



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

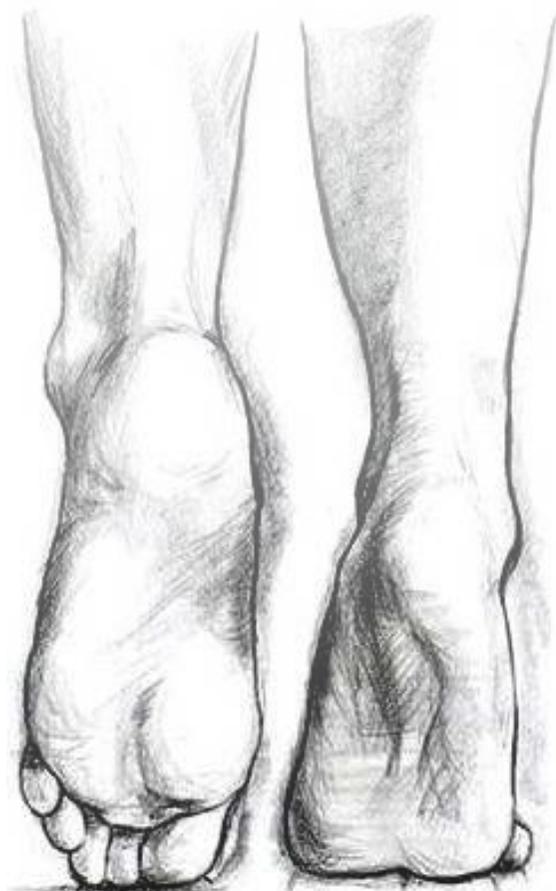
**EQUIPAMENTO PARA A PRÁTICA DOMICILIAR DE EXERCÍCIOS
FÍSICOS PREVENTIVOS PARA OS MEMBROS INFERIORES DE
IDOSOS**

JÉSSICA LOUISE ROCHA CAVALCANTE

ALUNA

Prof. M. Sc. RODRIGO MOTTA

Orientador



Campina Grande - PB, Março de 2015



Universidade Federal
de Campina Grande

UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EQUIPAMENTO PARA A PRÁTICA DOMICILIAR DE EXERCÍCIOS
FÍSICOS PREVENTIVOS PARA OS MEMBROS INFERIORES DE
IDOSOS**

JÉSSICA LOUISE ROCHA CAVALCANTE

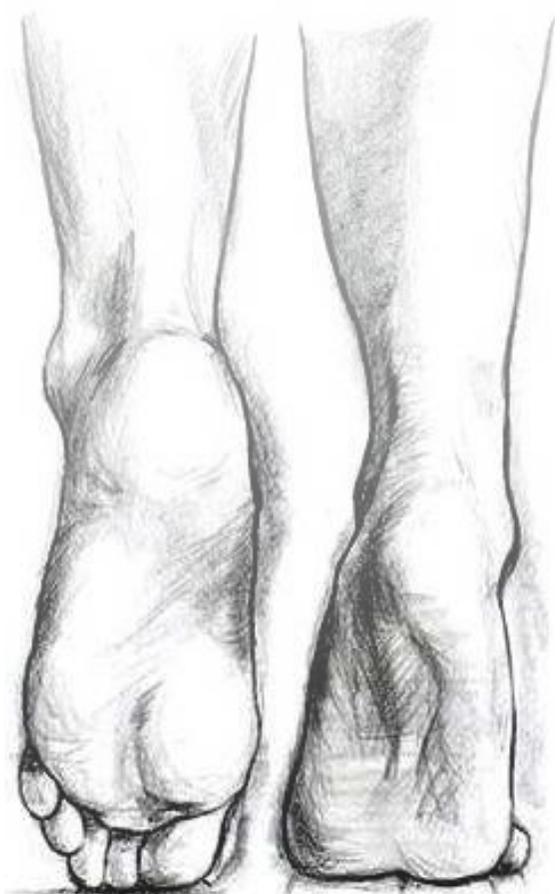
ALUNA

Prof. M. Sc. RODRIGO MOTTA

Orientador

Relatório técnico-científico apresentado ao curso de Design da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Design, com habilitação em Projeto de Produto.

