

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

Elias Renã Maletz

**CRITÉRIOS FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS PARA A
SÍNTESE DE MECANISMOS PARA MOVIMENTAR
PACIENTES ACAMADOS**

Florianópolis

2017

Elias Renã Maletz

**CRITÉRIOS FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS PARA A
SÍNTESE DE MECANISMOS PARA MOVIMENTAR
PACIENTES ACAMADOS**

Dissertação submetida ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Me-
cânica para a obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia Mecânica.
Orientador: Prof. Daniel Martins, Dr.
Eng.
Coorientador: Prof. Roberto Simoni,
Dr. Eng.

Florianópolis

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Maletz, Elias Renã

Critérios Funcionais e Estruturais para a Síntese
de Mecanismos para Movimentar Pacientes Acamados /
Elias Renã Maletz ; orientador, Daniel Martins,
coorientador, Roberto Simoni, 2017.

132 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Mecânica. 2. Mecanismos Médico
Hospitalares. 3. Síntese de Mecanismos. 4. Projeto
de Produto. 5. Pacientes Acamados. I. Martins,
Daniel. II. Simoni, Roberto. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica. IV. Título.

Elias Renã Maletz

**CRITÉRIOS FUNCIONAIS E ESTRUTURAIS PARA A
SÍNTESE DE MECANISMOS PARA MOVIMENTAR
PACIENTES ACAMADOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de "Mestre em Engenharia Mecânica", e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.

Florianópolis, 12 de Abril de 2017.

Prof. Jonny Carlos da Silva, Dr. Eng.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Daniel Martins, Dr. Eng.
Orientador/Presidente
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Antônio Renato Pereira Moro, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Carlos Rodrigo de Mello Roesler, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Henrique Simas, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me propiciado condições de lutar e alcançar os objetivos pretendidos.

Aos meus pais, sem seu apoio e incentivo incondicional ao estudo, este trabalho nunca se concretizaria. Aos meus orientadores Daniel Martins e Roberto Simoni e ao Professor Henrique Simas pelo conhecimento transmitido, pelo respeito, pela amizade e, principalmente, pelo forte apoio e incentivo ao longo de todo o período de realização deste trabalho.

Ao meu irmão, Elton André Maletz, pelo companheirismo em todos os momentos. Aos meus amigos que deixei no Rio Grande do Sul, pelo apoio mesmo à distância e aos novos amigos que fiz em Florianópolis.

A todos os colegas de mestrado e do laboratório de Robótica, em especial ao Julio Frantz, Rodrigo Barreto, Marcel Grando, Thaís Muraro, Estevan Murai e a Natalia Boelter que sempre me auxiliaram e compartilharam comigo momentos de alegria e distração. Obrigado amigos.

Finalmente, a CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFSC pela oportunidade e pelo apoio indispensável.

Se alguém lhe bloquear a porta, não gaste energia com o confronto, procure as janelas. Lembre-se da sabedoria da água: A água nunca discute com seus obstáculos, mas os contorna.

(Augusto Cury)

RESUMO

O ambiente hospitalar é um local de trabalho complexo devido à exposição dos trabalhadores aos riscos de doenças ocupacionais e de acidentes. Estes riscos podem variar de acordo com o local de trabalho ou com a função que o profissional desempenha. A movimentação no leito e a transferência de pacientes acamados são alguns dos fatores de risco para o surgimento de doenças ocupacionais e de acidentes para os profissionais que realizam essas tarefas, mas apresentam grande importância na recuperação dos pacientes, sendo essenciais para a realização de exames, atividades de higiene e de alimentação, evitar o desenvolvimento de escaras e de complicações cardiovasculares. O estudo apresentado para aumentar a mobilidade e facilitar a transferência de pacientes acamados visa estabelecer os critérios funcionais e estruturais para a síntese de mecanismos para movimentar pacientes acamados ao longo do desenvolvimento do projeto de produto. Nas últimas décadas o desenvolvimento de mecanismos para a área médico-hospitalar vêm despertando interesse pelo desenvolvimento, melhoramento ou até substituição de produtos para atender as necessidades dos usuários. A fim de definir os requisitos de projeto do produto foram investigadas e estabelecidas as necessidades dos usuários, compilando com as informações do mercado e do estado da técnica disponíveis em bancos de dados de patentes. Com isso, foi possível estabelecer os critérios funcionais e estruturais e desenvolver a síntese de mecanismos para movimentar pacientes acamados.

Palavras-chave: Mecanismos Médico-Hospitalares. Síntese de Mecanismos. Projeto de Produto. Pacientes Acamados.

ABSTRACT

Hospital environments are complex workplaces due to exposition of workers to the risks of occupational sickness and accidents. These risks can vary according with the workplaces or with the function that the professional performs. The movement and transfer of bedridden patients are risk factors for the emergence of occupational diseases or causes of accidents for the professionals who perform these tasks, but are great importance in the patients rehabilitation, being essential for the performance of examinations, activities of hygiene and feeding, avoiding the development of pressure ulcere and cardiovascular complications. The proposed study to increase mobility and facilitate the transfer of bedridden patients aims to establish the functional and structural criteria for the synthesis of mechanisms to move bedridden patients throughout of the product design development. In the last decades, the development of mechanisms for the medical-hospital area have aroused interest in the development, improvement or even replacement of products to meet the needs of users. In order to define the product design requirements, were investigated and established the user needs, compiling with the market research and state-of-the-art available in patents databases. With this, it were possible to establish the functional and structural criteria to develop the synthesis of mechanisms to move bedridden patients.

Keywords: Medical-Hospital Mechanisms. Synthesis of Mechanisms. Product Design. Bedridden Patients.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Pirâmide de idade 2013 - 2040.	30
Figura 2	Representação das duas configurações possíveis do produto.	31
Figura 3	Representação esquemática.	31
Figura 4	Representação esquemática.	32
Figura 5	Leito com mecanismo de rotação.	33
Figura 6	Mecanismo de elevação: (a) Encosto, (b) Pernas.	33
Figura 7	Conceito proposto do dispositivo.	34
Figura 8	Prancha de transferência de pacientes.	35
Figura 9	Dispositivo para elevar pacientes acamados.	35
Figura 10	Cama Eleganza Smart.	36
Figura 11	Cama Eleganza 3XC.	36
Figura 12	Cama hospitalar, uso doméstico.	37
Figura 13	Cama hospitalar com rotação lateral do leito.	37
Figura 14	Cama e cadeira de rodas para transferência de pacientes acamados.	38
Figura 15	Cama hospitalar, disposição geral. 1 - Cabeceira, 2 - Seção das costas, 3 - Seção do assento, 4 - Seção das coxas, 5 - Seção das panturrilhas, 6 - Peseira.	39
Figura 16	Controle das funções da cama hospitalar elétrica.	40
Figura 17	Local de armadilha para os pés.	41
Figura 18	Paciente preso nas grades de proteção.	41
Figura 19	Área para distribuição da carga para o teste de estabilidade lateral.	42
Figura 20	Área para distribuição da carga para o teste de estabilidade longitudinal quando a peseira e/ou cabeceira serem removíveis.	42
Figura 21	Área para distribuição da carga para o teste de instabilidade longitudinal quando a peseira e/ou cabeceira serem fixas. . .	43
Figura 22	Apresentação esquemática do espaço livre sob a cama. .	43
Figura 23	Divisão genérica da Classificação Internacional de Patentes.	44
Figura 24	Evolução pedidos de patentes no Espacenet.	46
Figura 25	Evolução pedidos de patentes no INPI.	47

Figura 26 Pares cinemáticos superiores.	48
Figura 27 Pares cinemáticos inferiores.	49
Figura 28 Cadeias cinemáticas :(a) aberta; (b) fechada e (c) híbrida.	49
Figura 29 Cadeias cinemática fracionadas :(a) no elo; (b) no par cinemático.	50
Figura 30 Posições camas hospitalares.	57
Figura 31 Conceito proposta inicial. I- cabeceira II- seção das costas, III- seção do assento, IV- seção das coxas, V- seção das panturrilhas, VI- Peseira.	72
Figura 32 Fracionamento do mecanismo: A - seção das costas, B - seção das pernas e C - regulagem de altura.	75
Figura 33 Agregação de cadeias cinemáticas.	76
Figura 34 Cadeias cinemáticas - (a) Mecanismo de 4 elos, (b) Mecanismo com 1 elo quaternário e 5 elos binários.	78
Figura 35 Cadeias cinemáticas com $M = 1$ e $v = 2$	78
Figura 36 Mecanismo seção das costas.	79
Figura 37 Cadeias cinemáticas para $M = 2$ e $v = 2$	80
Figura 38 Mecanismo da seção das coxas e panturrilhas e a representação do fracionamento.	81
Figura 39 Cadeia cinemática do mecanismo de variar altura.	81
Figura 40 Representação da base da cama indicando o espaço livre sob a cama e os rodízios.	82
Figura 41 Cadeia cinemática do mecanismo: I - Seção das costas, II - Seção das coxas, III - Seção das panturrilhas, IV - Assento, V - Variação de altura.	83
Figura 42 Conceito base do mecanismo: I - Seção das costas, II - Seção das coxas, III - Seção das panturrilhas, IV - Assento, V - Variação de altura.	84
Figura 43 Posição sentado.	85
Figura 44 Cadeia cinemática do mecanismo para deslocar o paciente para a parte inferior da cama.	85
Figura 45 Cadeia cinemática do mecanismo proposto.	86
Figura 46 Representação do mecanismo fracionado.	87
Figura 47 Posições: (a) cabeceira e vascular, (b) sentado na parte inferior da cama (c) ortostática.	88
Figura 48 Mecanismo proposto.	89

Figura 49	Cadeia cinemática da cama Linet.....	113
Figura 50	Representação estrutural da cama Linet.....	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 2	Número de patentes no Espacenet.	46
Tabela 3	Número de patentes por depositante no INPI.	47
Tabela 4	Clientes por fase do ciclo de vida.	56
Tabela 5	Principais posições executadas por produtos comerciais.	59
Tabela 6	Necessidades dos usuários.	60
Tabela 7	Requisitos dos usuários.	62
Tabela 8	Exemplo matriz comparativa Par a Par.	63
Tabela 9	Requisitos mais solicitados.	64
Tabela 10	Requisitos e suas especificações de projeto do produto.	65
Tabela 11	Exemplo matriz Casa da Qualidade.	66
Tabela 12	Hierarquização especificações de projeto.	67
Tabela 13	Critérios estruturais.	74
Tabela 14	Partição com $M = 1$ e $v = 1$	77
Tabela 15	Partições com $M = 1$ e $v = 2$	77
Tabela 16	Partições com $M = 2$ e $v = 2$	79
Tabela 17	Requisitos estruturais essenciais.	83
Tabela 18	Grau de Importância - Equipe A.	103
Tabela 19	Grau de Importância - Equipe B.	104
Tabela 20	Casa da Qualidade.	107
Tabela 21	Análise das patentes.	111
Tabela 22	Análise das patentes INPI.	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
Espacenet	Banco de dados Europeu de patentes
GI	Grau de Importância
IFTToMM	<i>International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science</i>
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPC	<i>International Patent Classification</i>
NR	Norma Regulamentadora
PGPTA	Programa de Apoio à Pós-Graduação e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Tecnologia Assistiva no Brasil
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFSC	Universidade federal de Santa Catarina
VRP	Valoração dos Requisitos de Projeto

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

M	Mobilidade
n	Número de Elos
j	Número de Juntas
λ	Sistema de Helicoides
ν	Circuitos
Φ	Grau de Fracionamento
β	Número de componentes biconexos
ξ	Número de elos fracionados
R	Par Cinemático Rotativo
P	Par Cinemático Prismático

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	25
1.2 JUSTIFICATIVA	26
1.3 OBJETIVOS	27
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	28
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
2.1 O PROBLEMA DA MOVIMENTAÇÃO DO PACIENTE ...	29
2.2 PROJETO DE PRODUTOS PARA MOVIMENTAR PACI- ENTES ACAMADOS	30
2.3 PRODUTOS PARA MOVIMENTAR PESSOAS ACAMADAS	34
2.4 NORMAS TÉCNICAS	38
2.5 BUSCA DE PATENTES	43
2.6 TEORIA DE MECANISMOS	48
2.7 METODOLOGIAS DE PROJETO DE MECANISMOS ...	50
2.8 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	54
3 DIRETRIZES DE PROJETO	55
3.1 CLIENTES ENVOLVIDOS NO CICLO DE VIDA	55
3.2 ESTUDO DE MERCADO	56
3.3 DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DOS USUÁRIOS DO PRODUTO	59
3.4 CONVERSÃO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES EM ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO	65
3.5 DIRETRIZES DE PROJETO	67
3.5.1 Funções	68
3.5.2 Posições	68
3.5.3 Material da cama	68
3.5.4 Peso da cama	69
3.5.5 Altura da cama	69
3.5.6 Largura da cama	69
3.5.7 Acionamento	69
3.5.8 Segurança	70
3.6 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	70
4 DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS	71
4.1 CONCEITO DO MECANISMO DO PRODUTO	71
4.2 PROJETO DO MECANISMO	72
4.2.1 Critérios Funcionais do Mecanismo	73
4.2.2 Critérios Estruturais do Mecanismo	73

4.2.3 Resultados do Capítulo	83
4.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO	89
5 CONCLUSÕES DO TRABALHO E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	91
5.1 CONSTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	91
5.2 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS	92
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE A – Comparação Par a Par dos Requisitos dos Usuários	103
APÊNDICE B – Casa da Qualidade	108
APÊNDICE C – Análise Patentes	111
ANEXO A – Questionário Profissionais Área da Saúde..	117
ANEXO B – Questionário Pacientes	121
ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Profissionais Área da Saúde	125
ANEXO D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Paciente	129

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é contextualizado o problema da movimentação dos pacientes. Apresenta-se as justificativas, os objetivos e a estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (IBGE, 2015) no ano de 2013 das 200,6 milhões de pessoas residentes no Brasil 6,0% (12,1 milhões) ficaram internadas em hospitais por 24 horas ou mais, nos 12 meses antecedentes à data da pesquisa. Ao estar internada a pessoa provavelmente apresentará algum problema de mobilidade no leito.

A mobilidade de pacientes acamados pode ser definida como a capacidade de mudar e controlar a posição do corpo (AGUIAR; PAIVA, 2003). A restrição de mobilidade durante tempos prolongados em pacientes acamados ou em pessoas com deficiência é um problema grave, pois pode levar a diversos problemas de saúde, problemas musculares e cardiovasculares, aumento do processo degenerativo dos ossos e das articulações, assim como a incidência na formação de escaras são alguns desses problemas. Tudo isso, conseqüentemente pode gerar um estado clínico mais debilitado (GOMES et al., 2010).

Langemo et al. (2002) relatam que o desenvolvimento de lesões que prejudicam a integridade da pele em pacientes hospitalizados podem ocasionar alterações na qualidade de vida dessas pessoas devido ao aumento do tempo de internação.

Para diminuir a incidência de escara a movimentação do paciente deve ser realizada. Na maioria das vezes, os profissionais de enfermagem realizam ou auxiliam nesta tarefa. Zanon e Marziale (2000) relatam diversos problemas de saúde causados por esforços físicos prolongados realizados pelos profissionais de enfermagem, resultando em dores num curto prazo, enquanto em longo prazo podem resultar em lesões permanentes e deformidades. Zanon e Marziale (2000) também apresentam vários fatores que dificultam a movimentação de pacientes, como mobiliário inadequado, falta de equipamentos, pacientes obesos, ausência de pessoal qualificado, etc.

Entre os fatores que dificultam a movimentação pode-se citar as camas hospitalares. Estes produtos apresentam número reduzido de posições/movimentos, restrições de utilização devido ao desconforto e/ou receio da pessoa a ser movimentada, são exemplos das limitações. Nesse sentido, é fundamental uma abordagem de mecanismos para o desenvolvimento ou aprimoramento de tais produtos.

Para a síntese de mecanismos de camas hospitalares existem várias metodologias de projeto de mecanismos, por exemplo, estratégias baseadas em enumeração (YAN, 1998; TSAI, 1999) e metodologias baseadas em blocos de construção (KOTA; CHIOU, 1992; HAN; LEE, 2006). As metodologias baseadas em enumeração são mais utilizadas no Laboratório de Robótica Raul Guenther da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). De acordo com Murai (2013), essas metodologias podem ser divididas em quatro etapas: listar os requisitos de projeto e estruturais, gerar mecanismos, selecionar algum(ns) mecanismo(s) viável(is) para síntese dimensional e realizar projeto detalhado.

Neste trabalho será desenvolvido o projeto informacional do produto para movimentar pacientes acamados e listados os critérios funcionais e estruturais para a síntese de mecanismos que desenvolvam essa função. Por fim, é selecionado um mecanismo com potencial para contribuir com o projeto intitulado "Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para Pacientes Acamados" em andamento no Laboratório de Robótica Raul Guenther da UFSC, em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) e com a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Estas instituições recebem aporte financeiro pelo Edital Tecnologia Assistiva no Brasil e Estudos sobre Deficiência (PGPTA) N° 59/ 2014 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para o desenvolvimento deste projeto.

1.2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento deste trabalho surgiu da necessidade de estabelecer critérios funcionais e estruturais para a síntese de mecanismos para movimentar pacientes acamados. Entretanto, para estabelecer estes critérios é necessário realizar o projeto do produto (cama hospitalar). Segundo Eustat (1998), transformar as necessidades dos usuários em requisitos é o primeiro passo para o processo de desenvolvimento do produto (PDP). O PDP visa guiar o projetista para a implementação do produto no mercado visando beneficiar seus usuários.

Alguns trabalhos relatam os benefícios do uso de produtos para movimentar pacientes acamados. Rush (2005), por exemplo, enumera vários benefícios do uso de camas hospitalares elétricas, tanto para os pacientes, como para os hospitais e para seus trabalhadores. Para os pacientes, essas camas oferecem maior conforto e reduzem o risco de lesões, permitindo maior independência e maior mobilidade durante os períodos de hospitalização. Para o hospital, Rush (2005) afirma que o uso de camas elétricas ajuda a criar um ambiente de trabalho mais seguro, melhorando a auto-estima e diminuindo o risco de lesões músculo-esqueléticas nos profissionais.

Hampton (1998) aponta a importância econômica das camas que facilitam a movimentação dos pacientes. Mesmo com preço e custo de manutenção mais elevados essas camas reduzem o período de internação, o número de camas necessárias e também o tempo de enfermagem necessário se comparadas com camas hospitalares que não auxiliam na movimentação dos pacientes.

A importância deste trabalho também se justifica por propor o desenvolvimento de produto com tecnologia nacional. Na pesquisa realizada pela OSEC (2014), o mercado de aparelhos médicos no Brasil foi avaliado, em 2013, em 3 bilhões de dólares, sendo que mais de 50% eram produtos importados. Este fato leva a perceber que o a oferta de produto nacional é limitada, visto que menos da metade dos mecanismos utilizados em ambientes hospitalares são produtos nacionais.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é determinar os critérios funcionais e estruturais de mecanismos para movimentar pacientes acamados. Para alcançar o objetivo geral alguns objetivos específicos foram definidos:

- Mapear o mercado dos produtos para movimentar pacientes acamados a fim de identificar tendências de desenvolvimento.
- Estabelecer os requisitos dos usuários, baseado em entrevistas com possíveis usuários.
- Indicar as diretrizes de projeto do produto, para o desenvolvimento de mecanismos para movimentar os pacientes acamados.
- Definir o conceito do produto.

- Definir os critérios funcionais de mecanismos a partir das diretrizes de projeto.
- Mapear o estado da técnica, através da análise de patentes.
- Estabelecer os critérios estruturais para a síntese de mecanismos.
- Realizar a síntese preliminar de um mecanismo.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em 5 capítulos, 3 apêndices e 3 anexos. No Capítulo 1, foi contextualizado o problema em estudo, apresentadas as justificativas e também os objetivos da dissertação.

No Capítulo 2, é realizada uma revisão bibliográfica sobre o problema e sobre algumas soluções para a movimentação dos pacientes acamados, bem como alguns produtos disponíveis no mercado. As normas técnicas foram revisadas, assim como metodologias de projeto de produto, de mecanismos e de busca de patentes.

O Capítulo 3 aborda o desenvolvimento do projeto informacional do produto para movimentar os pacientes acamados. É definido os envolvidos no ciclo de vida do produto, apresentado o estudo de mercado, determinado os requisitos dos usuários e convertidos em requisitos de projeto. Com estas informações é indicado as diretrizes de projeto para a síntese de mecanismos.

A definição do conceito do produto e os critérios funcionais e estruturais para a síntese do mecanismo da cama hospitalar são apresentados no Capítulo 4.

As conclusões do trabalho e as perspectivas de trabalhos futuros são apresentadas no Capítulo 5.

No Apêndice A são apresentadas as tabelas de comparação par a par para obter o grau de importância dos requisitos dos usuários. No Apêndice B é apresentada a primeira matriz da casa da qualidade usada para hierarquizar os requisitos de projeto e no Apêndice C temos a análise de algumas patentes e um resumo do trabalho desenvolvido por Barreto (2016), que apresenta a análise das patentes encontradas no banco de dados Brasileiro (INPI) e a análise do mecanismo da cama hospitalar do Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina.

