo	Custo			
Seguro para o paciente	5	1	3											9	9	9	3
Proteções e travas	4			3	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3
Posicionamento ajustável	4																
Ser estável	4,5	1	3											3	3	9	9
Seguro para o operador	5	1	3	9	3	1	3	9	9	1	1	1	3	1	1	3	3
Manipulação sem esforço físico	3																
Sem componentes salientes	3																
Acabamento	3,5	1	3												3		9
Silencioso	3,5					1	3	3	3	3	3	3	1	3			1
Macio	4																1
Confortável para o paciente	4,5	1	1														1
Suporte para equipamentos de apoio	4,5																
Movimentação suave	4			3	3	3	3	9	9	1				3	3		1
Acionamento simples	4,5			9	3	3	3	3	3	1				1	3		3
Fácil de operar	4,5																
Ajustável a todos equipamentos de exame	4,5																
Ajustes precisos	3,5	9	3	1	9	9	3	3	9	9	3	3	3	3	9	1	3
Leve	4,5																
Movimentação em todas direções	4																
Passar nas portas	4,5	1	1														1
Posicionar em espaços limitados	4,5	1	1														1
Operar com o mínimo de pessoas possível	4																
Baixo custo	3,5	1	1	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	9	9
Alta durabilidade	4,5	3	9	3	1	3	1	1	3	1	1	1	1	9	3	3	3
Baixa manutenção	3,5																
Redução na quantidade de componentes	3,5																
Desmontagem simples	3,5	1															
Importância ponderada		80	95	75	210	135	60	175	315	340	200	255	385	450	290		
% importância		2,6	3,1	2,4	6,9	4,4	2,0	5,7	10,3	11,1	6,5	8,3	12,6	14,7	9,5		

Correlação:
Fraca (1), Média (3), Forte (9)

APÊNDICE II - Equipamento para movimentação e transferência de pacientes