Campina Grande - PB, Março de 2015



UFCG | CCT | UADESIGN | CURSO DE DESIGN

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EQUIPAMENTO PARA A PRÁTICA DOMICILIAR DE EXERCÍCIOS
FÍSICOS PREVENTIVOS PARA OS MEMBROS INFERIORES DE
IDOSOS**

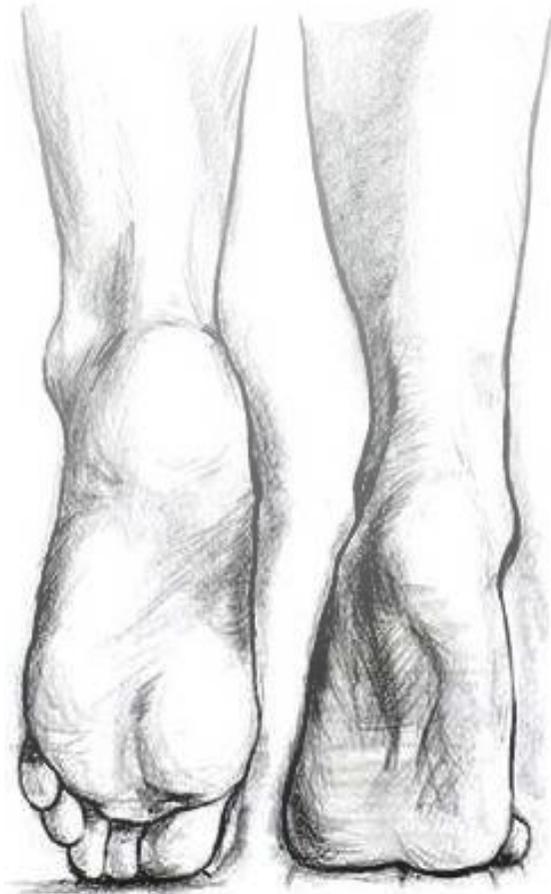
Relatório técnico-científico defendido e aprovado em 10 de março de 2015, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

M. Sc. Rodrigo Motta

Grace Sampaio

Viviane Brasileiro

Campina Grande - PB, março de 2015



Agradecimento

Meu profundo agradecimento por toda ajuda psicológica/financeira/braçal, apoio e ensinamentos da minha mãe Lourdinha, meus irmãos Gustavo, Vanêssa, Rúbia e Nívia, minha avó Ceci, do meu namorado Xico, meus sogros MaZé e Josenildo, e meus cunhados Socorro, Evas e Felipinho, tias, tios, primas e primos.

Aos meus queridos amigos e amigas Débora, Dinha, Jana, Fabrícia, Sobreira, Luciana, Tayssa, Lígia, Janne, Laiza, Camila K, Camila R, Thamyres, Laila, Rilávia, Andriely, Rebeca, Bella, Lelinha, Taciana, Edson, Camillo, Renan e Renato, Vivi, Minimine, prof. Helder, Josy, Thiago, Albernes e Herika.

Aos professores e professoras Cleone, Grace, Viviane, Ana Carolina, Itamar, Rodrigo, Abdon, Luiz Felipe, Natã, Wellington, Glielson, Joca, Belô, Pablo, Levi e Valter.

Aos dedicados funcionários da UAD Expedito, Lucia e Eudes.

Agradeço também aos criadores dos programas DropBox, InDesign, Photoshop, Illustrator e Corel DRAW.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

Epígrafe

“A metáfora mais bonita que conheço para a velhice é o crepúsculo, o pôr do sol. O crepúsculo é lindo. Faz pensar. No crepúsculo tomamos consciência da rapidez do tempo. As cores rapidamente passam do azul para o verde, para o amarelo, para o abóbora, para vermelho para o roxo, para o negro. No crepúsculo sentimos o tempo fluir rapidante. Por isso muitas pessoas têm medo dele.”

(Rubem Alves)

Resumo

O objetivo deste projeto foi o de apresentar o desenvolvimento de um produto que permitisse aos idosos, a prática domiciliar de exercício físico nos membros inferiores. Outras características desejadas incluíram a de fácil utilização, a presença de um sistema de feedback que informasse a correta execução do exercício físico, a adaptação do produto à antropometria e às limitações físicas do público alvo.

Os mecanismos de funcionamento do produto foram fundamentados em exercícios físicos recomendados por profissionais da área de Fisioterapia, em especial os professores do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), e os exercícios contidos no livro Exercícios Terapêuticos (KISNER, 2005).

O produto apresentado teve como base de concepção as necessidades da vida cotidiana do idoso, por exemplo, a manutenção da saúde das pernas, por meio da utilização de um produto engajado com o tema da ergonomia e da usabilidade. O equipamento foi projetado para exercitar os tornozelos dos idosos, que visa melhorar a circulação dos fluidos corporais, minimizando a ocorrência de problemas causados pela má circulação. O produto proposto contém um sistema de utilização simplificado, de fácil e rápido manuseio, domiciliar, apresenta *feedback* luminoso e de vibração. O produto atende aos requisitos de segurança, pois foi projetado para ser usado com o idoso em posição sentada, não colocando em risco o seu equilíbrio.