Nos anexos encontram-se os questionários realizados com os profissionais da área da saúde e com os pacientes e os termos de consentimento livre e esclarecido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem por objetivo traçar um panorama do estado da arte relativo ao desenvolvimento de camas hospitalares, mais especificamente, utilizadas por pacientes em estado de pouca ou nenhuma movimentação. Para isso, foram revisados os problemas causados em virtude da falta de movimentação, os projetos de produtos e de mecanismos, também foram analisadas as normas técnicas a serem seguidas e o cenário relativos à produção industrial. Ao final, estabeleceu-se uma análise de similares e um conjunto de considerações das propostas existentes, visando obter subsídios para o desenvolvimento do mecanismo médico-hospitalar para movimentar pacientes acamados.

2.1 O PROBLEMA DA MOVIMENTAÇÃO DO PACIENTE

Os ambientes hospitalares são locais de trabalho complexos devido à exposição dos trabalhadores aos riscos de acidentes e doenças que esses locais apresentam. Os riscos de acidentes e doenças nesse tipo de ambiente pode variar de acordo com o local em que o profissional trabalha ou também com a função que ele desempenha (NISHIDE et al., 2004).

Nishide et al. (2004) analisaram as causas de afastamento do trabalho dos trabalhadores do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (USP) e constataram que as lacerações, ferimentos, torções, contusões e dores na região lombar foram os principais causadores dos afastamentos. Além disso, a movimentação e a transferência de pacientes foram citadas como fatores de riscos.

A movimentação de pacientes é um risco eminente aos profissionais da área da saúde, onde grande esforço físico é demandado para realizar a mudança de posição dos pacientes. Contudo, para os pacientes a mudança de posição no leito é de grande importância na sua recuperação, pois evita o surgimento de novas lesões.

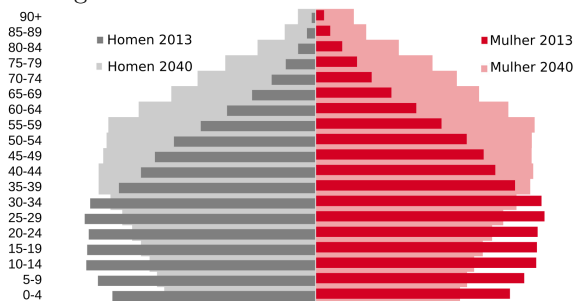
Blanes et al. (2004) indicam que a alta ocorrência de úlceras de pressão em pacientes está associada ao fator hospitalização e à imobilidade no leito. Entre os 78 pacientes acamados portadores de úlcera por pressão, 68% adquiriram a lesão no hospital.

Para minimizar a ocorrência de úlcera por pressão diversos autores afirmam que a maior eficácia no alívio das áreas de pressão ocorre quando a mudança de posição é realizada a cada duas horas (FERNANDES, 2006), (BLANES et al., 2004), (ARAÚJO et al., 2011), (RANGEL, 2004) e (GONÇALVES, 1996). Já Defloor (2000) indica em seu estudo que a menor pressão é verificada na posição Fowler ¹ com inclinação de 30 graus. Defloor (2000) indica ainda que para o decúbito lateral a inclinação de 30 graus é desejável.

Costa et al. (2015) indicam em seu estudo que a população com maior risco para úlcera de pressão são os idosos com mais de 60 anos, as pessoas acamadas e/ou restritas à cadeira de rodas.

O processo de envelhecimento humano tem sido tema de discussão global e no Brasil toma proporções alarmantes, visto que a estimativa de vida da população está aumentando significativamente, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1: Pirâmide de idade 2013 - 2040.



Fonte: OSEC (2014).

Com a identificação dos problemas relacionados com a movimentação de pacientes acamados e a eminente necessidade de desenvolver produtos para este problema será revisado na próxima seção alguns trabalhos sobre produtos para movimentar pacientes acamados.

2.2 PROJETO DE PRODUTOS PARA MOVIMENTAR PACIENTES ACAMADOS

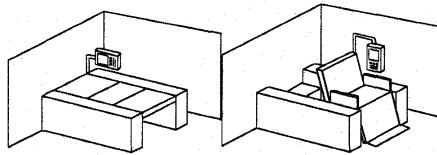
Nesta seção serão revisados alguns projetos de equipamentos para movimentar pacientes encontrados na literatura.

¹Posição de elevação da seção das costas e flexão das pernas.

- Mascaro et al. (1997)

Mascaro et al. (1997) apresentam um sistema composto por uma cadeira de rodas híbrida para pessoas acamadas, onde uma cama seccionada é reconfigurada tornando-se uma cadeira de rodas motorizada. A cadeira desenha-se da cama para que a pessoa acamada não necessite mudar de assento. A representação desse sistema pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2: Representação das duas configurações possíveis do produto.

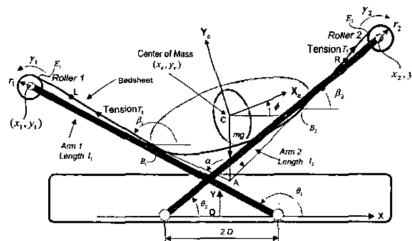


Fonte: Mascaro et al. (1997).

- Roy et al. (2003)

Roy et al. (2003) apresentam um modelo composto por um par de rolos atuados ligados a ambos os lados do lençol, o movimento do par de rolos realiza a elevação do corpo do paciente. Os autores também apresentam um modelo cinemático simplificado para gerar trajetórias em função do movimento corporal desejado. Os autores ainda observam a segurança do paciente, pois a posição e a orientação são continuamente monitoradas. A representação do modelo é apresentado na Figura 3. Esse modelo apresenta algumas características interessantes como a mudança de decúbito lateral e a movimentação lateral no leito.

Figura 3: Representação esquemática.

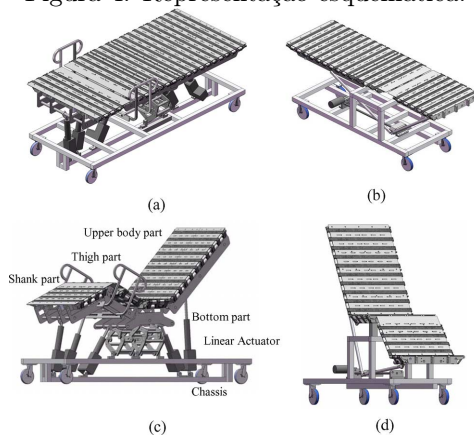


Fonte: Roy et al. (2003).

- Peng et al. (2010)

Peng et al. (2010) descrevem a concepção do mecanismo e o controle para uma cama hospitalar multifuncional. Esse projeto contém duas camas, um suporte principal do paciente e um leito auxiliar para o transporte. Ambas as camas estão representadas na Figura 4.

Figura 4: Representação esquemática.



Fonte: Peng et al. (2010).

A Figura 4 (a) mostra o suporte principal e a Figura 4 (c) mostra a posição sentado. As mesmas posições são apresentadas para o leito auxiliar nas Figuras 4 (b) e 4 (d), respectivamente.

- Hua et al. (2007)

Hua et al. (2007) desenvolveram um leito hospitalar visando reduzir o esforço físico dos(as) enfermeiros(as) e auxiliar na recuperação dos pacientes. O objetivo é fornecer uma cama com as posições deitado e sentado, bem como auxiliar os enfermeiros a mudar de decúbito os pacientes e/ou transferi-los para outra cama. O projeto foi dividido em quatro partes, o leito principal, o leito auxiliar, o mecanismo de rotação lateral e o mecanismo de transferência do paciente. O leito principal e o mecanismo de rotação lateral são mostrados na Figura 5.

Figura 5: Leito com mecanismo de rotação.



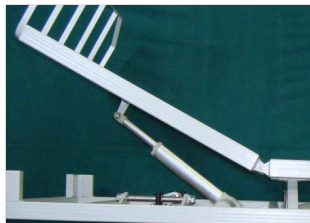
Fonte: Hua et al. (2007).

- Pavlović et al. (2011)

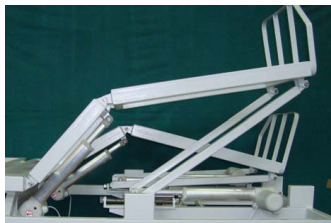
Pavlović et al. (2011) apresentaram uma cama hospitalar multifuncional automatizada. Os autores analisaram várias patentes de camas hospitalares e listaram as funções mais importantes para uma cama hospitalar: ajuste de altura, *Trendelenburg*² e *Trendelenburg reverso*³, inclinação lateral da cama, elevação do encosto e elevação do joelho e das panturrilhas.

Nesse trabalho, os autores mostram o desenvolvimento de um mecanismo para elevar o encosto e outro para a flexionar o joelho, sendo que cada perna tem um suporte separado. O mecanismo para elevar o encosto (Figura 6 (a)) apresenta quatro pares cinemáticos que são acionados por um motor e cada um dos mecanismos para flexionar os joelhos é atuado por dois motores elétricos, estes mecanismos são visualizados na Figura 6 (b).

Figura 6: Mecanismo de elevação: (a) Encosto, (b) Pernas.



(a)



(b)

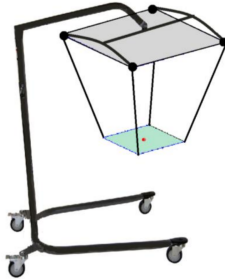
²Movimento onde a pessoa é inclinada até 40 graus, estando com a cabeça numa posição inferior aos pés.

³Movimento onde a pessoa é inclinada até menos 40 graus, estando com a cabeça numa posição superior aos pés.

- Muraro (2015)

Muraro (2015) apresenta a análise cinemática e estática de um robô espacial atuado por cabos para transferência e em algumas situações a movimentação do paciente no leito. O trabalho de Muraro (2015) faz parte do projeto PGPTA, o qual esta dissertação está inserida. Na Figura 7 é apresentado o conceito do dispositivo.

Figura 7: Conceito proposto do dispositivo.



Fonte: Muraro (2015).

2.3 PRODUTOS PARA MOVIMENTAR PESSOAS ACAMADAS

De acordo com Murai (2013) a pesquisa de mercado tem como objetivos listar todas as soluções existentes, conhecer a área do projeto e guiar o projetista em decisões futuras. Yan (1998) sustenta que uma sólida revisão de soluções existentes estimulam novas ideias de projeto.

Back et al. (2008) listam diversas tarefas envolvidas na pesquisa de mercado, começando por levantar a situação dos concorrentes, identificar aplicações alternativas, segmentos e tamanho do mercado. Também devem ser investigados e descritos os problemas e as deficiências dos produtos.

A seguir será exposto alguns produtos para auxiliar na movimentação e/ou transferência de pacientes acamados.

Para pacientes acamados que necessitam de auxílio para a movimentação ou transferência lateral pode ser utilizada uma prancha (Figura 8) que reduz o esforço físico do profissional ao realizar a tarefa. A prancha deve ser posicionada próxima ao corpo do paciente e então o paciente é deslocado e posicionado sobre a prancha. Para o paciente a prancha diminui o deslocamento ao qual o paciente estaria sujeito ao cisalhamento da pele.

Figura 8: Prancha de transferência de pacientes.



Fonte: Panamedical (2015).

A força a ser despendida pelo profissional ao elevar o paciente acamado pode ser minimizada com a utilização de elevadores de pacientes similares ao apresentado na Figura 9. No entanto, observa-se que o paciente deve estar posicionado sobre o suporte, necessitando ainda algum esforço do profissional.

Figura 9: Dispositivo para elevar pacientes acamados.



Fonte: ArjoHuntleigh (2016).

Para pacientes que necessitam permanecer acamados por longos períodos é indicado a mudança de posição constantemente. Nesse sentido é essencial o uso de camas hospitalares elétricas, como a cama Eleganza Smart da empresa Tcheca Linet apresentada na Figura 10. Esse modelo apresenta como características o ajuste na inclinação das seções das costas, das coxas e a variação da altura que são acionadas eletricamente, já a seção das panturrilhas é acionada manualmente.

Figura 10: Cama Eleganza Smart.



Fonte: Linet (2016).

Na Figura 11 é apresentado o modelo Eleganza 3XC da Linet que possui características similares ao modelo Eleganza Smart, acrescenta-se neste modelo o sistema de controle de altura, a balança integrada e o acionamento elétrico através de pedais.

Figura 11: Cama Eleganza 3XC.



Fonte: Linet (2016).

Semelhante com as camas da empresa Linet, mas voltado ao público domiciliar, tem-se o leito (Figura 12) fabricado pela empresa Alemã Stiegelmeyer. Este produto apresenta o diferencial de facilitar a entrada e saída do paciente.

Figura 12: Cama hospitalar, uso doméstico.



Fonte: Stieglmeyer (2015).

Existem também outras empresas que fornecem produtos para o suporte e movimentação de pacientes acamados. Na Figura 13 é apresentada a cama hospitalar da empresa Brasileira MedWorld que apresenta como diferencial o movimento para posicionar o paciente com os pés na lateral da cama.

Figura 13: Cama hospitalar com rotação lateral do leito.



Fonte: MedWorld (2016).

A empresa Norte Americana Nexthealthinc desenvolveu uma cama juntamente com uma cadeira de rodas que são usadas para transferir o paciente acamado da cama para a cadeira de rodas ou vice-versa. Esse sistema pode ser visualizado na Figura 14. Como somente auxilia na transferência do leito para a cadeira, tem o seu uso limitado.

Figura 14: Cama e cadeira de rodas para transferência de pacientes acamados.



Fonte:Nexthealthinc (2016).

Através da revisão de produtos similares e a apresentação das principais características de cada produto é desejável o estudo das reais necessidades dos usuários para apresentar alternativas com melhorias ou aumento no número de funções desempenhadas. O incremento de funções ou melhorias devem atender as normas técnicas para produtos hospitalares e a norma regulamentadora que descreve as condições de trabalho, essas normas serão apresentadas na seção 2.4.

2.4 NORMAS TÉCNICAS

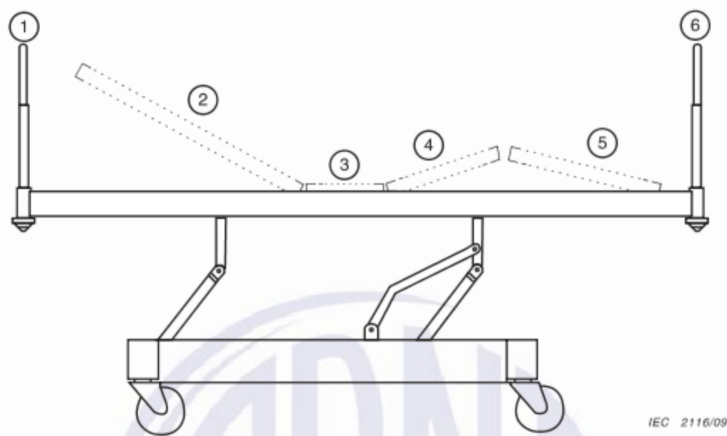
A normalização visa formular e aplicar regras para a solução ou prevenção de problemas. No estabelecimento dessas regras recorre-se à tecnologia como instrumento para estabelecer, de forma objetiva e neutra, as condições que possibilitam que o produto, o projeto, o processo, o sistema, bens ou serviços atendam as finalidades a que se destinam, sem se esquecer dos aspectos de segurança, visando obter um grau ótimo de ordenação em um dado contexto.

Para desenvolver um produto para movimentar pessoas acamadas deve-se seguir a norma regulamentadora NR17 (2013), onde observa-se a normalização das condições de trabalho que incluem aspectos relacionados ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho, bem como à própria organização do trabalho.

A NR17 (2013) cita que se o transporte manual de cargas for realizado por mulheres a carga máxima deve ser inferior aquela estabelecida para os homens, objetivando não comprometer sua saúde e segurança. Ainda, os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características fisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado. Para desenvolver equipamentos hospitalares é necessário observar a norma regulamentadora acima citada para garantir as condições necessárias aos profissionais que manusearem tal equipamento. Porém, para o setor médico-hospitalar tem-se normas técnicas específicas para serem seguidas.

A principal norma técnica a ser atendida nesse trabalho é a norma ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013) - Equipamento eletromédico, Parte 2-52: Requisitos particulares para a segurança básica e o desempenho essencial das camas hospitalares. Esta norma estabelece, por exemplo, a disposição geral de camas hospitalares, como é apresentada na Figura 15.

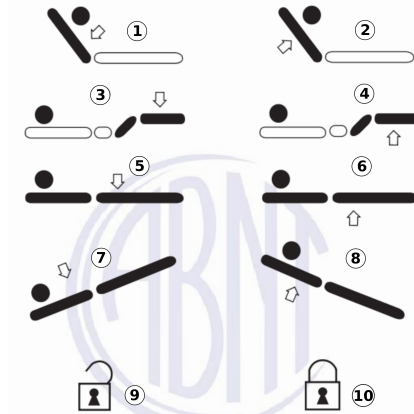
Figura 15: Cama hospitalar, disposição geral. 1 - Cabeceira, 2 - Seção das costas, 3 - Seção do assento, 4 - Seção das coxas, 5 - Seção das panturrilhas, 6 - Peseira.



Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

A configuração da cama hospitalar apresentada na Figura 15 estabelece algumas posições básicas que devem ser executadas. Para exemplificar essas posições são apresentadas na Figura 16 os símbolos indicadores das posições que devem ser rotulados nos controles das camas elétricas.

Figura 16: Controle das funções da cama hospitalar elétrica.



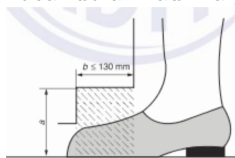
Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

As funções rotuladas no controle apresentado na Figura 16 são detalhadas a seguir:

1. - Abaixamento da seção das costas.
2. - Levantamento da seção das costas.
3. - Abaixamento das pernas.
4. - Levantamento das pernas.
5. - Abaixamento da plataforma.
6. - Levantamento da plataforma.
7. - *Trendelenburg*.
8. - *Trendelenburg* reverso.
9. - Símbolo de cadeado aberto para controle de travamento.
10. - Símbolo de cadeado fechado para controle de travamento.

A norma técnica ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013) orienta que as especificações acerca do peso máximo do paciente e a carga de trabalho segura devem ser rotuladas na cama hospitalar. Esta norma técnica identifica as zonas de armadilha, por exemplo, a distância entre o piso e as partes móveis, como exemplificado na Figura 17, ou ainda a distância entre as partes móveis devem ser sempre menores que 8 mm ou maiores que 25 mm.

Figura 17: Local de armadilha para os pés.



Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

Destaca-se também como zona de armadilha o espaço entre o suporte de colchão e as grades de proteção. A situação apresentada na norma é exposta na Figura 18.

Figura 18: Paciente preso nas grades de proteção.

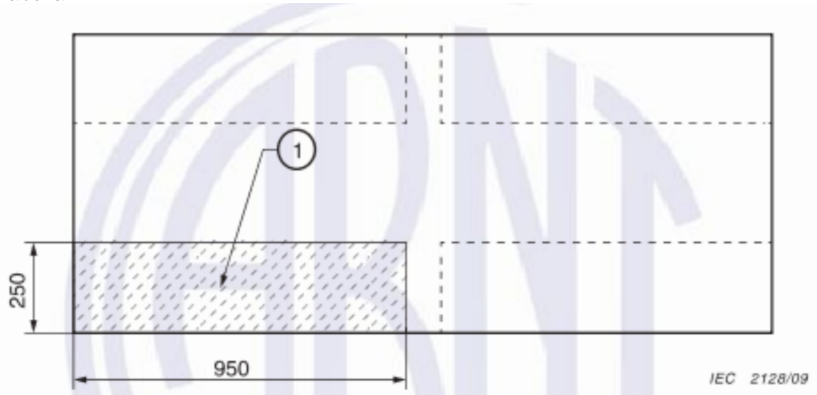


Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

Outro ponto importante da norma ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013) são os testes de instabilidade - desequilíbrio. Quando executados, a cama hospitalar não pode se desequilibrar (virar) em seu posicionamento mais adverso na utilização considerada normal.

Os testes a serem realizados são os ensaios de estabilidade lateral e estabilidade longitudinal, para os ensaios de estabilidade lateral uma carga de 2200 N é aplicada na borda lateral da plataforma de suporte do colchão (Figura 19) e distribuída uniformemente sobre uma área de 250 x 950 mm. Caso a carga máxima indicada pelo fabricante for maior que os 2200 N, deve-se utiliza-la para esse teste.

Figura 19: Área para distribuição da carga para o teste de estabilidade lateral.



Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

O ensaio de estabilidade longitudinal para o caso da peseira e/ou da cabeceira serem removidas sem o uso de ferramentas deve-se aplicar a carga distribuída uniformemente conforme a área especificada na Figura 20.

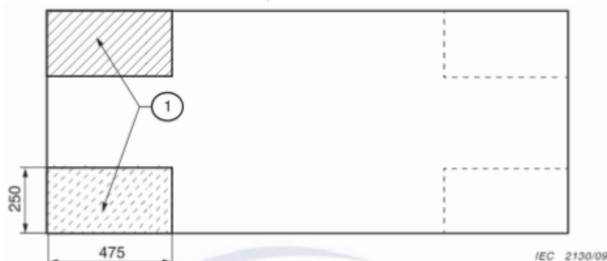
Figura 20: Área para distribuição da carga para o teste de estabilidade longitudinal quando a peseira e/ou cabeceira serem removíveis.



Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

Na outra situação, de a peseira e/ou cabeceira serem permanentes ou necessitarem de ferramentas para sua remoção são utilizadas duas cargas distribuídas nas áreas apresentadas na Figura 21.