O Design foi o instrumento responsável pela união entre preocupação social e princípios ergonômicos na intenção de gerar um produto com interface amigável, ocasionando uma boa relação do usuário com o produto.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Contextualização.....	12
1.2 Identificação da Oportunidade.....	16
1.3 Delimitação do Estudo.....	20
1.4 Objetivos.....	21
1.4.1 Geral.....	21
1.4.2 Específicos.....	21
1.5 Justificativa.....	22
1.6 Planejamento Operacional.....	23
1.6.1 Levantamento de Dados.....	24
1.6.2 Análise de Dados.....	24
1.6.3 Formulação dos Requisitos e Parâmetros.....	25
1.6.4 Geração de Conceito.....	25
1.6.5 Desenvolvimento e Detalhamento Técnico.....	26
2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS.....	27
2.1 Perfil dos Usuários.....	29
2.2 Entrevista com Profissionais de Fisioterapia.....	30

2.2.1 Conclusão.....	31
2.3 Análise Comparativa de Produtos Similares.....	32
2.3.1 Tabela de Pontos Positivos e Negativos dos Aparelhos.....	33
2.3.2 Conclusão.....	34
2.4 Lista de Exercícios Físicos para as Pernas.....	35
2.4.1 Conclusão.....	35
2.5 Antropometria.....	36
2.6 Características Desejáveis.....	36
2.6.1 Funções.....	36
2.7 Diretrizes do Projeto.....	37
2.7.1 Requisitos e Parâmetros.....	37
3 ANTEPROJETO.....	40
3.1 Geração de Conceitos.....	41
3.1.1 Conceitos 01 e 02.....	42
3.1.2 Conceito 03.....	45
3.1.3 Conceito 04.....	47
3.1.4 Conceito 05.....	49
3.1.5 Conceito 06.....	51
3.1.6 Conceito 07.....	53

3.1.7 Conceito 08.....	55
3.2 Seleção dos Conceitos.....	58
3.3 Paineis Semânticos.....	61
3.3.1 Produtos com Sistema de Informação Grande.....	61
3.3.2 Características da Forma e Cores.....	62
3.4 Desenvolvimento da Alternativa I.....	63
3.5 Desenvolvimento das Alternativas II e III.....	66
3.5.1 Desenvolvimento da Alternativa II.....	67
3.5.2 Desenvolvimento da Alternativa III.....	69
3.6 Desenvolvimento da Alternativa IV.....	72
3.7 Desenvolvimento das Alternativas V e VI.....	74
3.7.1 Desenvolvimento da Alternativa V.....	76
3.7.2 Desenvolvimento da Alternativa VI.....	78
3.8 Avaliação das Alternativas.....	81
3.8.1 Conclusão.....	85
3.9 Refinamento da Alternativa III.....	86
3.9.1 Posicionamento do Sistema de Informação e Forma Geral.....	86
3.9.2 Sistema Funcional.....	88
3.9.3 Paineis Semânticos para as Cores do Sistema de informação.....	94

3.9.4 Layout dos Botões e de Feedback Luminoso.....	98
4 PROJETO.....	103
4.1 Descrição da Estrutura.....	104
4.2 Detalhamento do Sistema Eletrônico.....	106
4.3 Dimensões e Ergonomia.....	107
4.4 Usabilidade.....	110
4.4.1 Higienização do Equipamento.....	111
4.5 Materiais.....	112
4.6. Estudos de Cores.....	114
4.6.1 Aplicação de Cores no Produto.....	115
4.7 Perspectiva Explodida.....	116
4.8 Desenho Técnico.....	117
4.9 Tecnologia.....	118
4.10 Produto Final.....	119
4.11 Conclusões.....	120
4.12 Recomendações.....	123
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
6 APÊNDICE.....	129



Introdução





Figura 01: Idoso com uma criança.

1 Introdução

1.1 Contextualização

De acordo com projeções atualizadas do Fundo de População das Nações Unidas, cerca de 1 em cada 9 pessoas encontra-se com 60 anos de idade ou mais. Calcula-se que essa proporção crescerá para 1 em cada 5 pessoas por volta do ano 2050, passando a haver, mundialmente, mais idosos do que crianças menores de 15 anos de idade. (UNFPA¹/ HELPAGE², 2005:3).

Esse fenômeno do envelhecimento da população está acontecendo em todos os lugares no mundo, em todos os níveis sócio-econômicos. Entretanto, tal fenômeno tem ocorrido com mais relevância em países em processo de desenvolvimento, conforme pode ser verificado no Gráfico 1: dos atuais 15 países com mais de 10 milhões de idosos, 7 são países em desenvolvimento. (UNFPA/ HELPAGE, 2005: 3).

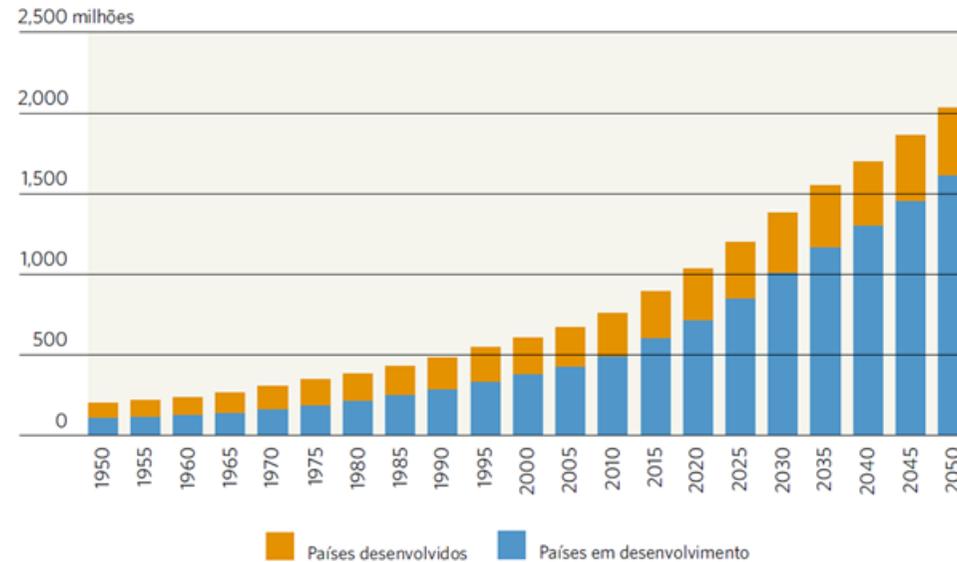


Figura 02: Idosa com uma criança.

¹ *United Nations Population Fund* (Fundo de População das Nações Unidas). “[...] é uma agência de desenvolvimento internacional que cria um mundo onde cada gravidez é desejada, cada parto é seguro e o potencial de cada jovem é realizado.” (UNFPA/ HELPAGE, 2005:2).

² *HelpAge International*. “[...] auxilia idosos a reivindicar seus direitos, lutar contra a discriminação e superar a pobreza, de forma que possam levar uma vida digna, segura, ativa e saudável. Nosso trabalho é fortalecido através de nossa rede global de organizações voltadas para a mesma meta – a única desse tipo no mundo.” (UNFPA/ HELPAGE, 2005:2).

Gráfico 1: Número de pessoas com 60 anos ou mais: Mundo, país desenvolvido e em desenvolvimento.



Fonte: DESA (2011).

Figura 03: Idosa em busca de uma vida saudável.



De acordo com pesquisas do IBGE³, o envelhecimento dos brasileiros se confirmou a partir de uma pesquisa realizada em 2009, na qual se constatou o crescimento no número de idosos, passando de 10,7 milhões de pessoas idosas no ano de 1991 para 21,7 milhões no ano de 2009 (crescimento de mais de 102%). Concomitante a esse aumento do número de idosos no Brasil, o número de crianças com até quatro anos de idade diminuiu de 16,3 milhões em 2000 para 13,3 milhões em 2011 (SDH⁴, 2014).

Esse aumento da população idosa no Brasil e no mundo decorre da melhoria

³ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

⁴ Secretaria de Direitos Humanos.



Figura 04: Idosa tomando café da manhã com alimentos de qualidade e saudáveis



Figura 05: Casal de idosos se divertindo.

das condições sanitárias das moradias, da melhoria na qualidade de vida, melhoria na qualidade da alimentação, dos avanços nas áreas de medicina e geriatria, dos aumentos com os cuidados com a saúde física e mental, do bem-estar financeiro e da diminuição da taxa de natalidade e fecundidade, com a diminuição do número relativo de filhos por mulher (SDH, 2014).

Com o aumento da qualidade de vida, surgem novas necessidades e desejos, tais quais: o aumento da independência e autonomia, aumento da mobilidade em ambientes privados e públicos, melhoria no acesso à informação, ao serviço, à segurança e à saúde preventiva.