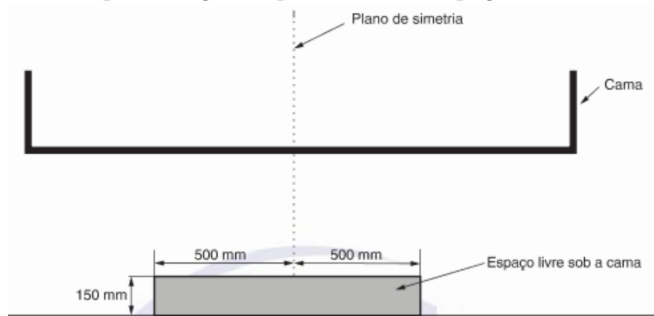
Figura 21: Área para distribuição da carga para o teste de instabilidade longitudinal quando a peseira e/ou cabeceira serem fixas.



Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

A norma técnica ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013) ainda indica que a estrutura responsável de suportar o paciente deve possibilitar um espaço livre sob a parte central inferior da cama, conforme mostrado na Figura 22.

Figura 22: Apresentação esquemática do espaço livre sob a cama.



Fonte: ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013).

2.5 BUSCA DE PATENTES

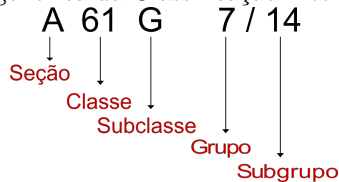
Apesar de não ser frequente o uso da literatura de patentes nos trabalhos acadêmicos, essa fonte de informação é, sem dúvida, uma excelente ferramenta para quem trabalha no desenvolvimento de produto. O grau de detalhamento existente nesses documentos, assim como os dados bibliográficos descritos, permitem um estudo detalhado do estado da arte de determinada área a ser trabalhada.

Griliches (1998) apresenta diversas correlações entre número de patentes depositadas e crescimento econômico, sendo inclusive utilizadas como indicadores de inovação, de pesquisa e desenvolvimento.

As patentes possuem diversas informações importantes, como a data de prioridade, a qual informa quando a patente foi submetida, além disso, todos os direitos sobre a patente são válidos a partir dessa data. Os inventores são as pessoas que desenvolveram o conceito, enquanto os depositantes são aqueles que terão os direitos sobre a patente. As descrições e os desenhos são utilizados para o projetista apresentar o princípio de funcionamento da ideia ou do produto patenteado. Já as reivindicações, de acordo com Hoeltgebaum (2016) é a parte mais importante da patente, porque tudo que não está incluso nas reivindicações não está protegido pela patente.

O depositante ao realizar o pedido de patente deve indicar em qual seção da Classificação Internacional de Patentes (IPC - do inglês - *International Patent Classification*) na qual seu produto está inserido. O IPC é um código utilizado para classificar as patentes e auxiliar na busca de determinado objeto. Para realizar a busca de patentes nos bancos de dados foi preciso compreender a classificação exemplificada na Figura 23. Atualmente a classificação é hierarquizada da seguinte forma: Seção (primeira letra), Classe (composto por dois algarismos), Subclasse (letra), Grupo principal e Subgrupo.

Figura 23: Divisão genérica da Classificação Internacional de Patentes.



Fonte: Adaptado de INPI (2016).

Para exemplificar, o IPC A61G 7/14 é identificado como:

- Seção: A (Necessidades humanas).
- Classe: 61 (Ciência médica ou veterinária; higiene).
- Subclasse: G (Transporte, transporte pessoal ou acomodação especialmente adaptada para pacientes ou pessoas com deficiência; mesas ou cadeiras cirúrgicas; cadeira de dentista; dispositivos para sepultamento).

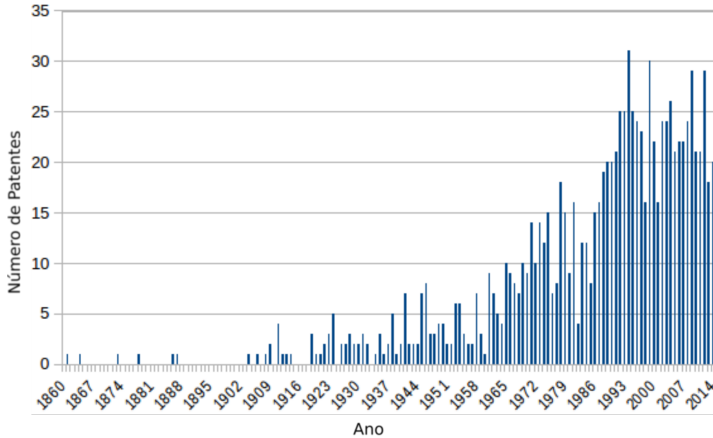
- Grupo principal: 7/XX (Camas especialmente adaptadas para enfermagem; Dispositivos para levantamento de pacientes ou deficientes físicos).
- Subgrupo: 7/14 (Cama ou dispositivo para facilitar tanto o levantamento ou o movimento lateral do paciente ou deficiente físico).

Hoeltgebaum (2016) apresenta uma metodologia de pesquisa de patentes orientada para a pesquisa de mecanismos. A metodologia é composta pelos passos descritos a seguir:

- Pesquisa preliminar - o projetista conhece melhor a área de estudo e realiza a pesquisa com termos genéricos.
- Análise da pesquisa preliminar - os resultados da pesquisa preliminar são analisados para identificar as palavras chaves mais apropriadas, além de determinar os principais IPCs da área de estudo.
- Pesquisa detalhada - pesquisa aprofundada usando parâmetros de pesquisa otimizados, combinando as palavras chaves com os IPCs identificados.
- Análise da pesquisa detalhada - neste passo são esperados menos resultados, porém com maior qualidade. Aqui o projetista deve filtrar os resultados analisando todas as patentes.
- Análise do mecanismo - cada patente é analisada individualmente seguindo uma abordagem teórica de mecanismos, levantando as características mais importantes de cada mecanismo.
- Mapeamento tecnológico - neste passo o projetista deve classificar os resultados utilizando a abordagem para a área de estudo, identificando áreas já exploradas e áreas promissoras.

A partir da metodologia de pesquisa de patentes de Hoeltgebaum (2016), Maletz et al. (2016) realizaram as etapas de pesquisa preliminar e análise da pesquisa preliminar para camas hospitalares. Esse estudo foi continuado por Barreto (2016) para levantar as características mais importantes e identificar as áreas exploradas. Na busca de Barreto (2016) foram encontradas 1043 patentes no banco de dados Europeu (ESPACENET, 2016). A Figura 24 apresenta a evolução dos pedidos de patentes.

Figura 24: Evolução pedidos de patentes no Espacenet.



Fonte: Adaptado de Barreto (2016).

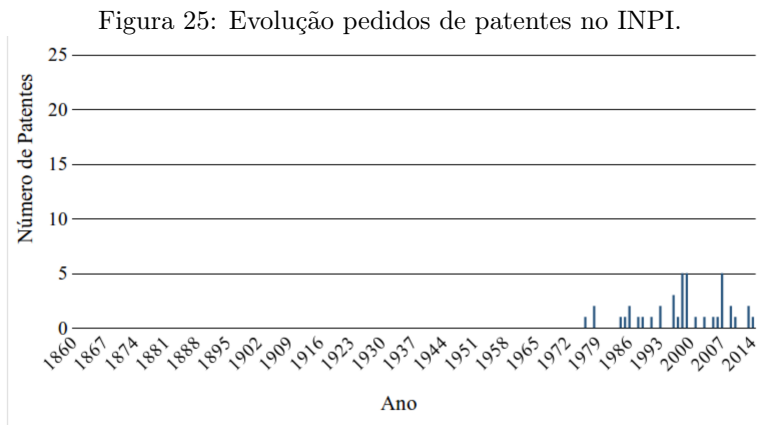
Entre os anos 1920 e 1970 é possível observar um acréscimo no número de patentes. No período entre os anos 1970 e 1990 ocorreu um significativo acréscimo nos pedidos de patente. Já a partir de 1990 os pedidos de patente permaneceram sem grande variação, mas com números similares ao final do período anterior. Barreto (2016) cita, ainda, os principais depositantes encontrados, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Número de patentes no Espacenet.

Depositantes	Número de patentes
Hill Rom Co Inc	64
Stieglmeyer & Co GMBH	22
Stryker Corp	18
Arnold LC	11
Beem Foundation	7
Vauth Sagel GMBH & Co	7
L & P Property management	6
Sichelschmidt Stanzwerk	6
Simmons Co	6
Voelker AG	5
Wissner Bosserhoff Gmbh	5
Medicatlantic	5
Hans-Peter Barthelt	5

Fonte: Adaptado de Barreto (2016).

A pesquisa desenvolvida por Barreto (2016) apresenta também a evolução nos pedidos de patentes (Figura 25) junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI, 2016).



Fonte: Adaptado de Barreto (2016).

A busca de patentes no Brasil mostrou uma distribuição aleatória ao longo dos anos e um número bem menor em comparação ao Banco de dados Europeu. Os principais depositantes no Brasil são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3: Número de patentes por depositante no INPI.

Depositante	Número de Patentes
Hill Rom Co Inc	9
Mecano S.A.	2
Centro Médico Especializado	1
Maquet GMBH	1
Marc Mil	1
Abdias Pergentino de Araujo Filho	1
Simon Betson	1
Claudio Machado Carvalho	1
Leandro Rodrigues Marques dos Santos	1
Nilvana Silveira de Souza	1
Fundação das pioneiras sociais DF	1

Fonte: Adaptado de Barreto (2016).

Na busca realizada no INPI foram encontrados apenas dois depositantes com mais de uma patente, sendo as empresas Hill-Rom e Mecano S.A. Analisando a busca de patentes observou-se a empresa Hill-Rom com um grande número de patentes, sendo uma das principais empresas do setor médico-hospitalar mundial. Mais informações sobre as patentes dessa empresa podem ser observados em Patents (2017).

2.6 TEORIA DE MECANISMOS

Nesta seção serão introduzidos alguns conceitos fundamentais da teoria de mecanismos.

Um corpo material é considerado rígido se a distância entre quaisquer dois pontos do corpo permanecer constante ao longo do tempo. Na realidade, os materiais sofrem deformação sob perturbação, mas se essa deformação for pequena e puder ser desprezada, o corpo é considerado rígido (TSAI, 2001).

Os corpos rígidos que fazem parte de um mecanismo ou de uma máquina são chamados de elos. A conexão entre dois elos é chamada de pares cinemáticos. Um par cinemático adiciona fisicamente algumas restrições ao movimento relativo entre dois elos (TSAI, 2001).

Os pares cinemáticos podem ser classificados de acordo com o tipo de contato entre eles em:

- Pares cinemáticos superiores: O contato entre esses pares é pontual ou linear, alguns exemplos são mostrados na Figura 26.

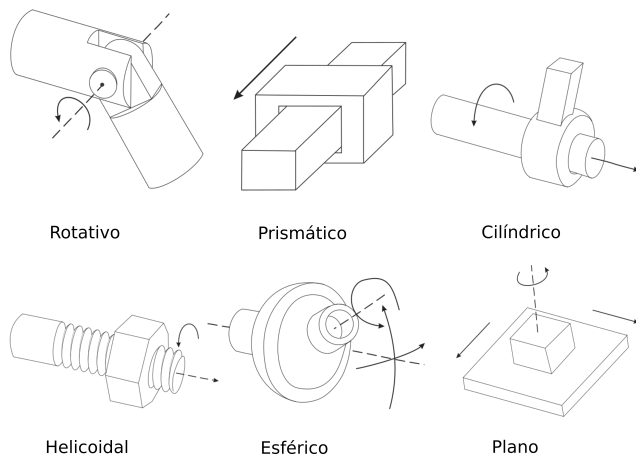
Figura 26: Pares cinemáticos superiores.



Fonte: Adaptado de Simoni (2008).

- Pares cinemáticos inferiores: O contato entre esses pares é superficial. Existem seis pares cinemáticos inferiores que são frequentemente usados em mecanismos, máquinas e robôs, os quais são mostrados na Figura 27.

Figura 27: Pares cinemáticos inferiores.

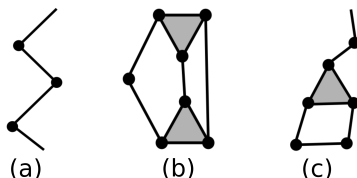


Fonte: Adaptado de Simoni (2008).

Os mecanismos são tradicionalmente classificados de acordo com sua estrutura topológica, ou seja, conforme as características de sua cadeia cinemática. Cadeia cinemática é um conjunto de elos conectados através de pares cinemáticos. De acordo com esta classificação, um mecanismo pode ser considerado serial, paralelo ou híbrido.

Um mecanismo é serial quando sua cadeia cinemática é aberta, ou seja, cada um dos elos é conectado a todos os demais elos por apenas um caminho (TSAI, 1999). Já um mecanismo que possui a cadeia cinemática fechada é chamado paralelo. Nesse caso, todos os elos conectam-se aos demais por pelo menos dois caminhos. E, finalmente, quando um mecanismo possui pelo menos uma cadeia fechada e uma aberta, diz-se que o mecanismo é híbrido (TSAI, 1999). A Figura 28 mostra os três tipos de cadeias cinemáticas.

Figura 28: Cadeias cinemáticas :(a)aberta; (b) fechada e (c) híbrida.



Fonte: Adaptado de Murai (2013).

De acordo com a terminologia da *International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science* (IFToMM), a mobilidade é o número de variáveis independentes necessárias para um movimento de entrada para uma cadeia cinemática (IFTOMM, 2016). A mobilidade é também conhecida como o número de graus de liberdade da cadeia cinemática (HUNT, 1978).

De acordo com Simoni e Martins (2007) algumas cadeias cinemáticas com mobilidade $M > 1$ podem apresentar fracionamento. Uma cadeia cinemática fracionada pode ser dividida em duas cadeias cinemáticas fechadas e independentes. A Figura 29 apresenta dois exemplos de cadeias cinemática fracionadas.

Figura 29: Cadeias cinemática fracionadas :(a)no elo; (b) no par cinemático.



Fonte: adaptado de Simoni e Martins (2007).

Uma cadeia cinemática com fracionamento de elo (Figura 29 (a)) contém um elo que divide a cadeia em duas cadeias fechadas e independentes. Além disso, a cadeia cinemática original deve ter no mínimo dois circuitos independentes e mobilidade maior ou igual a dois (TISCHLER, 1995). Já uma cadeia cinemática com fracionamento no par cinemático (Figura 29 (b)) contém um par cinemático que divide a cadeia em duas cadeias fechadas e independentes (TISCHLER, 1995).

2.7 METODOLOGIAS DE PROJETO DE MECANISMOS

Nesta seção será realizada uma breve discussão sobre o projeto de mecanismos. Inicialmente, a metodologia de Hartenberg e Denavit (1964) é apresentada, em seguida outras duas metodologias bem estabelecidas, metodologias de Yan (1998) e Tsai (2001). Posteriormente é descrita a metodologia desenvolvida no Laboratório de Robótica Raul Guenther por Murai (2013).

- Hartenberg e Denavit (1964) - dividem o projeto de mecanismos em três fases: síntese do número, do tipo e síntese dimensional.

1. Síntese do Número - visa determinar a quantidade de pares cinemáticos e a forma com que os elos estarão ligados entre si. A quantidade de pares cinemáticos e elos influenciará na mobilidade da cadeia cinemática, que pode ser determinada através da Equação de Grübler,

$$M = (n - 1 - j)\lambda + j \quad (2.1)$$

onde n é o número de elos, j é o número de pares cinemáticos com 1 grau de liberdade (DOF) e λ é a ordem do sistema de helicoides.

A Equação 2.1 estabelece a mobilidade de um mecanismo de acordo com suas características estruturais. No entanto, a mobilidade também depende de outros fatores, tais como a posição dos pares cinemáticos e as dimensões dos elos. Com isso, em alguns casos, a equação 2.1 não resulta a mobilidade correta. Neste caso é mais frequente utilizar a equação de Euler:

$$\nu = j - n + 1 \quad (2.2)$$

onde ν é o número de circuitos independentes da cadeia cinemática. Uma vez determinado o número de pares cinemáticos, os elementos de pares cinemáticos, e , são $2j$.

É importante enfatizar que as cadeias cinemáticas devem ser adequadas, conforme definido por Tischler et al. (1995a), ou não-degenerado, como apontado por Simoni e Martins (2007). Cadeias cinemáticas que têm $M \leq 0$ não são de interesse no estudo de mecanismos.

Mais informações e exemplos sobre a síntese de números estão disponíveis em Tischler et al. (1995a), Tischler et al. (1995b), Simoni e Martins (2007) e Murai (2013).

2. Síntese do Tipo - visa determinar os tipos de pares cinemáticos que serão utilizados (rotativos, prismáticos, helicoidais, entre outros). Esse processo requer atenção do projetista, porque vários fatores devem ser considerados. Os pares cinemáticos mais complexos podem apresentar custos mais elevados, complexidade na montagem e na manutenção. Esta etapa geralmente fornece um elevado número de resultados, portanto, os algoritmos computacionais são frequentemente usados para listar e filtrar as diferentes combinações.

3. Síntese Dimensional - tem por objetivo determinar as dimensões dos elos (comprimentos, ângulos, posição de pontos de interesse, entre outras) de tal forma que o ponto de interesse execute a trajetória desejada.
- Yan (1998) - estabelece uma metodologia utilizando a representação de cadeias cinemáticas através de grafos. Nela as características estruturais são determinadas através da análise de mecanismos existentes que realizam movimentos similares aos desejados. A metodologia proposta por Yan (1998) pode ser resumida nas seguintes etapas:
 1. Verificar mecanismos similares existentes que atendam às especificações de projeto e suas características estruturais.
 2. Generalizar os mecanismos existentes, expandindo os pares cinemáticos para pares cinemáticos rotativos.
 3. Gerar o atlas de cadeias generalizadas que apresentam a mesma quantidade de elos e pares cinemáticos que a cadeia generalizada do mecanismo já existente.
 4. A partir do atlas de cadeias generalizadas, gerar o atlas de cadeias especializadas. Caso as cadeias especializadas satisfazem os requisitos de projeto as mesmas são denominadas cadeias especializadas viáveis.
 5. Particularizar cada cadeia especializada viável no formato final, obtendo o atlas de projetos.
 6. Do atlas de projetos separar projetos já existentes e projetos novos.
 - Tsai (2001) - utiliza a teoria de grafos e a análise combinatória para projetar mecanismos e pode ser resumida em sete etapas:
 1. Identificar os requisitos funcionais baseados nas exigências do cliente.
 2. Determinar a natureza do movimento (plano, esférico, espacial), da mobilidade, da redundância e da complexidade do mecanismo.
 3. Identificar as características estruturais associadas com alguns requisitos funcionais.
 4. Enumerar todas as possíveis estruturas cinemáticas usando algum método de síntese estrutural de cadeias cinemáticas.

5. Avaliar qualitativamente os mecanismos enumerados em termos do potencial de cada mecanismo para satisfazer às exigências funcionais. Assim, um conjunto de mecanismos possíveis são listados.
 6. Selecionar o mecanismo mais promissor para a fase da síntese dimensional, otimização, da simulação, da demonstração de um protótipo e da documentação.
 7. Entrar em fase de produção.
- Murai (2013) - propõe a combinação das características das metodologias apresentadas anteriormente. O autor determina as seguintes etapas para a metodologia:
 1. Revisão do estado da arte de mecanismos que executam as funções desejadas ou similares. Nesta etapa, os requisitos do cliente também devem ser listados.
 2. Identificar as características funcionais e estruturais dos mecanismos encontrados na pesquisa do estado da arte.
 3. Determinar os requisitos funcionais e estruturais para o projeto em desenvolvimento.
 4. Selecionar três critérios estruturais do mecanismo como entradas para o gerador.
 5. Gerar todas as cadeias cinemáticas possíveis.
 6. Avaliar todas as cadeias cinemáticas e eliminar todas as cadeias cinemáticas que não cumprem os critérios funcionais. Se após este passo não houver cadeia cinemática restante, as características estruturais devem ser alteradas e o gerador deve ser reavaliado.
 7. Executar a síntese do tipo para as cadeias cinemáticas selecionadas.
 8. Realizar a síntese dimensional a partir dos mecanismos desenvolvidos na etapa anterior.
 9. Produzir um protótipo. Se for necessário ajustes adicionais, a síntese do tipo ou dimensional podem ser refeitas.
 10. Desenvolver a documentação do protótipo.
 11. Iniciar a produção.

Para desenvolver o projeto do mecanismo será utilizada como guia a metodologia descrita por Murai (2013).

2.8 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo apresentou-se a revisão sobre assuntos relacionados à movimentação de pacientes. Alguns tópicos para o projeto de produtos e para o projeto de mecanismos foram discutidos. Alguns projetos já desenvolvidos ou em desenvolvimento foram expostos, assim como alguns produtos disponíveis no mercado. Um breve relato sobre normas técnicas foi apresentado, bem como a revisão sobre metodologia de busca de patentes e os trabalhos anteriores realizados no projeto que esta dissertação está inserida.

A partir da revisão sobre as metodologias de projeto de mecanismos observou-se que nas etapas iniciais é necessário determinar os requisitos de projeto. Estas informações podem ser obtidas através da utilização de metodologia de projeto de produto. Essa integração é essencial e por isso será utilizada neste trabalho a fase informacional da metodologia de projeto de produto.