“Com o objetivo de propor um caminho para um envelhecimento com qualidade, a SDH busca, em parceria com outros Ministérios e órgãos, implementar ações e ferramentas adequadas e medidas concretas que favoreçam a promoção da inclusão e independência da pessoa idosa pelo maior tempo possível. Entretanto, essa é uma mudança estratégica para as próximas décadas que envolve também uma dimensão real de crescimento econômico, com inovações em tecnologia, serviços e desafios.” (SNPDDH⁵, 2012).

A partir do fenômeno da diminuição do número de jovens e o crescimento do número de idosos no Brasil, surge uma “janela de oportunidade” ou “bônus demográfico”, no qual se apresentam oportunidades de desenvolvimento de produtos e serviços, cujos potenciais consumidores estão na faixa etária de até 14 anos e idosos que não trabalham, os chamados consumidores dependentes. De acordo com o IBGE, a

⁵Secretaria Nacional de Promoção Defesa dos Direitos Humanos.



Figura 06: Pessoa com problemas de varizes.



Figura 07: Pessoa com problemas de circulação.

quantidade de consumidores dependentes é maior que a de consumidores em idade produtiva, de 15 aos 64 anos.

“As oportunidades que essa evolução demográfica apresenta são infindáveis quanto às contribuições que uma população em envelhecimento, social e economicamente ativa, segura e saudável, pode trazer à sociedade.” (UNFPA/ HELPAGE, 2005:3).

Devido ao crescente número de idosos, que mantêm sua independência e autonomia por mais tempo, surge uma preocupação em melhorar seu bem estar físico e mental. Alguns idosos praticam atividades físicas regulares, realizam consultas e acompanhamentos periódicos a médicos e especialistas, buscam melhor convivência social e realizam atividades antes voltadas ao público mais jovem. Há ainda idosos que não praticam atividade física regularmente, seja por falta de tempo, falta de companhia ou falta de motivação.

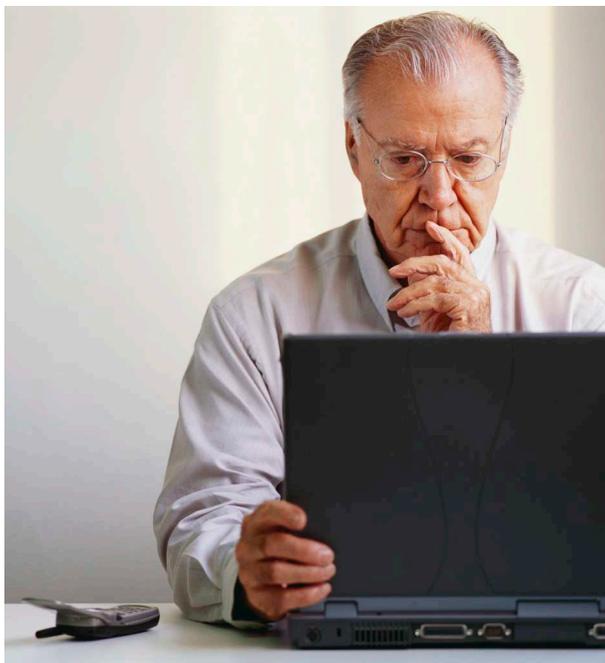
Um dos motivos de convalescência de pessoas idosas refere-se a problemas graves que decorrem da má circulação sanguínea nos membros inferiores, problemas causados por quedas ou ainda problemas ocasionados pela falta de exercícios que fortaleçam os músculos das pernas.

Tendo como foco os idosos que não praticam exercícios físicos regulares, identifica-se enquanto boa prática geriátrica a realização desses no domicílio do idoso. Tal prática deve minimizar o dispêndio financeiro, combater as possíveis implicações de saúde causadas pela completa falta de cuidados com o bem estar das pernas e dos pés, minimizando o sofrimento do idoso.



Figura 08: Idosos se exercitando.

Figura 09: Idoso trabalhando.



Diante do exposto, este estudo foca na melhoria na qualidade vida do idoso, visando a manutenção da qualidade na sua mobilidade, aperfeiçoando a saúde dos seus membros inferiores.

1.2 Identificação da Oportunidade

Diante dos fatos expostos, observam-se que este público compõem a nova identidade da população mundial, indivíduos estes acima de 60 anos de idade e com a vida ativa.

Observou-se que o público idoso deverá compor a nova identidade da população mundial, composta por uma quantidade significativa de indivíduos acima de 60 anos de idade e com a vida ativa. Observou-se, ainda, o crescente investimento em tratamentos, realização de procedimentos e confecção de equipamentos e mecanismos que os tornem aptos, física e mentalmente, para a prática regular de suas atividades.

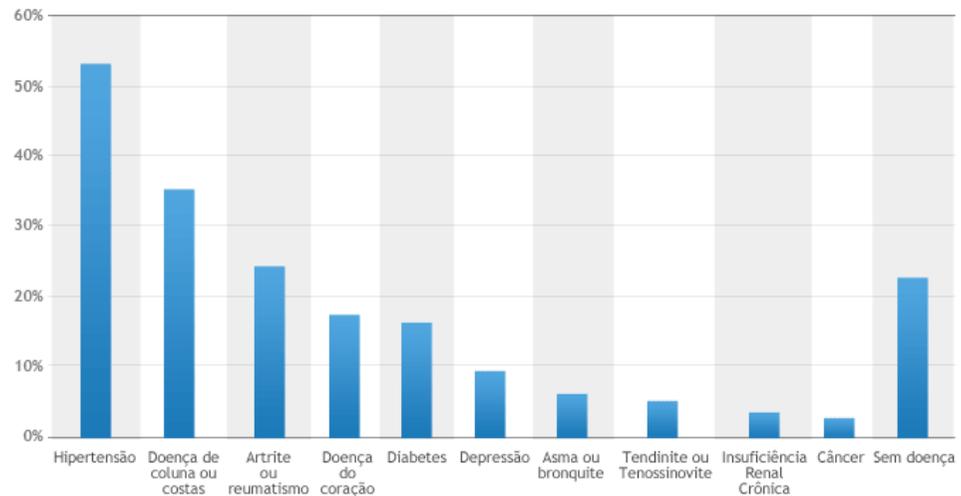
A exemplo dessas novas tecnologias temos a detecção e tratamento precoce da Arritmia Cardíaca (HAE - SBIB⁶, 2009), tratamento de problemas relacionados à perda de audição, tratamento de distúrbios relacionados à senilidade, à redução de capacidades motoras e problemas que atingem os membros inferiores. Os problemas relacionados aos membros inferiores podem ser decorrentes de doenças crônicas característica de boa parte da população assistida nesta pesquisa, tais quais a Diabetes e a Hipertensão Arterial, conforme demonstrado no Gráfico a seguir.

⁶Hospital Albert Einstein - Sociedade Beneficente Israelita Brasileira.



Figura 10: Composição representando o cuidado com o coração.

Gráfico 2: Doenças que mais atingem os idosos. Mais da metade das pessoas com mais de 60 anos tem pressão alta.



Fonte: IBGE 2008.

A Hipertensão e a Diabetes agravam a má circulação do sangue pelo corpo, comum em pessoas de idade avançada, ocasionando um aumento das resistências periféricas, devido à vasoconstrição de pequenas e médias artérias e arteríolas. Esse problema faz com que as pernas e os pés retenham maior quantidade de líquido, o que pode causar desde um leve incômodo, inchaços, até dores incapacitantes ou ferimentos como o eczema⁷. Em casos mais graves, pode ocorrer a formação de trombos, em especial em pessoas portadoras de Distúrbios de Hemostasia.

[...]. Em geral, eles se formam nos membros inferiores. Como sua estrutura é sólida e amolecida, um fragmento pode desprender-se e seguir o trajeto da circulação venosa que retorna aos pulmões para o sangue ser



Figura 11: Adulto com problemas de glicose no sangue..

⁷ Erupção cutânea. Reação inflamatória na pele, deixando-a vermelha, escamosa, coçando e com prurido.

oxigenado. Nos pulmões, conforme o tamanho do trombo, pode ocorrer um entupimento – a embolia pulmonar – uma complicação grave que pode causar morte súbita. (Varela, 2015)

De acordo com a cardiologista Dra. Ana Luiza Lima, no site Tua Saúde (<http://www.tuasaude.com/>), o inchaço nos membros inferiores afeta principalmente idosos e mulheres grávidas, normalmente ocasionados por alterações hormonais, uso de certos medicamentos, sedentarismo, doença renal e doença cardíaca. O idoso pode ser acometido de outras doenças: disfunção no fígado, distúrbios da tireóide, inflamações varicosas, problemas nos vasos linfáticos e infecção na perna. Fatores externos podem agravar os problemas nos membros inferiores, tais quais a permanência em ambientes quentes, a posição corporal diária no trabalho, tabagismo ou a falta de exercícios físicos.



Figura 12: Grávida com ocorrência de inchaço nas pernas.