3 DIRETRIZES DE PROJETO

A discussão apresentada no Capítulo 2 mostrou a revisão sobre o problema da movimentação de pacientes acamados. Os conceitos da revisão do estado da arte e da técnica servirão como fundamentação para investigar as diretrizes necessárias para o desenvolvimento do produto.

Na literatura existem diversas metodologias que servem como referência para o processo de desenvolvimento de produtos. Tais metodologias são compostos por fases, atividades e tarefas, por meio das quais a equipe desenvolve o produto, considerando simultaneamente as necessidades e suas restrições ao longo do ciclo de vida do produto.

A metodologia de projeto de produto que guiará este trabalho será a desenvolvida por Back et al. (2008), denominado Modelo para o Projeto de Desenvolvimento Integrado de Produtos - PRODIP. Sendo apresentada neste capítulo o projeto informacional, através da definição dos clientes envolvidos no ciclo de vida e do estudo de mercado para determinar as necessidades dos usuários. Estas necessidades foram transformadas em requisitos e posteriormente em requisitos de projeto para identificar as diretrizes de projeto.

3.1 CLIENTES ENVOLVIDOS NO CICLO DE VIDA

No processo de desenvolvimento de produtos Pahl e Beitz (1996) citam que o ciclo de vida representa a conversão de matéria prima em produtos econômicos de alto valor agregado. Essa conversão é realizada através de vários processos, tais como: projeto, fabricação, montagem, instalação, operação, manutenção, uso, reutilização e descarte (ROOZENBURG; EEKELS, 1995).

Os clientes envolvidos no ciclo de vida de um projeto podem ser divididos em três grandes grupos: clientes externos, clientes intermediários e clientes internos. Os clientes externos são aqueles que farão uso do produto, utilizando para realizar determinada tarefa ou consumindo o mesmo para sua satisfação própria. Esses clientes, em geral, esperam atributos como: qualidade, baixo preço, eficiência, segurança, durabilidade e fácil operação. Já os clientes intermediários, são os responsáveis pela distribuição, compra, venda e marketing do produto. Para finalizar, têm-se os clientes internos, que são os fabricantes, os projetistas e as pessoas ligadas à produção. A Tabela 4 apresenta uma associação entre o ciclo de vida e seus respectivos clientes.

Tabela 4: Clientes por fase do ciclo de vida.

Fases do Ciclo de Vida	Clientes
Projeto	Engenheiros
	Técnicos
	Prof. Área da Saúde
	Pacientes
	Orgãos Regulamentadores
Produção	Empresas
	Associações
Montagem (Testes)	Empresas
Transporte	Transportadoras
Uso	Enfermeiros
	Pacientes
	Técnicos de Enfermagem
	Médicos
	Cuidadores/Familiares
	Fisioterapeutas
Manutenção	Técnicos de manutenção
	Familiares
Reciclagem	Empresas
Descarte	Empresas

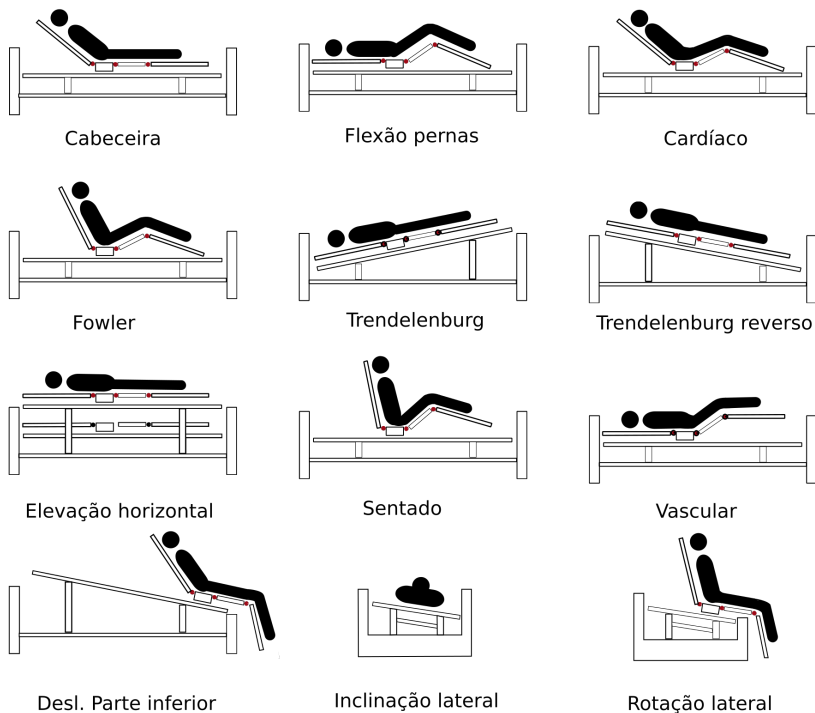
Identificados os clientes do projeto, foram definidos os atributos do produto. Os atributos gerais escolhidos para serem usados, baseado em Fonseca (2000), foram: funcionalidade, ergonomia, segurança, confiabilidade, normalização, usabilidade, manutenibilidade, fabricabilidade, montabilidade, esteticidade e vendabilidade. Já os atributos específicos foram: material, configuração, ajustes, cinemática, estabilidade e controle. Estes atributos auxiliam na análise de produtos similares e na definição das necessidades dos usuários.

3.2 ESTUDO DE MERCADO

Back et al. (2008) listam diversas tarefas envolvidas na pesquisa de mercado, começando por levantar a situação dos concorrentes, identificar aplicações alternativas, segmentos e tamanho do mercado.

Maletz et al. (2016) realizaram a pesquisa de mercado de produtos para movimentar pacientes acamados, observando as posições que os produtos realizam, conforme é mostrado na Figura 30.

Figura 30: Posições camas hospitalares.



Fonte: Adaptado de Maletz et al. (2016)

As posições dos produtos apresentadas na Figura 30 são detalhadas a seguir:

- Cabeceira/Dorso: movimento de elevação do dorso em até 70 graus em relação ao plano horizontal da cama.
- Flexão das pernas: movimento de flexão-extensão do joelho. A flexão define-se como o movimento que aproxima a face posterior da panturrilha e da face posterior da coxa.
- Cardíaco: combinação do movimento de elevação do dorso em no mínimo 45 graus em relação ao plano horizontal da cama e a flexão das pernas.

- *Fowler*: movimento de elevação do dorso em 70 graus e flexão das pernas em relação ao plano do leito.
- *Trendelenburg*: movimento onde a pessoa é inclinada em até 40 graus, estando com a cabeça numa posição inferior aos pés.
- *Trendelenburg* reverso/*proclive*: movimento onde a pessoa é inclinada em até menos 40 graus, estando com a cabeça numa posição superior aos pés.
- Elevação horizontal: movimento de elevação do leito da altura mínima até a máxima.
- Sentado: movimento de elevação do dorso até 90 graus e flexão do quadril.
- Vascular: movimento de flexão do quadril, onde os pés são elevados, nivelados acima do dorso.
- Deslocamento para a parte inferior da cama: deslocamento da pessoa da posição cabeceira para a parte inferior da cama, posteriormente as pernas são posicionadas próximas ao piso para facilitar a saída da cama.
- Inclinação lateral: movimento de inclinação lateral.
- Rotação lateral: a pessoa encontra-se na posição cabeceira, então é realizada uma rotação lateral de 90 graus, posteriormente as pernas são posicionadas próximas ao piso para facilitar a saída da cama.

Ainda na pesquisa realizada em Maletz et al. (2016) foram comparados o mercado internacional com o mercado brasileiro. Internacionalmente foi utilizada a lista de empresas com catálogos cadastrados no banco de dados da MedicalExpo¹ (MEDICALEXPO, 2016), enquanto que no Brasil buscou-se nos bancos de dados da Anvisa (ANVISA, 2016) e do Inmetro (INMETRO, 2016).

Optou-se por analisar as posições comparando as empresas e não cada produto. Analisando os produtos individualmente teríamos um número elevado de dados, já através da observação por empresas, pode-se comparar os resultados com a busca de patentes, onde foram identificados os depositantes com maior número de pedidos ².

¹Site especializado em divulgar e apresentar empresas da área da saúde.

²Geralmente depositantes com número elevado de pedidos de patentes são empresas.

Com a pesquisa de mercado realizada em Maletz et al. (2016) são observados 2 grupos de posições/movimentos, conforme Tabela 5. O primeiro (1º) grupo praticamente todas as empresas tem disponível em seus produtos e o segundo (2º) grupo somente algumas empresas apresentam em seus produtos.

Tabela 5: Principais posições executadas por produtos comerciais.

	Posições/Movimentos	MedicalExpo	Anvisa	Inmetro
1º grupo	Cabeceira/Dorso	94	44	11
	Flexão pernas	91	44	11
	Cardíaco	90	44	11
	Fowler	90	44	11
	<i>Trendelenburg</i>	81	35	11
	<i>Trendelenburg reverso/Proclive</i>	82	37	11
	Elevação horizontal	89	32	11
	Sentado	68	37	9
	Vascular	65	36	9
2º grupo	Deslocamento para a parte inferior	5	0	0
	Inclinação lateral	12	0	0
	Rotação lateral	3	1	0

Fonte: Adaptado de Maletz et al. (2016)

As posições do 2º grupo podem ser consideradas complexas, mas que facilitam a movimentação e/ou a transferência do paciente acamado, sendo considerada uma tendência tecnológica.

3.3 DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DOS USUÁRIOS DO PRODUTO

Fonseca (2000) indica duas maneiras gerais para determinar as necessidades dos clientes do projeto:

- coleta das necessidades dos clientes e usuários. Baseando-se nas fases do ciclo de vida, utilizando para esse fim as observações e/ou questionários dirigidos entre outros métodos.

- obtenção das necessidades sem consultar os clientes do projeto. Neste caso, a equipe de projeto define as necessidades dos clientes baseando-se em pesquisas bibliográficas, na experiência da equipe, em *check-list* ou pelos atributos do produto.

Para conhecer as necessidades dos clientes e adquirir conhecimento sobre a forma de trabalho dos profissionais envolvidos com a movimentação e transferência de pacientes acamados e as funções a serem desempenhadas pelo produto foram realizadas observações em ambientes hospitalares e entrevistas estruturadas. Para as entrevistas foram utilizados dois questionários. Um para os profissionais da área da saúde (Anexo A) e o outro para os pacientes (Anexo B).

Para desenvolver os questionários utilizou-se materiais bibliográficos como Gallasch e Alexandre (2003), Montes et al. (2009), Costa et al. (2015), Rocha et al. (2013). Após a finalização dos questionários encaminhou-se o projeto para apreciação ética junto ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina, o qual foi aprovado sob Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) n° 62321616.4.0000.0121, que pode ser consultado na Plataforma Brasil.

Os questionários somente foram aplicados depois do projeto ser aprovado pelo Comitê de Ética e teve início após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), tanto pelos profissionais da área da saúde, presente no Anexo C, como pelos pacientes, presente no Anexo D.

Analisando os 28 questionários respondidos, 23 correspondentes aos profissionais da área da saúde e 5 aos pacientes e as informações obtidas em conversas durante as observações foi possível listar as necessidades dos usuários, e então, convertê-las para requisitos dos usuários. Para a conversão foram utilizadas expressões compostas por um verbo formador de função seguido de um ou mais substantivo, conforme observado na Tabela 6.

Tabela 6: Necessidades dos usuários.

Necessidades dos Usuários	Requisitos dos Usuários
Segurança	Evitar quedas
Facilidade de uso	Ser fácil de utilizar
Ser ergonômico	Minimizar força de acionamento
Possuir autonomia elevada	Elevar capacidade da bateria
Ser adaptável	Variar posições
	Variar dimensões
Facilitar transferência	Aumentar número de locais
	Continua...

Continuação da Tabela 6	
Necessidades dos Usuários	Requisitos dos Usuários
Facilitar transferência	Variar posições
Facilitar trocar roupas de cama	Alterar decúbito
	Retirar paciente
Ser resistente	Ser durável
	Ter longa vida útil
	Ter pouca manutenção
Possibilitar uso de acessórios	Possibilitar uso de acessórios
Movimentar paciente com sobrepeso	Possibilitar alta capacidade de peso
Ser Confortável	Ser de material adequado
	Aumentar número de posições
Atender normas	Ser de material adequado
	Atender normas gerais
Ser de fácil limpeza	Ter poucos componentes
	Ter poucos de cantos vivos
	Ser de material adequado
Ser de simples fabricação	Ter Processos convencionais de fabricação
Baixo Custo	Ter baixo preço de venda

Por meio do levantamento das necessidades dos usuários observou-se que o requisito variar posições foi bastante lembrado. Por isso optou-se por desdobrar esse requisito em vários, observando as posições dos produtos pesquisados na busca de mercado ou citadas pelos usuários, tais como: sentar na parte inferior da cama, sentar na lateral da cama, posicionar ortostaticamente³ o paciente, variar altura, movimentar a seção das costas, movimentar a seção das coxas, movimentar a seção das panturrilhas e dos pés e *Trendelenburg*.

Estes requisitos dos usuários foram observados nos clientes externos, já os clientes intermediários almejam que o produto seja fácil de embalar, transportar e armazenar e os clientes internos esperam do produto seja fácil de montar, armazenar e utilizar recursos disponíveis, tais como: componentes e processos de fabricação padronizados.

Os requisitos dos usuários estão apresentados na Tabela 7, sendo cada requisito identificado por um número, utilizado na hierarquização realizada posteriormente.

³Posição em pé.

Tabela 7: Requisitos dos usuários.

Evitar quedas	1
Sentar parte inferior da cama	2
Sentar na lateral da cama	3
Posicionar ortostaticamente o paciente	4
Variar altura	5
Ser fácil de utilizar	6
Movimentar seção das costas	7
Movimentar seção das coxas	8
Movimentar seção das panturrilhas e dos pés	9
Possibilitar decúbito lateral	10
Possuir autonomia elevada	11
Ser de fácil limpeza	12
Possibilitar uso de acessórios	13
Ter baixa manutenção	14
Movimentar pacientes com sobrepeso	15
Ter baixo custo	16
Ser ambientalmente correto	17
Ter poucos componentes	18
Ser durável	19
Trocar roupas de cama	20
Facilitar higiene pessoal	21
Executar <i>Trendelenburg</i>	22

Baseados nos aspectos do ciclo de vida do produto, a equipe de projeto realizou encontros com potenciais usuários para hierarquizar os requisitos dos usuários. Nos encontros, os requisitos foram avaliados par a par quanto a importância de um em relação aos outros. Tal procedimento é recomendado por Ullman (1992) e utiliza como ferramenta o diagrama de Mudge (CSILLAG, 1985).

O diagrama de Mudge é uma matriz quadrada, na qual as colunas e as linhas são compostas pelos requisitos dos usuários. Nesta matriz compara-se cada um dos requisitos das linhas com os requisitos das colunas, um a um, exceto os iguais.

O diagrama de Mudge permite a classificação dos requisitos em três níveis de importância: pouco mais importante (valor 1 = C), mediantemente mais importante (valor 3 = B) e muito mais importante (valor 5 = A). O valor relativo de cada requisito é obtido pelo somatório dos

valores observados em todo o diagrama ⁴.

As tabelas de comparação par a par encontram-se na integra no Apêndice A. Apresenta-se duas tabelas, pois a hierarquização foi realizada com duas equipes, uma de cada hospital que participou da pesquisa. Nestas equipes estavam presentes profissionais envolvidos na movimentação e na transferência de pacientes acamados e alguns participantes da equipe de projeto.

A comparação foi realizada conforme o exemplo da Tabela 8. Se o requisito "evitar quedas" (1) é mediamente mais importante do que "variar altura" (5), tem-se o termo 1B. Da mesma forma, se "evitar quedas" (1) é um pouco mais importante se comparado ao "ser fácil de utilizar" (6), tem-se o termo 1C. Ao considerar que "ser fácil de utilizar" (6) é muito mais importante que "variar altura" (5), tem-se o termo 6A.

Tabela 8: Exemplo matriz comparativa Par a Par.

Requisitos	1	...	5	6	n
1	1	...	1B	1C	...

		5	5	6A	...
			6	6	...
				n	n

Para o exemplo da Tabela 8 o valor relacionado ao requisito "evitar quedas" é $1B + 1C = 3 + 1 = 4$, para o requisito "variar altura" tem-se valor zero e ao requisito "ser fácil de utilizar" tem-se $6A = 5$.

A valoração dos requisitos dos clientes é de grande importância, pois é um pré-requisito para a aplicação da primeira matriz do QFD (*Quality Function Deployment*), comumente conhecida como "Casa da Qualidade", conforme é reportado na literatura (FONSECA, 2000).

Schmitt (2016) calcula o Grau de Importância (GI) de cada requisito segundo a Equação 3.1:

$$GI = 9 \cdot \frac{S_i - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} + 1 \quad (3.1)$$

onde, S_i é o somatório dos valores relacionados com o requisito, S_{min} é o valor mínimo entre o somatório dos requisitos e S_{max} é o valor máximo entre o somatório dos requisitos.

⁴Somatório abrange somente os valores das células em que o mesmo requisito é considerado dominante.

Os requisitos mais solicitados ao realizar a hierarquização são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Requisitos mais solicitados.

	Requisitos dos usuários	
	Equipe A	Equipe B
1º	Evitar quedas	Evitar quedas
2º	Variar altura	Variar altura
3º	Movimentar seção cabeceira	Movimentar seção cabeceira
4º	Movimentar paciente obeso	Movimentar pacientes obeso
5º	Movimentar seção coxa	Facilitar Transferência lateral
6º	Facilitar higiene pessoal	Movimentar seção coxa
7º	Executar <i>Trendelenburg</i>	facilitar transferência inferior
8º	Facilitar transferência lateral	Executar <i>Trendelenburg</i>
9º	Ser de fácil limpeza	Ser de fácil limpeza
10º	Ser durável	Possibilitar posição ortostática
11º	Facilitar transferência inferior	Possibilitar decúbito lateral
12º	Possibilitar posição ortostática	Ser fácil de utilizar
13º	Ter baixa manutenção	Ter baixa manutenção
14º	Movimentar seção pés	Facilitar higiene pessoal
15º	Possibilitar decúbito lateral	Ter baixo custo
16º	Ter baixo custo	Ser durável
17º	Ser ambientalmente correto	Facilitar troca roupas de cama
18º	Facilitar troca roupas de cama	Movimentar seção pés
19º	Possibilitar uso de acessórios	Ser ambientalmente correto
20	Ser Fácil de utilizar	Ter poucos componentes
21º	Possuir autonomia elevada	Possuir autonomia elevada
22º	Ter poucos componentes	Possibilitar uso de acessórios

Após a hierarquização realizada com as duas equipes calculou-se a média do grau de importância dos requisitos para utilizar na "Casa da Qualidade". Ressalta-se que não houve grande diferença no resultado da hierarquização quando comparados os resultados das duas equipes.

3.4 CONVERSÃO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES EM ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Com a identificação e valoração dos requisitos dos clientes realizada, passa-se para a conversão dos requisitos dos clientes em especificações de projeto⁵. Essa conversão significa definir algo físico sobre o produto, que causa algum efeito sobre o produto que está sendo projetado. Com elas foram identificados 18 requisitos de projeto e suas especificações, conforme Tabela 10, sendo alguns itens obtidos da conversão a partir das necessidades dos clientes e outros por meio da investigação de obras na literatura.

Tabela 10: Requisitos e suas especificações de projeto do produto.

Requisitos de Projeto	Ação	Meta
Velocidade na realização dos movimentos	Ajustável	Movimentos suaves
Meios de proteção	Maximizar	Maior possível
Altura	Ajustável	Atender Norma
Comprimento	Ajustável	Atender Norma
de esforço físico do usuário	Minimizar	Mínimo possível
Largura	Ajustável	Atender Norma
Número de componentes substituíveis	Maximizar	100%
Potência requerida	Maximizar	Menor possível (W)
Massa total	Minimizar	Menor possível
Custo de manutenção por Ano	Minimizar	4% do valor do produto
Tempo de manutenção	Minimizar	Mínimo possível
Velocidade na realização dos movimentos	Ajustável	Movimentos suaves
Número de processos de fabricação	Maximizar	Até 4 processos
Custo de aquisição	Minimizar	Mínimo possível
Número de cantos vivos	Minimizar	Nenhuma aresta exposta
Tempo de vida útil do produto	Maximizar	Maior possível
% Formas ergonômicas	Maximizar	100%
Número de posições	Maximizar	Maior número de posições
Número de funções	Maximizar	Maior número de funções

⁵Características técnicas do produto, passíveis de serem mensuradas.

Para estabelecer relações entre os requisitos de clientes e de projeto utiliza-se a primeira matriz do QFD. Em Schmitt (2016) a Valoração dos Requisitos de Projeto (VRP) é realizada conforme a equação 3.2.

$$VRP = \sum_{i=n}^N Fr_i GI_i \quad (3.2)$$

onde, Fr_i é a força de relação entre o requisito do usuário e de projeto e GI_i é o grau de importância do requisito do usuário.

O preenchimento da matriz da "Casa da Qualidade" pode ser visualizadas no Apêndice B, o preenchimento da mesma seguiu o procedimento do exemplo apresentado na Tabela 11, onde temos a análise do requisito de projeto "altura" e alguns requisitos dos clientes. O grau de relacionamento pode assumir: forte (valor = 5), média (valor= 3), fraca (valor = 1) ou nenhuma (valor = 0) relação entre o requisito de projeto e o requisito do cliente.

Tabela 11: Exemplo matriz Casa da Qualidade.

	GI	Altura (mm)
Requisitos de clientes		Requisitos de projeto
Evitar quedas	10	3
Movimentar seção das coxas	4	0
Variar altura	8	5
VRP		70

Supondo que o requisito de projeto "altura" tem Fr_1 média com o requisito de cliente "evitar quedas", tem-se o valor 3. Da mesma forma, se "altura" não tem nenhuma Fr_2 com "movimentar seção das coxas", tem-se o valor 0. Ao considerar-se que "altura" tem forte Fr_3 com "variando altura", tem-se o valor 5. Para os requisitos dos clientes temos os seguintes Grau de Importância: "evitar quedas" $GI=10$, "movimentar seção das coxas" $GI=4$ e "variando altura" $GI=8$.

Conforme a equação 3.2, tem-se para o exemplo $VRP = 3 \cdot 10 + 0 \cdot 4 + 5 \cdot 8 = 70$.

A Tabela 12 lista os requisitos de projeto segundo a valoração conferida. Essa hierarquização pode ser utilizada em ocasiões nas quais os requisitos se tornem critérios de avaliação e referência para direcionar maior atenção para alguns requisitos de projeto.

Tabela 12: Hierarquização especificações de projeto.

Ordem	Requisito de Projeto
1º	Número de funções (nº)
2º	Número de posições (nº)
3º	Velocidade na realização dos movimentos(m/s)
4º	Meios de proteção (nº)
5º	Exigência de Esforço físico do usuário (kgf)
6º	Tempo de vida útil do produto (anos)
7º	Potência requerida (W)
8º	Custo aquisição (R\$)
9º	Altura (mm)
10º	Largura (mm)
11º	Custo de manutenção (R\$)
12º	Número de componentes substituíveis (nº)
13º	Massa total (kg)
14º	Tempo de manutenção (s)
15º	Comprimento (mm)
16º	Número de processos de fabricação (nº)
17º	% formas ergonômicas
18º	Número de cantos vivos (nº)

As especificações de projeto demonstraram que o número de funções e posições devem ser maximizadas. Porém deve-se observar que a segurança explícita na terceira e na quarta especificação são de grande importância para os pacientes. Já na quinta especificação é retratada a segurança para os profissionais da área da saúde no que se refere à realização de esforços ao movimentar ou transferir os pacientes. Ao observar as próximas especificações de projeto melhores posicionadas tem-se uma relação de custo-benefício relacionando a vida útil, a potência e o custo de aquisição.

3.5 DIRETRIZES DE PROJETO

As camas hospitalares rotineiramente encontradas nos hospitais estão longe de serem perfeitas, haja vista que apresentam vários problemas. Durante o desenvolvimento da pesquisa constatou-se que a maioria dos problemas estão relacionados com o número limitado de posições, de funções desempenhadas, dificuldade de uso, segurança e o conforto.

Assim sendo, são sugeridas algumas diretrizes para contribuir com futuros projetos e com o projeto no qual este trabalho está inserido, ressaltando que o presente estudo não esgota a questão da movimentação e transferência de pacientes acamados. As diretrizes, aqui expostas foram embasadas no estudo de mercado, na opinião de pacientes e na experiência de profissionais da área da saúde que resultaram nos requisitos de projeto acima estabelecidos.

As diretrizes de projeto sugeridas estão sistematizadas em itens que englobam a síntese de mecanismos e o desenvolvimento do produto.

3.5.1 Funções

Atualmente as camas hospitalares são projetadas para sustentar o paciente e realizar alguns movimentos. Por isso, é importante agregar ou facilitar outras funções. Por exemplo: facilitar a higiene pessoal, otimizar a reabilitação e possibilitar a realização de exames.

3.5.2 Posições

As posições que o mecanismo deve executar são baseadas na análise do mercado e a partir das indicações dos usuários. As posições Cabeceira, Flexão pernas, Cardíaco, *Fowler*, *Trendelenburg*, *Trendelenburg* reverso/*Procline*, Elevação horizontal, Vascular e Sentado pertencentes ao primeiro grupo de posições/movimentos apresentado no estudo de mercado devem ser viáveis e as do segundo grupo de posições/movimentos são desejáveis.

3.5.3 Material da cama

É importante observar as normas para produtos médico-hospitalares a fim de que o produto a ser projetado não interfira no funcionamento de outros equipamentos. O material deve ser resistente para ter uma vida útil viável e ser de fácil limpeza, pois o ambiente médico-hospitalar é muito propenso à propagação de bactérias.

3.5.4 Peso da cama

As camas devem ser pesadas o suficiente para manter a estabilidade. No entanto, não devem ser muito pesadas para que possam ser movimentadas quando necessário, por exemplo, para a realização do transporte entre setores ou ainda para a limpeza e/ou higienização.

3.5.5 Altura da cama

As camas hospitalares que não oferecem o ajuste de altura são adequadas apenas para pacientes que não necessitem de cuidados. Já os pacientes dependentes devem ser acomodados em camas que permitem a variação de altura. Considerando-se a cama na horizontal, convém ter uma faixa de ajuste entre 400 mm e 800 mm acima do piso.

Além desta variação de altura é necessário observar quando a cama hospitalar é utilizada em combinação com outros equipamentos, como os elevadores de pacientes. A altura do espaço livre sob a cama deve ser de pelo menos 150 mm, com um comprimento mínimo de 500 mm ao longo de cada lado do plano de simetria da cama.

3.5.6 Largura da cama

A largura da cama deve seguir a norma ABNT IEC 60601-2-52:2013. Dependendo do uso a largura da cama pode variar, desde 860 mm até 1200 mm. Nos hospitais participantes da pesquisa observou-se que em alguns quartos as portas são menores que as dimensões mínimas citadas acima. Esse fato obriga a realização da transferência do paciente para macas quando for necessário deixar o quarto.

Para solucionar o problema apresentado acima pode-se projetar camas hospitalares que atendam a norma citada, mas que em situações especiais a sua largura pode ser alterada conforme a necessidade.

3.5.7 Acionamento

Para o acionamento do mecanismo para movimentar pacientes acamados pode-se utilizar acionadores elétricos, pneumáticos e manuais. No entanto recomenda-se a utilização de acionadores elétricos.

Os painéis de comando para acionar os atuadores devem levar em conta quesitos de ergonomia e apresentar alto grau de proteção contra infiltração de pequenas partículas.

3.5.8 Segurança

Para propiciar a segurança aos pacientes é fundamental o uso de grades de proteção nas laterais da cama. Essas grades devem ser facilmente retiradas ou movimentadas para um local onde não interfiram na realização de transferências ou procedimentos.

A estrutura da cama hospitalar pode apresentar locais que, em determinadas situações, possam ser usadas faixas para imobilizar determinado membro do paciente.

Os acionadores do mecanismo devem apresentar velocidades e acelerações baixas na realização dos movimentos.

3.6 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo definiu-se que os pacientes, cuidadores, familiares e os profissionais da área da saúde que auxiliam pacientes acamados serão os principais clientes envolvidos no desenvolvimento do produto.

A partir do estudo de mercado analisou-se os produtos disponíveis. Com a pesquisa dos produtos observou-se os principais movimentos realizados e a tendência na incorporação de movimentos para facilitar a transferência dos pacientes.

Durante a aplicação dos questionários e das observações observou-se que no Hospital Universitário Polydoro Ernani de São Thiago da UFSC tem-se camas com acionamentos elétricos e no Hospital Regional de São José, Dr Homero de Miranda Gomes, a maioria das camas apresentam acionamentos manuais e com número de reduzido de movimentos possíveis.

Com o estabelecimento das necessidades através dos questionários foi possível determinar os requisitos dos usuários. Posteriormente, a definição dos requisitos mais importantes na visão dos clientes mostrou que as funções e as posições devem ser maximizadas, observando critérios de segurança. Estabelecidos os requisitos de projeto e as suas especificações apresentou-se as diretrizes de projeto a serem utilizadas na síntese de mecanismos.

4 DESENVOLVIMENTO DE MECANISMOS

Este capítulo apresenta a definição do conceito do produto e a definição dos requisitos de projeto do mecanismo que serão divididos em critérios funcionais e estruturais. Os critérios funcionais estão relacionados com as características que o mecanismo deve apresentar. Essas características normalmente representam a função de certos elos. Pode-se citar como exemplo a utilização de elos para suporta o paciente ou também o fato do elo que representa a seção das costas ser um elo binário.

Já os critérios estruturais estão relacionados com a topologia da cadeia cinemática. Em outras palavras, significa a definição da mobilidade, número de circuitos, do sistema de helicoides, etc. Para definir os critérios estruturais é necessário definir o conceito do produto e, então, prosseguir com a síntese de mecanismos.

4.1 CONCEITO DO MECANISMO DO PRODUTO

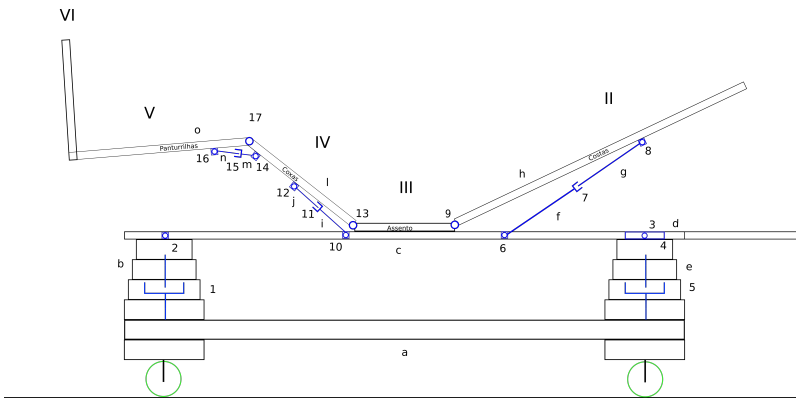
Na fase conceitual do desenvolvimento de produtos são obtidas concepções do produto que possibilitam atender as especificações e diretrizes da fase de projeto informacional, apresentadas no Capítulo 3. No projeto conceitual os problemas são identificados, então é definida a função global, suas subdivisões, princípios de soluções e também a concepção considerada ideal para contornar os problemas identificados.

A análise das funções do mecanismo para movimentar pacientes acamados é sistemática, onde a função global do mecanismo é suportar o paciente, com subfunções realizar a movimentação e auxiliar a transferência do paciente.

Estabelecidas as funções do produto são estudadas possíveis soluções para cada função, mas devido a área médico-hospitalar apresentar leitos com um conceito base bem estabelecido é necessário manter essa base conceitual.

A disposição geral da cama hospitalar que será estudada e investiga possíveis melhorias é a exposta na norma técnica ABNT-NBR-IEC-60601-2-52 (2013), um conceito similar é apresentado na Figura 31.

Figura 31: Conceito proposta inicial. I- cabeceira II- seção das costas, III- seção do assento, IV- seção das coxas, V- seção das panturrilhas, VI- Peseira.



Durante as entrevistas, alguns usuários citaram que não utilizam alguns produtos que poderiam facilitar a movimentação e a transferência por apresentarem dificuldade no seu uso ou por serem muito diferentes dos habituais. Porém, citam que a automação e/ou incremento de funções e movimentos são de suma importância.

4.2 PROJETO DO MECANISMO

Para realizar a síntese do mecanismo para movimentar pacientes acamados é necessário observar as diretrizes do projeto do produto, apresentadas no Capítulo 3. Nesse sentido, é desejável relacionar os conceitos da pesquisa de patentes, os produtos concorrentes, as diretrizes de projeto e o conceito base, mantendo sempre em mente que alguns objetivos do projeto e alguns conceitos apresentados nas patentes podem apresentarem diferenças em alguns aspectos.

4.2.1 Critérios Funcionais do Mecanismo

O ponto de partida para definir os critérios funcionais do mecanismo são as diretrizes de projeto. O objetivo é identificar características que o mecanismo deve apresentar. Os critérios funcionais do mecanismo são os seguintes:

- Suportar o paciente;
- Mecanismo deve ser planar;
- Independência entre o movimento das seções;
- Apresentar os movimentos do primeiro grupo de posições observadas em Maletz et al. (2016);
- Facilitar a transferência - incrementar algum(ns) movimento(s) do segundo grupo de posições observadas em Maletz et al. (2016);

4.2.2 Critérios Estruturais do Mecanismo

Os requisitos estruturais estão relacionados com a topologia das cadeias cinemáticas, sendo as características básicas para à enumeração de mecanismos. A discussão começa no Apêndice C que analisa as cadeias cinemáticas dos mecanismos de algumas patentes dos depositantes com maior número de patentes. No Apêndice C, também, são apresentados um resumo da análise dos mecanismos encontrados na busca de patentes no INPI (INPI, 2016) e a análise realizada por Barreto (2016) do mecanismo da cama do Hospital Universitário (HU-UFSC).

O resumo dos critérios estruturais da análise das patentes é apresentado na Tabela 13, onde a mobilidade e o número de circuitos são expostos como mecanismos fracionados a partir da análise preliminar dos mecanismos apresentado no Apêndice C, sendo, um mecanismo para a seção das costas, outro para a seção das pernas e outro mecanismo para variar a altura.

Tabela 13: Critérios estruturais.

Empresa - Número da Patente	Mobilidade			Sistema de helicoides	Circuitos			Fracionamento
	Seção das costas	Seção das pernas	Variar altura		Seção das costas	Seção das pernas	Variar altura	
Theraposture - US5461740 (A)	1	1	2	3	2	3	1	sim
Hill Rom - WO0147340 (A2)	2	2	2	3	2	2	3	sim
Stieglmeyer - EP2308439 (A1)	2	2	2	3	3	2	1	sim
Stryker - US2014059768 (A1)	2	2	3	3	2	2	3	sim
Hans-Peter - US 2006143828 (A1)	1	2	2	4	1	2	4	sim
Voelker - WO9858616 (A1)	1	2	2	3	2	4	1	sim
Invacare - WO2013052452 (A1)	1	2	1	3	1	2	3	sim
Wissner - DE19901127 (A1)	1	2	x	3	4	5	x	sim
Paul Gerald - US6789280 (B1)	1		1	3	3		3	sim
Burke - US6516479 (B1)	1	1	2	3	1	2	2+2	sim

Percebe-se que as empresas são os depositantes com maiores números de patentes. Ressalta-se que em algumas das patentes analisadas temos apenas algumas partes da cama hospitalar patenteada, isto é, apenas alguma parte ou alguns componentes da cama hospitalar.

Estas informações serão usadas como guia para obter alguns requisitos estruturais para a investigação do potencial de inovação ou o incremento de posições realizadas pelo mecanismo.

Para caracterizar os critérios estruturais define-se que:

- Para atender o critério funcional de suportar o paciente é necessário apresentar um produto que suporte o paciente com 4 seções.

A primeira seção para apoiar as costas do paciente, a segunda compõe o assento, a terceira é o suporte para as coxas e a última para apoiar as panturrilhas e os pés do paciente.

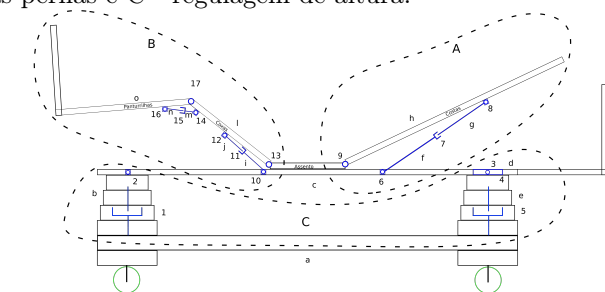
Uma característica a ser considerada é que o par cinemático que conecta os elos da seção das panturrilhas e das coxas deve ser rotativo.

- Para o mecanismo ser planar deve-se definir que $\lambda = 3$.
- Ao atender o critério funcional de independência entre os movimentos das seções define-se que o mecanismo deve ser fracionado.

As características encontradas na pesquisa de patentes aponta para o fracionamento do mecanismo, a mesma situação é observada na pesquisa de mercado, onde a maioria dos produtos realizam alguns movimentos com somente parte do mecanismo global. Ainda durante a pesquisa com os usuários observou-se a necessidade de acionar (movimentar), por exemplo, somente a seção das costas ou variar a altura.

Com estes indícios deve-se optar inicialmente por um mecanismo fracionado para movimentar a seção das costas, outro para a movimentação das pernas (seções da panturrilha e da coxa) e ainda fracionar o mecanismo para variar a altura. Uma ilustração destes fracionamentos é apresentada na Figura 32.

Figura 32: Fracionamento do mecanismo: A - seção das costas, B - seção das pernas e C - regulagem de altura.



Ao projetar-se um mecanismo fracionado deve-se observar o grau de fracionamento do mecanismo.

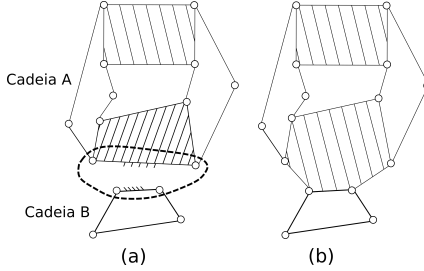
Para identificar o fracionamento de elo e o número de elos fracionados de uma cadeia cinemática utiliza-se conceitos da teoria de grafos. Os conceitos utilizados são componentes biconexos e vértice de corte, suas definições podem ser encontradas em Simoni (2008). Com isso, Martins et al. (2010) definiram que o grau de fracionamento de elo (Φ) é igual ao número de componentes biconexos (β) menos um, ou seja,

$$\Phi = \beta - 1 \quad (4.1)$$

e o número de elos fracionados (ξ) é igual ao número de vértices de corte.

Para enumerar cadeias com fracionamento de elo é necessário unir um elo de uma cadeia em um elo de outra cadeia (SIMONI, 2008), como mostra a Figura 33.

Figura 33: Agregação de cadeias cinemáticas.



A partir da união dos dois elos (um binário da cadeia B e um quaternário da cadeia A temos um único elo n com 6 ligações na cadeia cinemática do mecanismo total (Figura 33 (b)). Assim segundo Martins et al. (2010) para obter cadeias que apresentam algum elo com fracionamento é necessário unir cadeias que satisfazem os seguintes critérios:

- i) o somatório dos elos das cadeias deve ser igual a $n + \Phi$, *i.e.* $\sum n_i = n + \Phi$.
- ii) o somatório dos circuitos das cadeias deve ser igual a ν , *i.e.* $\sum \nu_i = \nu$.
- iii) o somatório da mobilidade das cadeias deve ser igual a M , *i.e.* $\sum M_i = M$.

Estes critérios equivalem quando realizamos o fracionamento do mecanismo, isto é, se fracionar as cadeias cinemáticas os critérios de grau de fracionamento acima citados devem ser atendidos.

Para exemplificar, na Figura 33 (a) temos a cadeia cinemática A com $n_A = 9$ elos, 11 pares cinemáticos, $\nu_A = 3$ circuitos e pela Equação 2.1 temos Mobilidade $M_A = 2$. Na cadeia cinemática B temos $n_B = 4$ elos, 4 pares cinemáticos, $\nu_B = 1$ circuito e pela Equação 2.1 temos Mobilidade $M_B = 1$. Nesta situação temos 2 componentes biconexas.

Ao unir as cadeias cinemáticas temos uma cadeia cinemática (Figura 33 (b)) com $n = 12$ elos, 15 pares cinemáticos e $\nu = 4$ circuitos e pela Equação 2.1 temos Mobilidade $M = 3$. Nessas condições temos um grau de fracionamento $\Phi = 1$ e que atende aos critérios:

- i) o somatório dos elos das cadeias ($n_A + n_B$) deve ser igual a $n + \Phi$, *i.e.* $9 + 4 = 12 + 1$.
- ii) o somatório dos circuitos das cadeias ($\nu_A + \nu_B$) deve ser igual a ν , *i.e.* $3 + 1 = 4$.

iii) o somatório da mobilidade das cadeias ($M_A + M_B$) deve ser igual a M , *i.e.* $2 + 1 = 3$.

- Para possibilitar a execução dos movimentos e/ou as posições do primeiro grupo deve-se:
 - Projetar o mecanismo fracionado da seção das costas.

Na análise das patentes e de concorrentes foram observados mecanismos entre 1 e 4 circuitos. E com mobilidade $M = 1$ e $M = 2$. Neste trabalho optou-se pelo mecanismo com $M = 1$ e que o mecanismo deve apresentar um atuador com dois pares cinemáticos rotativos intercaladas por um par cinemático prismático, isto é *RPR*.

Analisando as possibilidades com um mecanismo com $M = 1$ e v com 1, 2, 3 e 4 circuitos temos 13 partições possíveis. Para viabilizar a síntese foi observado a maior incidência nos critérios estruturais, na análise de patentes, mecanismos com $v = 1$ e $v = 2$ circuitos. Utilizando a Equação 2.1 e 2.2 foram geradas 3 possíveis partições. Estas partições são apresentadas nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14: Partição com $M = 1$ e $v = 1$.

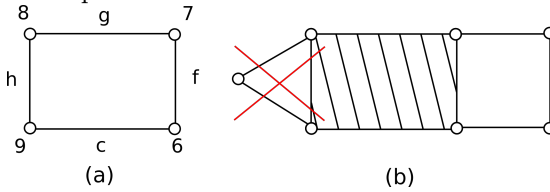
	Elo			
Partição	1	2	3	4
1	2	2	2	2

Tabela 15: Partições com $M = 1$ e $v = 2$.