Os problemas citados podem ocasionar má circulação linfática ou má circulação sanguínea, formando edemas (inchaço) nos membros inferiores, decorrente da retenção de líquidos (linfáticos ou sanguíneos), nas regiões subcutâneas da pele ou nas veias que sofrem de insuficiência venosa, quando estas são incapazes de bombear o sangue adequadamente de volta para o coração, podendo ainda ocasionar dormência nas pernas, fazendo com que o idoso venha a sofrer uma queda.

De acordo com Gislaine Rabelo, no site Outra Medicina (<http://www.outrameicina.com/>), é de suma importância que todos os líquidos do corpo humano fluam normalmente por ele. De acordo com a médica, o nosso corpo funciona em plena saúde se tais fluidos circulam de forma constante e regular.

Na circulação sanguínea há o transporte de oxigênio (O) é conduzido para as

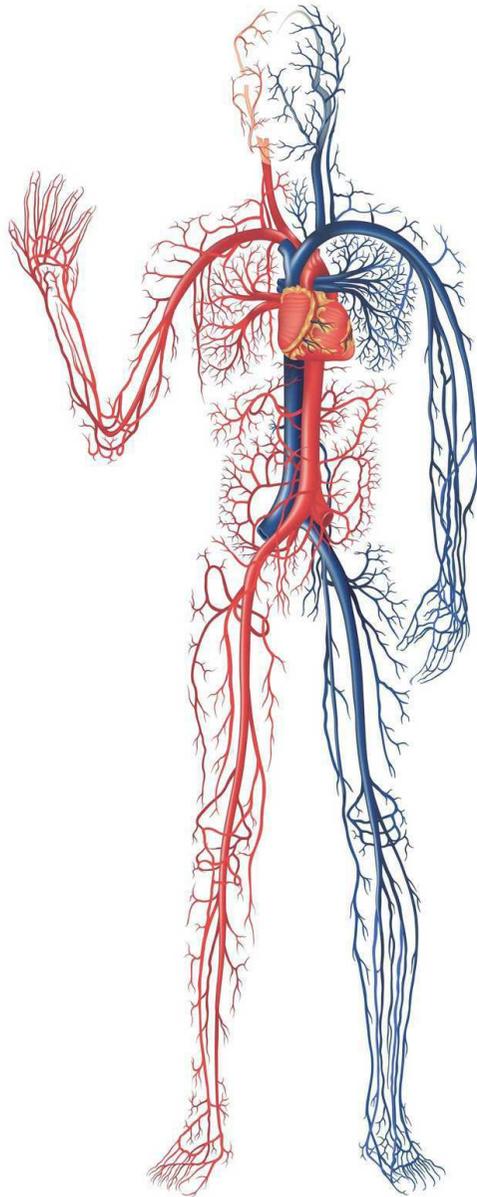


Figura 13: Ilustração do sistema circulatório sanguíneo.

células, e o dióxido de carbono (CO_2) para ser eliminado nos pulmões. Os hormônios são liberados nele, por meio de glândulas endócrinas, e são levados aos tecidos. Durante o processo circulatório, é feito um recolhimento de excreções metabólicas e celulares que posteriormente são levados para os órgãos excretores. Há a condução de nutrientes desde os locais de sua absorção até as células de todos os órgãos (BRIDA et al, 2009). Para uma boa defesa contra infecções é necessário que haja uma correta circulação tanto sanguínea como linfática. A circulação da linfa colabora na defesa do organismo contra bactérias, vírus e fungos.

Com o mal funcionamento dos sistemas citados acima, há a ocorrência de edemas, fadiga, dores ou até mesmo ferimentos nos membros inferiores. Em casos mais graves, podem ocorrer outras enfermidades: Câibras, Trombose Venosa Profunda, Veias varicosas e Aterosclerose. Desta forma, os idosos acometidos por tais enfermidades podem ser impedidos de manterem sua vida ativa, e de aproveitarem-na melhor e mais dignamente.

Diante dos fatos obtidos e aqui descritos, verifica-se que, com o aumento da população idosa, tornando o Brasil um país que poderá ter predominância de idosos em sua população, e que pode precisar de esforços coletivos para se adaptar à condição vigente de envelhecimento da população.