	Elo					
Partição	1	2	3	4	5	6
1	4	2	2	2	2	2
2	3	3	2	2	2	2

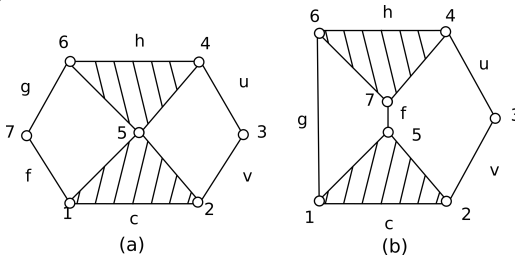
Destas partições temos um cadeia cinemática composta por um mecanismo com 4 elos (Figura 34 (a)) da partição com $M = 1$ e $v = 1$ da Tabela 14. Com isso, tem-se 3 pares cinemáticos definidos e 1 a ser definido, gerando 2 possíveis mecanismos. Já para a partição 1 da Tabela 15 não é factível projetar mecanismos com estas características, pois com um elo quaternário tem-se um fracionamento, com isso, o mecanismo composto por 3 elos (Figura 34 (b)) apresenta mobilidade $M = 0$, o que não é de interesse no estudo neste estudo.

Figura 34: Cadeias cinemáticas - (a) Mecanismo de 4 elos, (b) Mecanismo com 1 elo quaternário e 5 elos binários.



Segundo Tsai (2001) a partição 2 da Tabela 15 com $M = 1$ e $v = 2$ circuitos apresenta duas cadeias cinemáticas viáveis, apresentadas na Figura 35. Nestas cadeias cinemáticas deve-se definir como base do mecanismo o elo ternário c . A base do mecanismo deve ser conectada ao elo que representa a seção das costas por um atuador RPR , definido assim o elo ternário h como a seção das costas. Tem-se ainda 4 pares cinemáticos por definir, resultando em 16 combinações possíveis entre pares cinemáticos rotativos e prismáticos para cada cadeia cinemática.

Figura 35: Cadeias cinemáticas com $M = 1$ e $v = 2$.

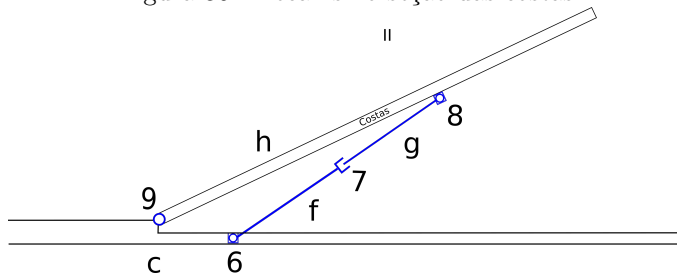


Fonte: adaptado de Tsai (2001)

Na cadeia cinemática da Figura 35 (a) tem-se duas possibilidades de alocar o atuador, um entre os pares cinemáticos 1, 7 e 6 e outro entre os pares cinemáticos 2, 3 e 4, porém estas configurações são simétricas. Já para a cadeia cinemática da Figura 35 (b) é possível alocar o atuador nos pares cinemáticos 2, 3 e 4.

Para fins de síntese utilizou-se a cadeia cinemática apresentada na Figura 34 (a). Fixando o elo c como base tem-se o mecanismo de 4 elos ilustrado na Figura 36. A escolha por este mecanismo deve-se pela necessidade de uma análise detalhada da viabilidade das outras combinações.

Figura 36: Mecanismo seção das costas.



- Desenvolver o mecanismo fracionado para movimentar a seção das coxas e a seção das panturrilhas

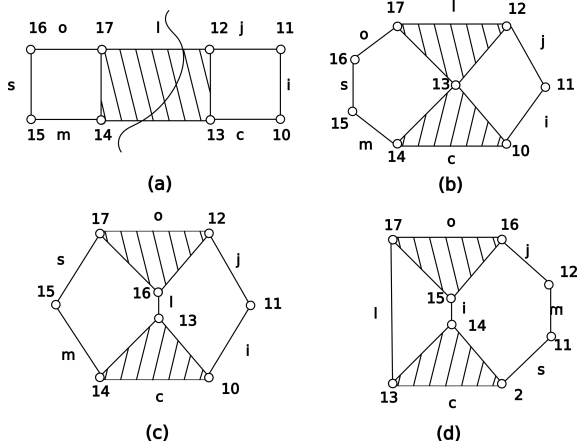
Este mecanismo deve apresentar mobilidade $M = 2$ e $\nu = 2$ circuitos em função dos critérios estruturais encontrados na pesquisa de patente. Utilizando as Equações 2.1 e 2.2 deve-se ter um mecanismo com $n = 7$ elos e $j = 8$ pares cinemáticos. Com esta situação obtêm-se as partições apresentadas na Tabela 16 para compor o mecanismo.

Tabela 16: Partições com $M = 2$ e $\nu = 2$.

Partição	Elo						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4	2	2	2	2	2	2
2	3	3	2	2	2	2	2

Analisando a partição 1 da Tabela 16 e os critérios de apresentar dois atuadores e um par cinemático rotativo entre o suporte das coxas e das panturrilhas deve-se ter como suporte das coxas o elo quaternário l ilustrado na cadeia cinemática da Figura 37 (a). Assim, o elo c é a base do mecanismo e o elo o é a seção das panturrilhas que é atuada pelos pares cinemáticos rotativos 14 e 16 e o par cinemático prismático 15. Isto implica que o par cinemático 17 deve ser rotativo. A seção das coxas é atuada pelos pares cinemáticos 10 e 12 e o prismático 11. Nesta partição ocorre um fracionamento do elo, apresentando então 2 mecanismos compostos por 4 elos cada, ambos com mobilidade $M = 1$ e $\nu = 1$ circuito.

Figura 37: Cadeias cinemáticas para $M = 2$ e $v = 2$.



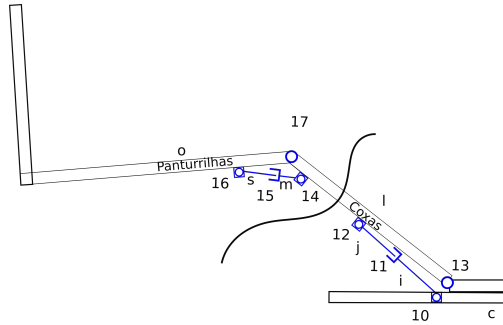
Para a partição 2 temos três cadeias cinemáticas possíveis. Para a primeira cadeia cinemática (Figura 37 (b)) deve-se ter dois atuadores com pares cinemáticos RPR , também definimos que o elo ternário c é a base e a ligação entre a seção das panturrilhas e das coxas ser um par cinemático rotativo, pode-se definir que a seção das coxas é localizada no elo l e das panturrilhas no elo o . Com isso, temos somente um par cinemático por definir, resultando em 2 mecanismos possíveis.

A segunda cadeia cinemática (Figura 37 (c)) para a partição 2 deve apresentar dois atuadores com pares cinemáticos RPR , dispostos um nos pares cinemáticos 14, 15 e 17 e outro nos pares cinemáticos 10, 11 e 12. Com isso, temos a seção das coxas localizada no elo l e das panturrilhas no elo o ligadas pelo par cinemático 13 que deve ser rotativo. Isto indica que temos um par cinemático por definir entre rotativo e prismático, possibilitando 2 mecanismos viáveis.

Na última cadeia cinemática (Figura 37 (d)) da partição 2 definindo o elo ternário c como base, podemos ter como a seção das coxas nos elos l , i , e s . O elo l e i são simétricos e optou-se por definir o elo l como a seção das coxas e o elo ternário o como a seção das panturrilhas. Nesta configuração não é possível utilizar atuadores RPR , com isso esta cadeia cinemática foi descartada.

A partir das exposições anteriores e por ser desejo um mecanismo para auxiliar na transferência será utilizada a partição 1 representada na cadeia cinemática da Figura 37 (a). Um conceito para esse mecanismo é apresentado na Figura 38.

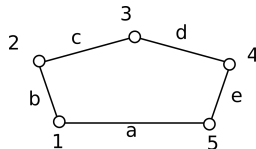
Figura 38: Mecanismo da seção das coxas e panturrilhas e a representação do fracionamento.



- Projetar o mecanismo fracionado que realiza a variação de altura.

Este mecanismo também é responsável pela realização dos movimentos *Trendelenburg* e *Trendelenburg* reverso. O limite angular destes movimento é de 40° positivos ou negativos em relação a horizontal. Salienta-se que a maioria dos produtos comerciais apresentam uma variação entre 10° e 25° , para angulação positiva e negativa. A partir da pesquisa de patentes, este mecanismo deve apresentar $M = 2$ e $v = 1$. A partir das Equações 2.1 e 2.2 temos $n = 5$ e $j = 5$ e a única partição possível é composta por 5 elos binários e 5 pares cinemáticos, conforme cadeia cinemática apresentada na Figura 39.

Figura 39: Cadeia cinemática do mecanismo de variar altura.



Definindo o elo *a* da cadeia cinemática da Figura 39 como base. A partir da necessidade de 2 pares cinemáticos serem prismáticos utilizados nos atuadores e que devem ser posicionados na base temos 7 possíveis combinações entre pares cinemáticos rotativos e prismáticos para síntese do mecanismo.

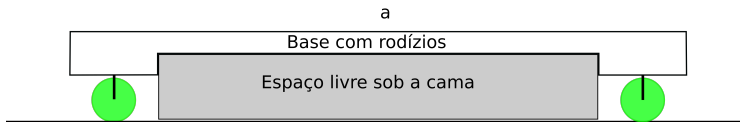
- O critério funcional de facilitar a transferência é complexo, pois temos uma grande variedade de situações e/ou grau de dependência dos pacientes.

Para exemplificar algumas situações e esclarecer algumas necessidades podemos nos defrontar com:

- Pacientes totalmente dependentes de auxílio.

Nesta situação é ideal que o paciente não necessite ser retirado do leito, isto pode ser contornado em situações que é necessário deslocar o paciente de um setor para outro com o desenvolvimento de uma base com rodízios, conforme a Figura 40. Estes rodízios devem apresentar sistemas de freio ou imobilização para não haver deslocamento quando necessário. Esta base, ainda, deve apresentar um espaço livre sob a cama para atender a norma técnica.

Figura 40: Representação da base da cama indicando o espaço livre sob a cama e os rodízios.



A área livre sob a cama pode ser útil por exemplo ao utilizar um elevador de pacientes, como o apresentado em Muraro (2015) que necessita deste espaço livre.

- Realização de exames

Para exames de imagem a transferência para uma maca específica é necessária, esta situação pode ser contornada se as seções apresentarem compartimento e materiais adequados para permitir radiografias (Raio-X).

- Pacientes pouco dependente de auxílio

Para estes pacientes é importante facilitar a saída da cama, sendo necessário que o paciente esteja apoiado no assento e na seção dos coxas, com isso, estando na posição sentado. Outra situação desejável para estes usuários é realizar o movimento para a posição ortostática estando ainda apoiado na seção das costas.

4.2.3 Resultados do Capítulo

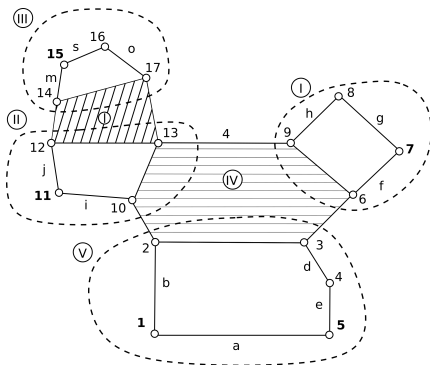
Para atender as necessidades dos usuários estabelecidos no projeto do produto devemos projetar um mecanismo seguindo os critérios funcionais e estruturais. Entre os critérios estruturais foi estabelecido que o mecanismo geral deve ser fracionado, apresentar 4 seções de apoio ao paciente e ser um mecanismo planar.

Os outros critérios estruturais até aqui definidos são apresentados na Tabela 17. A partir destes critérios é apresentado, na Figura 41, a cadeia cinemática de um mecanismo viável.

Tabela 17: Requisitos estruturais essenciais.

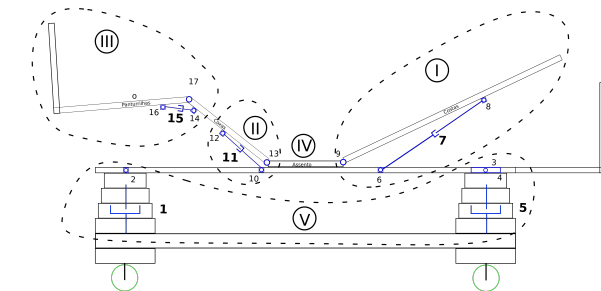
Mecanismo	Mobilidade	Circuitos	Elos	Pares Cinemáticos
Costas	1	1	4	4
Coxas	1	1	4	4
Panturrilhas	1	1	4 </td <td>4</td>	4
Altura	2	1	5	5

Figura 41: Cadeia cinemática do mecanismo: I - Seção das costas, II - Seção das coxas, III - Seção das panturrilhas, IV - Assento, V - Variação de altura.



Para projetar um mecanismo observando estes critérios deve-se definir onde posicionar os atuadores. Os atuadores com melhor custo-benefício para serem utilizados são os atuadores de acionamento elétrico. O posicionamento dos atuadores pode ser observado nos pares cinemáticos 1, 5, 7, 11 e 15 na cadeia cinemática da Figura 41 ou no conceito apresentado na Figura 42.

Figura 42: Conceito base do mecanismo: I - Seção das costas, II - Seção das coxas, III - Seção das panturrilhas, IV - Assento, V - Variação de altura.



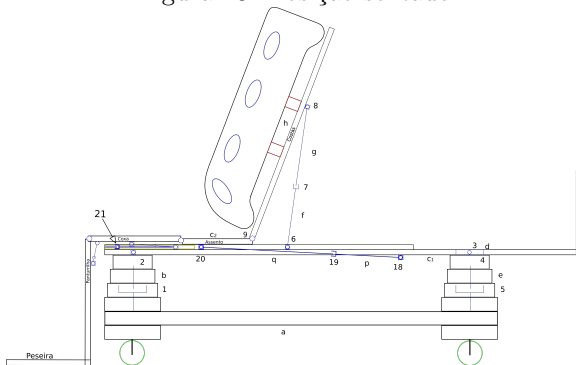
Este mecanismo atenderia as necessidades básicas observadas na pesquisa com os clientes. Porém, ao analisar os produtos disponíveis no mercado e algumas patentes, concluiu-se que temos uma tendência neste setor de projetar mecanismos para facilitar a transferência ou a saída do paciente do leito com suas próprias forças. O que foi indicado como critério funcional de facilitar a transferência.

A partir das entrevistas com os usuários e a análise de alguns produtos do mercado observou-se que projetar a seção de suporte das panturrilhas e dos pés como um mecanismo fracionado pode ser uma solução viável. Entretanto muitos produtos comerciais apresentam alguma estrutura para suportar a peseira que impossibilitava essa situação, corriqueiramente esta estrutura faz parte do assento. Uma alternativa para contornar este problema é projetar a seção das panturrilhas como sendo a estrutura que suporta as panturrilhas e a peseira.

A seção da panturrilha desenvolvida como suporte para a peseira deve apresentar um meio que possibilite retirar a peseira quando necessário. Isto pode ser solucionado com acoplamentos rápidos e ainda possibilitaria variar o comprimento da cama quando necessário.

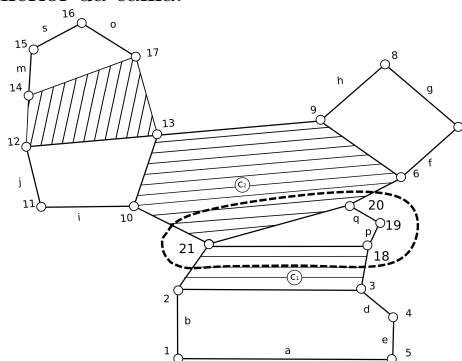
Outro ponto crítico observado nos produtos comerciais para propiciar a posição sentado com os pés mais próximo ao chão é que, em geral, o mecanismo para regular a altura apresenta em sua configuração restrições para tal movimento. Uma alternativa para contornar o problema é desenvolver um mecanismo que possibilite ao paciente ser posicionado na parte inferior da cama é desenvolver um mecanismo que possibilite deslocar o assento, uma translação, para a parte inferior da cama, permanecendo o mecanismo de variar altura estaticamente. Essa situação é apresentada na Figura 43.

Figura 43: Posição sentado.



Para desenvolver este mecanismo é necessário um fracionamento no elo que conecta o mecanismo de variação de altura com os mecanismos fracionados das seções que suportam o paciente. É desejável desenvolver este mecanismo com mobilidade $M = 1$ e $v = 1$. Este mecanismo é definido utilizando as Equações 2.1 e 2.2 que estabelece um mecanismo composto por 4 elos. A alternativa viável deste mecanismo para deslocar o assento para a parte inferior corresponde a cadeia cinemática que é apresentada na Figura 44, onde temos que posicionar o atuador prismático no par cinemático 19 entre os pares cinemáticos rotativos (18 e 20), o quarto par cinemático (21) deste mecanismo deve ser prismático para realizar o deslocamento para a parte inferior da cama.

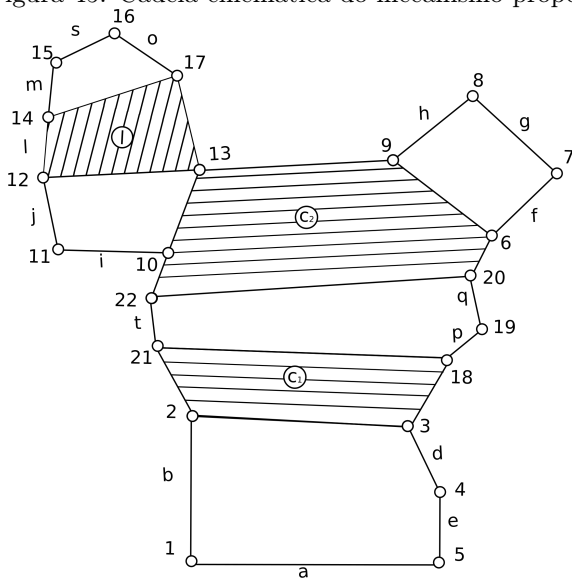
Figura 44: Cadeia cinemática do mecanismo para deslocar o paciente para a parte inferior da cama.



Ao desenvolver a seção da panturrilha com a peseira e o mecanismo que desloca o assento para a parte inferior da cama, outra alternativa de uso surge: desenvolver um mecanismo para posicionar o paciente na posição ortostática, com os pés do paciente apoiados na peseira. Com esta nova aplicação o mecanismo passa a utilizar como critério estrutural mobilidade $M = 2$ e $v = 1$ circuito.

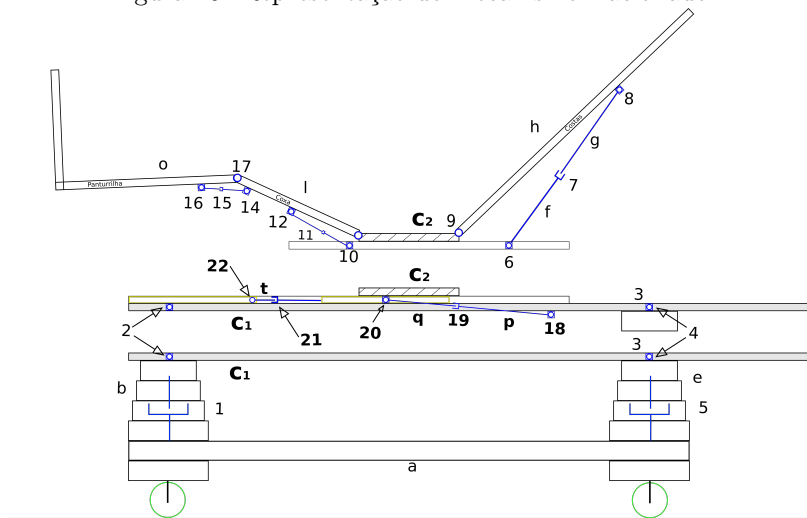
Uma alternativa viável segundo as Equações 2.1 e 2.2 é projetar um mecanismo com $n = 5$ elos e $j = 5$ pares cinemáticos, que corresponde a cadeia cinemática apresentada na Figura 45. Observa-se que o par cinemático identificado com o número 19 corresponde a um par cinemático prismático (atuador) conectado a um par cinemático rotativo 18 no mecanismo fracionado responsável pela variação da altura e outro par cinemático rotativo 20 conectado ao elo do assento. O elo correspondente ao assento deve apresentar na outra extremidade um par cinemático rotativo 22 para propiciar a rotação necessária para realizar o movimento para a posição ortostática e o par cinemático prismático 21 para propiciar a translação para a parte inferior da cama.

Figura 45: Cadeia cinemática do mecanismo proposto.



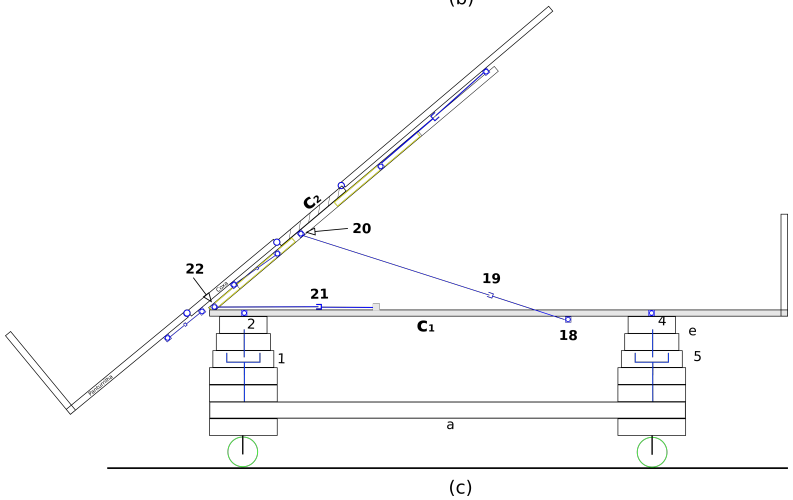
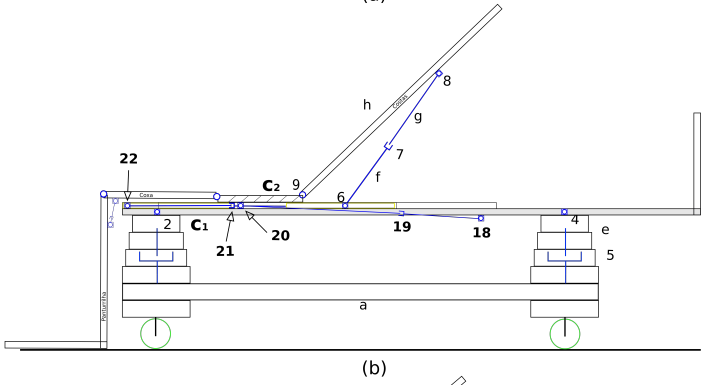
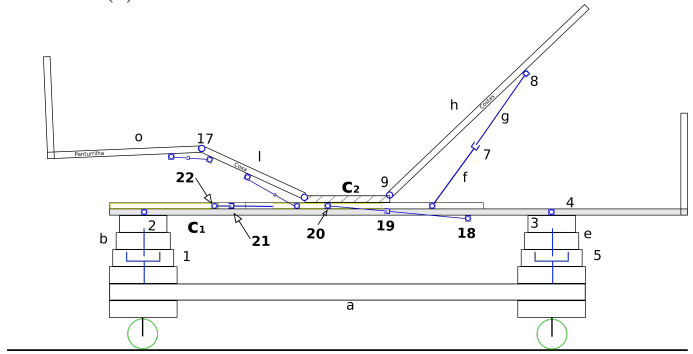
Na Figura 46 é apresentado o mecanismo para deslocar o assento e posicionar o paciente ortostaticamente, onde o par cinemático identificado com o número 19 corresponde a um par cinemático prismático (atuador) conectado pelo elo p a um par cinemático rotativo 18 do mecanismo de variar a altura C_1 e pelo elo q a um outro par cinemático rotativo 20 conectado ao elo do assento C_2 . O elo correspondente ao assento apresenta na outra extremidade um par cinemático rotativo 22 para propiciar uma rotação. O par cinemático rotativo é conectado pelo elo r com o par cinemático prismático 21 que é conectada ao elo do mecanismo de variação de altura C_1 .

Figura 46: Representação do mecanismo fracionado.



Para exemplificar o movimento para a posição ortostática observamos a Figura 47. Ao acionar o atuador do par cinemático 19 temos a translação para a parte inferior (Figura 47 (a) e Figura 47 (b)). Ao posicionar o paciente na parte inferior da cama o par cinemático prismático 21 apresenta um fim de curso. Assim, prosseguindo com a atuação no par cinemático 19 temos a rotação em torno do par cinemático 22, posicionando o paciente ortostaticamente, situação exemplificada na Figura (Figura 47 (c)).

Figura 47: Posições: (a) cabeceira e vascular, (b) sentado na parte inferior da cama (c) ortostática.



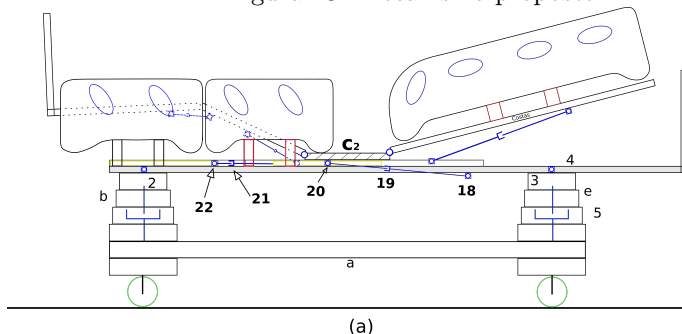
Ressalta-se que ao executar o movimento para a posição da Figura 47(c) é recomendável o uso de cintos/faixas para propiciar segurança ao paciente.

Em questões de segurança é desejável projetar o mecanismo com grades de proteção, conforme Figura 48, para evitar quedas dos pacientes ao realizar algum movimento no leito. A grade de proteção da seção das costas é recomendável ser desenvolvida com sua base na seção das costas (Figura 43), mas possibilitando a sua retirada ou deslocamento para algum local que não interfira na realização de procedimentos.

Com a realização das alternativas para agregar valor ao produto e atender o maior número de requisitos dos clientes deve-se realizar a síntese dimensional, otimização e simulações para avaliar o potencial do mecanismo apresentado para movimentar pacientes acamados.

O mecanismo do produto desenvolvido e apresentado nas Figuras 46, 47 e 48 apresenta os seguintes critérios estruturais: mobilidade $M = 7$, número de circuitos $v = 5$, ser um mecanismo planar $\lambda = 3$ e o grau de fracionamento $\Phi = 4$.

Figura 48: Mecanismo proposto.



4.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo definiu-se os critérios funcionais do mecanismo baseado nas diretrizes de projeto do produto. A partir dos critérios funcionais estabeleceu os critérios estruturais para a síntese do mecanismo, apresentou-se um conceito de produto e então indicou-se alternativas para agregar funções e posições ao produto a partir do estudo aplicado e do desenvolvimento da síntese de mecanismos.

5 CONCLUSÕES DO TRABALHO E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação apresentou o estudo sobre produtos para movimentar pacientes acamados. A utilização da metodologia de projeto de produto para a investigação das necessidades dos usuários e dos requisitos de clientes permitiu obter as diretrizes de projeto do produto. A partir das diretrizes foram estabelecidos os critérios funcionais e estruturais para a síntese de mecanismos.

5.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

O mapeamento de produtos concorrentes serviu para observar as posições mais recorrentes. Ainda, observou-se que algumas empresas estão incorporando movimentos aos seus produtos, indicando uma tendência no desenvolvimento de produtos para facilitar a transferência do paciente acamado. Esta tendência juntamente com a movimentação visa propiciar uma redução no período de recuperação do paciente e também propiciar um ambiente de trabalho mais seguro para os profissionais da área da saúde.

Ao analisar os questionários respondidos pelos profissionais da área da saúde e pelos pacientes observou-se que no Hospital Universitário Polydoro Ernani de São Thiago (HU), vinculado à UFSC, as camas apresentam acionamentos elétricos e no Hospital Regional Dr Homero de Miranda Gomes, localizado no Município de São José-SC, a maioria das camas apresentam acionamentos manuais com número de reduzido de movimentos possíveis, se comparado ao HU-UFSC. Salienta-se que os requisitos prioritários apontados em ambos os estão relacionados com a segurança do paciente e dos profissionais da área da saúde, o aumento no número de funções e posições e alguns requisitos relacionados ao custo-benefício do produto.

Com o estabelecimento dos requisitos a partir das necessidades dos usuários foram determinadas as especificações e indicadas as diretrizes de projeto para auxiliar na definição dos critérios funcionais e estruturais para a síntese de mecanismos.

Para definir os critérios funcionais do mecanismo para movimentar pacientes acamados foram relacionados os conceitos dos produtos concorrentes com as diretrizes de projeto e o conceito apresentado na norma técnica. Assim, o mecanismo deve apresentar os seguintes critérios funcionais: suportar o paciente, ser planar, apresentar independência entre os movimentos das seções, executar os movimentos para as posições Cabeceira, Flexão pernas, Cardíaco, *Fowler*, *Trendelenburg*, *Trendelenburg* reverso/*Proclive*, Elevação horizontal, Vascular e Sentado e é desejável movimentos para facilitar a transferência.

Definido os critérios funcionais foram analisadas algumas patentes dos principais depositantes afim de mapear os critérios estruturais para realizar a síntese de mecanismos. Esta análise indicou como critérios estruturais essenciais: mobilidade $M = 5$, número de circuitos $v = 4$, mecanismo planar $\lambda = 3$ e grau de fracionamento $\Phi = 3$. A partir destes critérios estruturais apresentou-se um conceito do mecanismo para movimentar pacientes acamados.

Estabelecido o conceito base foi desenvolvido alternativas para agregar movimentos para suprir as necessidades dos usuários, uma alternativa para facilitar a transferência do paciente, posicionar o paciente na parte inferior da cama, outra para propiciar a posição ortostática. Ao introduzir estas alternativas tem-se como critérios estruturais do mecanismo: mobilidade $M = 7$, número de circuitos $v = 5$, mecanismo planar $\lambda = 3$ e o grau de fracionamento $\Phi = 4$.

Para concluir verifica-se que os objetivos foram alcançados. A partir do mapeamento do mercado, da realização das entrevistas e da aplicação dos questionários com futuros usuários foram indicadas as diretrizes de projeto. Então definiu-se o conceito base do produto e os critérios funcionais. Posteriormente foram analisados algumas patentes para mapear os principais critérios estruturais. Com a análise das patentes foram estabelecidos os critérios estruturais e realizada uma síntese preliminar, onde agregou-se a posição sentado na parte inferior da cama para facilitar a transferência e o movimento para a posição ortostática.

5.2 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Como propostas para trabalhos futuros, ficam como sugestões:

- Realizar a síntese do tipo e dimensional, visando estabelecer os tipos mais adequados de juntas e atuadores a serem utilizados, bem como o posicionamento ideal dos atuadores e as dimensões

consideradas ótimas para os elos.

- Estudar as dimensões antropométricas de uma certa população para utilizar como dados para a síntese dimensional.
- Realizar simulações para verificar se o conceito proposto atende as normas para produtos hospitalares.
- Estudar a possibilidade de agregar o movimento para executar a posição inclinação lateral.
- Realizar estudos para avaliar a combinação entre os movimentos das seções.

REFERÊNCIAS

- ABNT-NBR-IEC-60601-2-52. *NBR IEC 60601 - Equipamento eletromédico: Parte 2-52: Requisitos particulares para a segurança básica e o desempenho essencial das camas hospitalares*. Rio de Janeiro, 2013.
- AGUIAR, J. M.; PAIVA, S. Escala de braden: avaliação dos fatores de risco para úlcera de pressão em pacientes internados em uma unidade de terapia intensiva. *Rev Hosp Univ UFMA*, v. 1, n. 1/2, p. 39–44, 2003.
- ANVISA. *Consulta a Banco de Dados: Produtos para a Saúde*. 2016. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <www7.anvisa.gov.br/datavisa/Consulta_Produto_correlato/consulta_correlato.asp>. Acesso em: 08/05/2016.
- ARAÚJO, T. M. de; ARAÚJO, M. F. M. de; ÁFIO, J. Comparação de escalas de avaliação de risco para úlcera por pressão em pacientes em estado crítico. *Acta Paul Enferm*, v. 24, n. 5, p. 695–700, 2011.
- ARJOHUNTLEIGH. *Maxi Move - A Mobile Passive Lifter for Demanding Care Environments*. Junho 2016. Disponível em: <<http://www.arjohuntleigh.us/products/patient-transfer-solutions/passive-floor-lifts/maxi-move/>>. Acesso em: 22/09/2016.
- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. d. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. *Barueri: Malone*, 2008.
- BARRETO, R. L. P. *Desenvolvimento de Plataforma Reconfigurável para Pacientes Acamados*. Tese (Exame de Qualificação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, 2016.
- BLANES, L.; DUARTE, I. d. S.; CALIL, J. A.; FERREIRA, L. M. Avaliação clínica e epidemiológica das úlceras por pressão em pacientes internados no hospital são paulo. *Rev Assoc Med Bras, SciELO Brasil*, v. 50, n. 2, p. 182–7, 2004.
- COSTA, A. M.; MATOZINHOS, A. C. S.; TRIGUEIRO, P. dos S.; CUNHA, R. C. G.; MOREIRA, L. R. Custos do tratamento de úlceras

por pressão em unidade de cuidados prolongados em uma instituição hospitalar de minas gerais. *Enfermagem Revista*, v. 18, n. 1, p. 58–74, 2015.

CSILLAG, J. M. *Análise do valor: metodologia do valor*. Atlas, 1985.

DEFLOOR, T. The effect of position and mattress on interface pressure. *Applied nursing research*, Elsevier, v. 13, n. 1, p. 2–11, 2000.

ESPACENET. *Patent Search*. 2016. Disponível em: <<http://worldwide.espacenet.com/>>. Acesso em: /04/2016.

EUSTAT. Critical factors involved in end-users education in relation to assistive technology. *Empowering Users Through Assistive Technology*, 1998.

FERNANDES, L. M. *Efeitos de intervenções educativas no conhecimento e práticas de profissionais de enfermagem e na incidência de úlcera de pressão em centro de terapia intensiva*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2006.

FONSECA, A. Sistematização do processo de elaboração das especificações de projetos de produtos industriais e sua implementação computacional. *PPGEM. UFSC. Florianópolis*, 2000.

GALLASCH, C. H.; ALEXANDRE, N. M. C. Avaliação dos riscos ergonômicos durante a movimentação e transporte de pacientes em diferentes unidades hospitalares. *Rev Enferm UERJ*, v. 11, n. 3, p. 253–60, 2003.

GOMES, F. S. L.; BASTOS, M. A. R.; MATOZINHOS, F. P.; TEMPONI, H. R.; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. Fatores associados à úlcera por pressão em pacientes internados nos centros de terapia intensiva de adultos. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 44, n. 4, p. 1070–1076, 2010.

GONÇALVES, M. A úlcera por pressão e o idoso. *Nursing*, v. 9, n. 106, p. 13–17, 1996.

GRILICHES, Z. R&d and productivity. *National Bureau of Economic Research Books*, University of Chicago Press, 1998.

HAMPTON, S. Can electric beds aid pressure sore prevention in hospitals? *British journal of nursing*, MA Healthcare London, v. 7, n. 17, p. 1010–1017, 1998.

- HAN, Y. H.; LEE, K. A case-based framework for reuse of previous design concepts in conceptual synthesis of mechanisms. *Computers in Industry*, Elsevier, v. 57, n. 4, p. 305–318, 2006.
- HARTENBERG, R.; DENAVIT, J. An iterative method for tie displacement analysis of spatial mechanisms. 1964.
- HOELTGEBAUM, T. *Variable compression ratio engines*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2016.
- HUA, W.; TING-CHUN, T.; SHIN-CHIEH, H.; WAN-CHUN, C.; YEN-MING, C.; KUN-TSE, T.; CHUN-WEN, Y.; KUO-YI, C. Hospital bed with auxiliary functions of lateral positioning and transferring for immobilized patients. In: IEEE. *Industrial Electronics Society, 2007. IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE*. Taiwan, 2007. p. 2991–2995.
- HUNT, K. H. *Kinematic geometry of mechanisms*. Oxford: Clarendon Press, 1978.
- IBGE. *Pesquisa Nacional de Saúde 2013: percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015.
- IFTOMM. *IFTOMM dictionaries online*. 2016. Disponível em: <<http://www.iftommmterminology.antonkb.nl>>.
- INMETRO. *Consulta a Banco de Dados: Produtos*. 2016. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/prodcert/produtos/busc_a.asp>. Acesso em: 10/05/2016.
- INPI, I. N. da P. I. *Busca de Patentes*. 2016. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br>>. Acesso em: março/2016.
- KOTA, S.; CHIOU, S.-J. Conceptual design of mechanisms based on computational synthesis and simulation of kinematic building blocks. *Research in Engineering Design*, Springer, v. 4, n. 2, p. 75–87, 1992.
- LANGEMO, D. K.; ANDERSON, J.; VOLDEN, C. M. Nursing quality outcome indicators: the north dakota study. *Journal of nursing Administration*, LWW, v. 32, n. 2, p. 98–105, 2002.
- LINET do B. *Catálogos*. 2016. Disponível em: <<http://www.linetrans.com/pt-BR/>>. Acesso em: 15/03/2016.

MALETZ, E. R.; BARRETO, R. L. P.; MARTINS, D. Revisão do estado da arte de camas hospitalares: análise de mercado e pesquisa de patentes. *I Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva*, Curitiba, 2016.

MARTINS, D.; SIMONI, R.; CARBONI, A. Fractionation in planar kinematic chains: Reconciling enumeration contradictions. *Mechanism and Machine Theory*, Elsevier, v. 45, n. 11, p. 1628–1641, 2010.

MASCARO, S.; SPANO, J.; ASADA, H. H. A reconfigurable holonomic omnidirectional mobile bed with unified seating (rhombus) for bedridden patients. In: IEEE. *Robotics and Automation, 1997. Proceedings., 1997 IEEE International Conference on*. New Mexico, 1997. v. 2, p. 1277–1282.

MEDICALEXPO. *Research Catalogue*. 2016. The online medical device exhibition. Disponível em: <www.medicalexpo.com>. Acesso em: 05/2016.

MEDWORLD, M. H. *Catálogo de Produtos*. 2016. Disponível em: <<http://medworld.com.br/catalogo/catalogo.pdf>>. Acesso em: 15/09/2016.

MONTES, I.; CLAROS, M.; BELO, I. F. d. M. G.; HORIZONTE, M. Absenteísmo relacionado à doenças entre membros da equipe de enfermagem de um hospital escola os da equipe de enfermagem de um hospital escola. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 62, n. 1, p. 38–44, 2009.

MURAI, E. H. *Projeto de mecanismos de costura com acesso unilateral usando síntese do número e do tipo*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, 2013.

MURARO, T. *Análise Cinemática e Estática de um Mecanismo Espacial Atuado por Cabos Aplicado À Movimentação de Pacientes*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, 2015.

NEXTHEALTHINC. *Health and Economic Benefits of Improving Mobility for the Bedridden Patient at Home*. 2016. Disponível em: <<http://www.nexthealthinc.com/sites/default/files/pictures/agilelife-whitepaper-bibliography.pdf>>. Acesso em: 15/03/2016.

NISHIDE, V. M.; BENATTI, M. C. C.; ALEXANDRE, N. M. C. Ocorrência de acidente do trabalho em uma unidade de terapia intensiva. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 12, n. 2, p. 204–211, 2004.

NR17, N. *Norma Regulamentadora NR17 - Ergonomia*. Rio de Janeiro, 2013.

OSEC. *Brazil's Market for Medtech Products*. 2014. Switzerland Global Enterprise. Disponível em: <http://www.s-ge.com/sites/default/files/private_files/BBK_Brazil_Medtech_Oct-14f_2.pdf>.

PAHL, G.; BEITZ, W. *Engineering design: a systematic approach*. London: Springer Science & Business Media, 1996.

PANAMEDICAL. *Prancha de Transferência de Paciente*. Junho 2015. Disponível em: <<http://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-6660-for-pre-machining>>. Acesso em: 22/06/2014.

PATENTS, H.-R. *Patented Articles / Product*. 2017. Disponível em: <<http://www.hill-rom.com/patents>>. Acesso em: 15/01/2017.

PAVLOVIĆ, D.; MILOŠEVIĆ, M.; PAVLOVIĆ, T. Development of mechanisms for adjusting positions of a multifunctional bed. *Proceedings of the 13th World Congress on TMM*, Guanajuato, México, 2011.

PENG, S.-W.; LIAN, F.-L.; FU, L.-C. Mechanism design and mechatronic control of a multifunctional test bed for bedridden healthcare. *IEEE/ASME transactions on mechatronics*, IEEE, v. 15, n. 2, p. 234–241, 2010.

RANGEL, E. M. L. *Conhecimento, práticas e fontes de informação de enfermeiros de um hospital sobre a prevenção e tratamento da úlcera de pressão*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2004.

ROCHA, C. S. A.; SILVA, C. B. da; NETO, M. G.; MARTINEZ, B. P. Alterações osteomusculares em técnicos de enfermagem em um ambiente hospitalar. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, v. 3, n. 1, 2013.

ROOZENBURG, N. F.; EEKELS, J. *Product design: fundamentals and methods*. Chichester: Wiley, 1995.

- ROY, B.; BASMAJIAN, A.; ASADA, H. H. Maneuvering a bed sheet for repositioning a bedridden patient. In: IEEE. *Robotics and Automation, 2003. Proceedings. ICRA'03. IEEE International Conference on*. Taiwan, 2003. v. 2, p. 2224–2229.
- RUSH, A. Purchasing electric profiling beds: Benefits and challenges. *International Journal of Therapy & Rehabilitation*, v. 12, n. 12, 2005.
- SCHMITT, R. *Quality Management in the Early Phases - Focus Product, Exercise Quality Management*. 2016. Notas de Aula. Disponível em: <http://www.wzl.rwth-aachen.de/en/ebecb2e7d199a686c125736f00454c10/07_e_eng.pdf>. Acesso em: 03/09/2016.
- SIMONI, R. *Síntese estrutural de cadeias cinemáticas e mecanismos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, 2008.
- SIMONI, R.; MARTINS, D. Criteria for structural synthesis and classification of mechanism. *Proceedings of the 19th International Congress of Mechanical Engineering-COBEM*, Brasília, 2007.
- STIEGELMEYER. *InTouch Critical Care Bed Brochure*. Junho 2015. Disponível em: <<https://www.stiegelmeier.com/en/care/details/vertica-care?>>Acesso em: 22/09/2016.
- TISCHLER, C. *Alternative structures for robot hands*. Melbourne, Austrália: University of Melbourne, 1995.
- TSAI, L. W. *Robot analysis: the mechanics of serial and parallel manipulators*. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- TSAI, L. W. *Mechanism design: Enumeration of kinematic structures according to function*. Washington: D.C: CRC Press, 2001.
- ULLMAN, D. G. *The mechanical design process*. New York: McGraw-Hill, 1992.
- YAN, H.-S. Creative design of mechanical devices. Springer Science & Business Media, 1998.
- ZANON, E.; MARZIALE, M. H. P. Avaliação da postura corporal dos trabalhadores de enfermagem na movimentação de pacientes acamados. *Rev Esc Enferm USP*, SciELO Brasil, v. 34, n. 1, p. 26–36, 2000.

**APÊNDICE A - Comparação Par a Par dos Requisitos dos
Usuários**

Tabela 18: Grau de Importância - Equipe A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Soma	
1	1C	1C	1B	1C	1B	1C	1C	1B	1B	1B	1B	1A	1C	1B	1B	1B	1C	1C	1C	1B	1C	45	
	2	0	2C	5C	2C	7C	8C	2C	2C	2C	12C	2C	0	15B	0	0	0	19C	2C	0	22C	7	
		3	3C	5B	3C	7C	8C	3C	3C	3C	12C	3B	0	15C	3C	3B	0	19C	3C	0	22C	13	
			4	5B	4C	7C	8C	0	0	4C	12C	4C	14C	15B	0	4C	0	19C	4B	21B	22B	7	
				5	5B	5C	5B	5C	5C	5B	5C	5B	5B	0	16C	0	5B	5C	5B	5B	0	36	
					6	0	8C	0	0	6C	0	0	0	15C	0	0	0	0	20B	21B	22C	1	
						7	7C	7B	7B	7C	0	7C	7C	15C	7B	7C	7C	7C	7B	7B	7C	26	
							8	8C	8B	8C	8C	8B	8C	0	8C	8B	8C	8C	8C	8C	0	24	
								9	9C	11C	0	9C	0	15C	0	0	9C	0	9C	9C	22B	5	
									10	10C	0	10C	14B	15C	0	0	0	0	10C	21B	0	3	
										11	12C	13C	0	15B	0	17B	0	11C	21B	22B	2	3	
											12	12B	0	0	0	12C	12C	12C	12C	12C	22C	12	
												13	14C	15B	0	13C	0	19B	0	21B	22C	2	
													14	0	0	14C	14C	0	0	0	22C	7	
														15	15C	15C	15B	15C	15B	15C	0	25	
															16	0	0	0	16C	16C	0	3	
																17	0	0	21B	22C	3	3	
																	18	19C	18C	0	0	1	
																		19	19C	19C	0	9	
																			20	0	22B	3	9
																				21	21C	19	9
																					22	19	9

Tabela 19: Grau de Importância - Equipe B

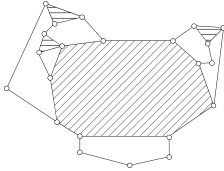
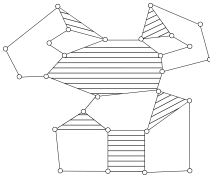
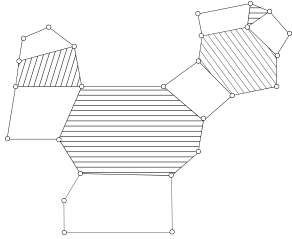
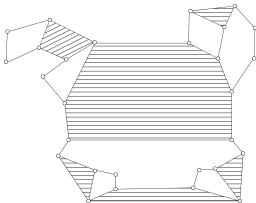
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Soma	
1	1B	1B	1B	1B	1B	1C	1C	1B	1B	1A	1C	1B	1B	1B	1A	1B	1C	1C	1A	1B	1C	59	
2	0	2C	5B	2C	7C	8C	2B	0	2B	2C	2C	2C	2C	15B	2C	0	2C	2C	0	0	22C	14	
3	3C	5C	3C	5C	3C	7C	8C	3B	10C	3B	3C	3C	3C	15C	0	3B	3B	0	3C	3C	22C	19	
4	5B	0	7B	0	4C	4C	4C	4C	4C	12C	4C	4C	0	0	4C	4C	0	20C	21C	22C	7	7	
5	5B	0	5C	5B	5C	5C	5C	5C	5C	5C	5C	5C	5C	15C	5B	5B	5C	5B	5B	5B	5C	38	
6	0	6C	10C	0	6C	6C	0	6C	6C	0	6C	6C	0	0	6C	6C	19C	0	0	0	0	5	
7	7C	7B	7C	0	7C	7C	7C	7C	7C	7C	7C	7C	7C	15C	7C	7C	7C	7B	7B	7C	7C	26	
8	8B	8C	0	8C	8C	0	8C	8C	0	8C	8C	8C	8C	0	8C	8C	8C	0	8C	8C	0	14	
9	9C	11C	9C	0	9C	12C	9C	0	15B	0	15B	0	15C	0	15C	0	18C	0	20C	21C	22C	2	
10	10C	0	10C	10C	15C	0	10C	10C	15C	0	15C	0	10C	10C	15C	0	18C	0	10C	21C	22C	6	
11	0	0	0	0	15C	16C	11C	18C	0	0	0	0	0	15C	16C	11C	18C	0	0	0	22C	2	
12	12B	0	0	0	12C	12B	0	0	12C	12B	0	0	12C	12B	0	0	12C	0	12C	0	0	10	
13	14B	15C	16C	17C	13C	19C	0	0	15C	16C	17C	13C	19C	0	15C	16C	17C	13C	19C	0	21C	22C	1
14	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14C	14C	0	14C	14C	0	0	5	
15	15C	15B	0	15B	15C	15B	0	15B	15C	15B	0	15B	15C	15B	15C	15B	0	15B	15B	15C	0	23	
16	0	0	0	0	16	0	0	0	16C	16C	0	4	0	16C	16C	0	0	16C	16C	0	0	4	
17	0	0	0	0	17	0	0	0	20C	21C	22C	1	0	20C	21C	22C	0	0	20C	21C	22C	1	
18	0	0	0	0	18	0	0	0	19C	19C	4	0	19C	19C	19C	4	0	0	0	0	22C	2	
19	0	0	0	0	19	0	0	0	20C	20C	4	0	20C	20C	20C	4	0	0	0	0	22C	2	
20	0	0	0	0	20	0	0	0	21C	21C	4	0	21C	21C	21C	4	0	0	0	0	22C	4	
21	0	0	0	0	21	0	0	0	22C	22C	4	0	22C	22C	22C	4	0	0	0	0	22C	4	
22	0	0	0	0	22	0	0	0	22C	22C	4	0	22C	22C	22C	4	0	0	0	0	22C	4	

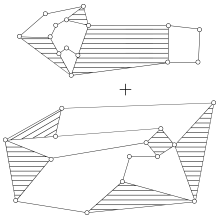
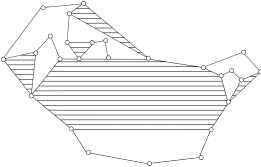
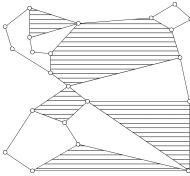
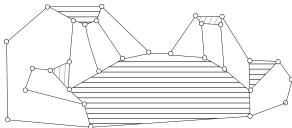
APÊNDICE B – Casa da Qualidade

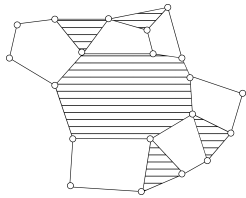
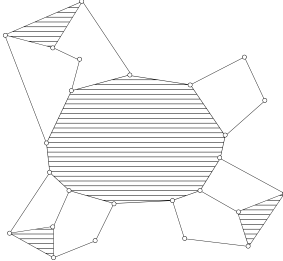
APÊNDICE C - Análise Patentes

A análise dos principais depositantes de patentes é analisado para verificar o desenvolvimento tecnológico na área desejada. Esta análise é apresentada na Tabela 21.

Tabela 21: Análise das patentes

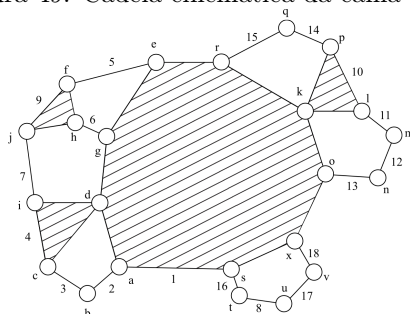
Depositante	Número da Patente	Cadeia Cinemática	Fracionamento	Circuitos	Sistemas de helicoides	Mobilidade
Theraposture	US5461740 (A)		sim	6	3	4
Hill Rom	WO20147340 (A2)		sim	7	3	6
Stiegelmeier	EP2308439 (A1)		sim	6	3	6
Stryker	US2014059768 (A1)		sim	7	3	7

Depositante Número da Patente	Cadeia Cinemática	Fracionamento	Circuitos	Sistemas de helicoides	Mobilidade
Hans-Peter US 2006143828 (A1)		sim	8	4	5
Voelker US2011219545 (A1)		sim	7	3	5
Invacare WO2013052452 (A1)		sim	6	3	4
Wissner DE19901127 (A1)		sim	9	3	3

Depositante	Cadeia Cinemática	Fracionamento	Circuitos	Sistemas de helicoides	Mobilidade
Paul Gerald US6789280 (B1)		sim	6	3	2
Burke US6516479 (B1)		sim	7	3	4

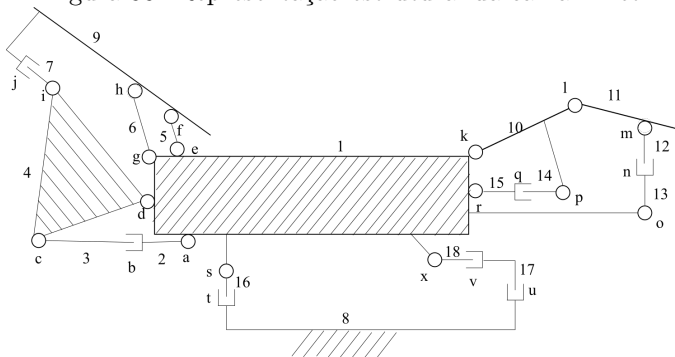
No estudo de Barreto (2016) é apresentado a análise da cama disponível no Hospital Universitário (HU-UFSC) da empresa Linet. A cadeia cinemática e a representação estrutural são apresentadas a seguir.

Figura 49: Cadeia cinemática da cama Linet



Fonte: Adaptado de Barreto (2016).

Figura 50: Representação estrutural da cama Linet



Fonte: Adaptado de Barreto (2016).

Na pesquisa realizada por Barreto (2016) foi analisada vinte e sete patentes. Um resumo é apresentado na tabela 22, mostrando quantas patentes apresentam determinados critérios estruturais.

Tabela 22: Análise das patentes INPI

Critérios		Patente (Nº)
Mobilidade	1	4
	2	7
	3	10
	4	1
	5	2
	6	3
Fracionamento		20
Sistemas de helicoides	3	22
	4	2
	5	0
	6	3

Fonte: Adaptado de Barreto (2016).

ANEXO A – Questionário Profissionais Área da Saúde



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO – CTC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE ROBÓTICA PROFESSOR RAUL GÜENTHER

Título do Projeto: Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para
Pacientes Acamados

Questionário para profissionais da área da saúde

1 - Sexo

Masculino

Feminino

2 - Idade

3 - Qual o tempo de experiência na transferência e/ou movimentação de pacientes?

4 - Você possui treinamento para realizar transferência e/ou movimentação de pacientes?

5 - Quantas vezes em média você faz a transferência de pacientes ao longo do seu turno?
(entenda como transferência a retirada do paciente da cama)

6 - Quantas vezes em média você faz a movimentação de pacientes ao longo de seu turno?
(entenda como movimentação a mudança de posição (decúbito) em cima da cama)

7 - Quais as principais dificuldades que você tem para realizar as operações de transferência e/ou movimentação?

8 - Você alguma vez já ficou afastado(a) do trabalho em função de problemas relacionados à transferência e/ou à movimentação de pacientes (como: lombalgia, tendinite, bursite, etc.)?

Sim Não

Se sim por quanto tempo?

9 - É utilizado algum equipamento para auxiliar na transferência e/ou na movimentação?

Sim Não

Qual(is)?

Lençóis

Elevadores mecânicos

Prancha

Outros

10 - Em relação às camas hospitalares atuais, quais os principais problemas/defeitos que ocorrem?

11 - Você modificaria ou acrescentaria alguma característica ou função na cama hospitalar?

12 - Você acha que utilizar um elevador mecânico é benéfico aos enfermeiros e aos pacientes?

Sim Não

Por que?

13 - Qual o tipo de elevador de transferência você prefere?

De teto (fixo)

Ou de piso (móvel)

Outro (especifique)

14 - Como você prefere operar um elevador/cama?

Botão

Joystick/Controle

Touch Screen

Alavancas manuais

ANEXO B – Questionário Pacientes



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO – CTC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LABORATÓRIO DE ROBÓTICA PROFESSOR RAUL GÜENTHER

Título do Projeto: Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para
Pacientes Acamados

Questionário para pacientes

1 - Idade ____

2 - Peso ____

3- Qual o motivo da internação?

4- Há quanto tempo está internado?

5 -O fato de estar acamado gerou algum problema de saúde (dores, insatisfação, desconforto, etc.)?

Se sim:

Qual(is) problema(s)?

Após quanto tempo?

6- A cama está confortável (colchão, medidas, altura, acesso, posições)? Por quê?

7 - Você consegue se movimentar sozinho em cima da cama?

8 - Quais os movimentos que você mais tem dificuldade para fazer?

9 - A dificuldade está relacionada com a cama? Por quê?

10 - Os profissionais mudam sua posição na cama constantemente? Com que frequência?

11 - Você consegue sair da cama sozinho ou sente a necessidade? Indique o nível de dificuldade (fácil, médio e difícil) e se está relacionado com a cama (altura da cama, maciez do colchão, apoio).

12 - Sugestões para melhorar a cama e o seu bem estar enquanto acamado (segurança, autonomia, higiene):

**ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Profissionais Área da Saúde**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO – CTC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS –
CEPSH**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Levantamento de informações a respeito de pacientes acamados e profissionais da área da saúde como subsídio para o projeto informacional da Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para Pacientes Acamados

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para Pacientes Acamados. O objetivo é realizar o levantamento das necessidades de pacientes acamados e profissionais da área da saúde a respeito de camas hospitalares e dispositivos de mobilização dos pacientes. Este estudo associado ao projeto financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Nº 59/2014 está sendo coordenado pelo Professor Daniel Martins no contexto do Laboratório de Robótica Raul Guenther - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Para isto será realizada uma entrevista com 14 (Quatorze) questões sem identificação pessoal para posterior análise pelos pesquisadores.

Os riscos destes procedimentos são mínimos para os participantes, podendo acontecer problemas como: cansaço, desconforto pelo tempo gasto.

Os benefícios ao participar desta pesquisa, no primeiro momento, serão indiretos, pois este trabalho servirá de subsídio para a elucidação das necessidades dos usuários da Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para Pacientes Acamados. A longo prazo este projeto tem por objetivo desenvolver dois protótipos dos equipamentos, sendo uma maca hospitalar e outro equipamento de transferência de pacientes acamados, podendo promover a melhoria da qualidade de vida tanto de pacientes como dos profissionais da área da saúde.

Durante a entrevista você estará sempre acompanhado por um dos pesquisadores, que lhe prestará toda a assistência necessária, caso tenha alguma dúvida sobre os procedimentos ou sobre o projeto você poderá entrar em contato com o pesquisador a qualquer momento pelo telefone ou e-mail abaixo, ainda sinta-se absolutamente à vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa e ao decidir deixar de participar da pesquisa você não terá qualquer prejuízo.

A sua identidade será preservada, sendo os pesquisadores os únicos a ter acesso aos dados, tomando todas as providências necessárias para manter o sigilo, mas sempre existe a remota possibilidade da quebra do sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, cujas consequências serão tratadas nos termos da lei em vigência. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, onde serão mostrados

apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade.

A legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação financeira pela sua participação em pesquisa. Fica estabelecido que você não terá nenhuma despesa advinda da sua participação na pesquisa. Caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, você será ressarcido nos termos da lei em vigência. Caso você tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido composto de duas vias está sendo rubricadas e assinadas por você e pelo pesquisador responsável. Sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores.

O pesquisador responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Você poderá entrar em contato com o pesquisador pelo telefone (48) 3721-4010, e-mail daniel.martins@ufsc.br ou pessoalmente na UFSC, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Mecânica Campus Universitário - EMC - CTC, Trindade, 88040-970 - Florianópolis - SC - Brasil. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC pelo telefone (48) 3721-6094 e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br ou pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, 4º andar, sala 401, Trindade, 88040-400 - Florianópolis - SC - Brasil.

Agradecemos a sua participação e colaboração.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____, RG _____, li este documento (ou tive este documento lido para mim por uma pessoa de confiança) e obtive dos pesquisadores todas as informações que julguei necessárias para me sentir esclarecido e optar por livre e espontânea vontade participar da pesquisa.

Assinatura Convidado(a): _____

Assinatura Pesquisador: _____

Florianópolis, ____/____/____.

**ANEXO D - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Paciente**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS -
CEPSH**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Levantamento de informações a respeito de pacientes acamados e profissionais da área da saúde como subsídio para o projeto informacional da Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para Pacientes Acamados

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para Pacientes Acamados. O objetivo é realizar o levantamento das necessidades de pacientes acamados e profissionais da área da saúde a respeito de camas hospitalares e dispositivos de mobilização dos pacientes. Este estudo associado ao projeto financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Nº 59/2014 está sendo coordenado pelo Professor Daniel Martins no contexto do Laboratório de Robótica Raul Guenther - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina.

Para isto será realizada uma entrevista com 12 (doze) questões e realizada a aquisição de imagem através de 2 (duas) fotos sem identificação pessoal para posterior análise da posição e medidas antropométricas dos pacientes acamados. Serão realizadas 1 (uma) foto frontal e 1 (uma) lateral do entrevistado, onde não serão incluído o rosto ou qualquer identificação.

Os riscos destes procedimentos são mínimos para os participantes, podendo acontecer problemas como: cansaço, desconforto pelo tempo gasto.

Os benefícios ao participar desta pesquisa, no primeiro momento, serão indiretos, pois este trabalho servirá de subsídio para a elucidação das necessidades dos usuários da Plataforma Reconfigurável de Tecnologia Assistiva para Pacientes Acamados. A longo prazo este projeto tem por objetivo desenvolver dois protótipos dos equipamentos, sendo uma maca hospitalar e outro equipamento de transferência de pacientes acamados, podendo promover a melhoria da qualidade de vida tanto de pacientes como dos profissionais da área da saúde.

Durante a entrevista você estará sempre acompanhado por um dos pesquisadores, que lhe prestará toda a assistência necessária, caso tenha alguma dúvida sobre os procedimentos ou sobre o projeto você poderá entrar em contato com o pesquisador a qualquer momento pelo telefone ou e-mail abaixo, ainda sinta-se absolutamente à vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa e ao decidir deixar de participar da pesquisa você não terá qualquer prejuízo.

A sua identidade será preservada, sendo os pesquisadores os únicos a ter acesso aos dados, tomando todas as providências necessárias para manter o sigilo, mas sempre existe a remota possibilidade da quebra do sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, cujas consequências serão tratadas nos

termos da lei em vigência. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas científicas, onde serão mostrados apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade.

A legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação financeira pela sua participação em pesquisa. Fica estabelecido que você não terá nenhuma despesa advinda da sua participação na pesquisa. Caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, você será ressarcido nos termos da lei em vigência. Caso você tenha algum prejuízo material ou imaterial em decorrência da pesquisa poderá solicitar indenização, de acordo com a legislação vigente e amplamente consubstanciada.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido composto de duas vias está sendo rubricadas e assinadas por você e pelo pesquisador responsável. Sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores.

O pesquisador responsável, que também assina esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Você poderá entrar em contato com o pesquisador pelo telefone (48) 3721-4010, e-mail daniel.martins@ufsc.br ou pessoalmente na UFSC, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Mecânica Campus Universitário - EMC - CTC, Trindade, 88040-970 - Florianópolis - SC - Brasil. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC pelo telefone (48) 3721-6094 e-mail cep.propesq@contato.ufsc.br ou pessoalmente na rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, 4º andar, sala 401, Trindade, 88040-400 - Florianópolis - SC - Brasil.

Agradecemos a sua participação e colaboração.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu,....., RG, li este documento (ou tive este documento lido para mim por uma pessoa de confiança) e obtive dos pesquisadores todas as informações que julguei necessárias para me sentir esclarecido e optar por livre e espontânea vontade participar da pesquisa.

Assinatura Convidado(a): _____

Assinatura Pesquisador: _____

Florianópolis, ____/____/____.