Um país com população em processo de envelhecimento evidencia uma demanda de atenção especial acerca deste quesito. Verificou-se uma oportunidade de inserir o Design no processo de elaboração de um produto diferenciado para o público idoso. Uma vez que, por meio de pesquisas, foi identificado que há um déficit no mercado de produtos voltado para esse público, que permita a prática de exercícios

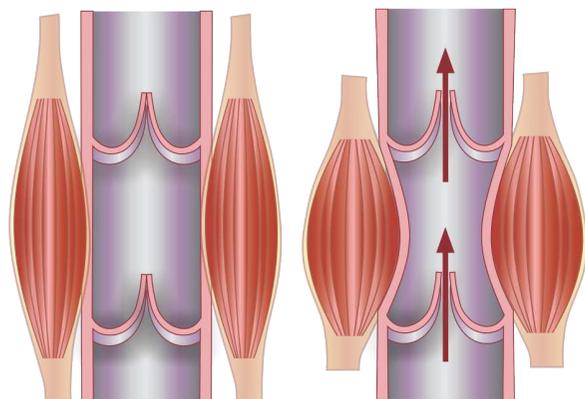


Figura 14: Relaxamento e contração dos músculos e a interferências destes movimentos nas veias das pernas.

físicos nos membros inferiores em domicílio, e que eles não necessitem da ajuda de terceiros durante a sua utilização.

Nesse sentido, o projeto apresentado visou a criação de um produto que auxilie a população idosa que sofre de má circulação dos líquidos corporais (sangue e linfa) nos membros inferiores e que não pratica exercícios físicos regularmente. Propõe-se que essa prática de exercícios seja feita de forma adequada e sem riscos à saúde do idoso, em seu próprio domicílio e sem a necessidade do auxílio de terceiros.

O projeto apresentado tem o intuito de auxiliar o idoso na manutenção do bom quadro de saúde dos membros inferiores, e, conseqüentemente, da sua saúde geral, permitindo uma melhora na qualidade de vida e aumento da longevidade.

1.3 Delimitação do Estudo

Este projeto destina-se ao desenvolvimento de um produto que permita aos idosos, com deficiência na circulação sanguínea e linfática nos membros inferiores e que não têm o hábito de praticar atividades físicas regularmente, a prática em domicílio de exercício físico para as pernas e os pés, possibilitando o alívio de inchaços ocasionais e dores nestes membros, e ainda que permita do retardo na ocorrência de outras doenças que possam ser ocasionadas pela má circulação.

Embora existam pessoas de faixas etárias distintas que são sedentárias, este projeto foi desenvolvido tomando como fundamento as características fisiológicas, psicológicas, antropológicas e as necessidades da população idosa do Brasil (definida pelo IBGE como aquela com mais de 60 anos de idade), o que não impede seu



Figura 15: comemoração da longevidade.

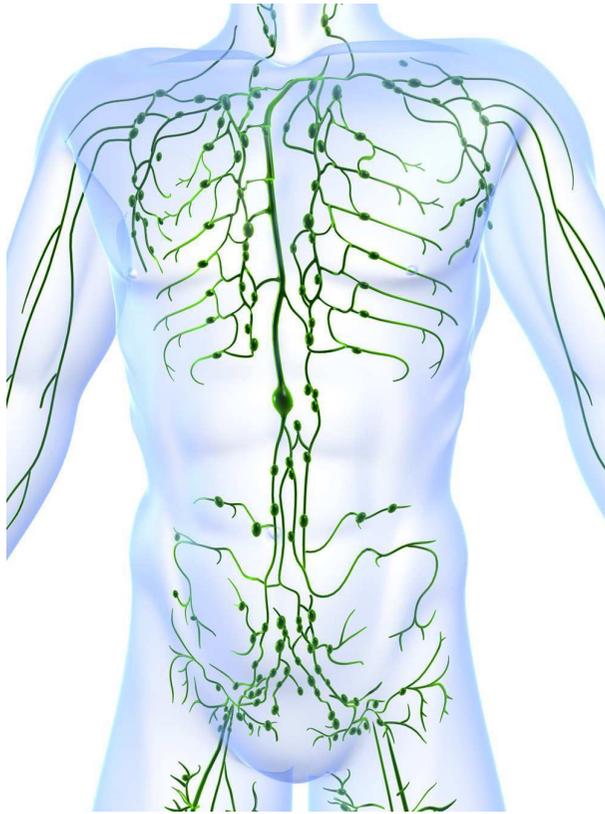


Figura 16: Ilustração do sistema circulatório linfático.

uso por outros segmentos da população mais jovem. A idade não é o único fator que define o uso do produto desenvolvido neste projeto, uma vez que o cuidado com a manutenção da saúde dos membros inferiores envolve o estado de saúde do usuário, independente de sua idade, não existindo, por tanto, uma idade específica para início de sua utilização.

Elementos estético-formais, ergonômicos e funcionais foram incluídos neste projeto, porém, a utilização do produto não ensejará a cura de problemas crônicos de saúde dos seus usuários.

A delimitação geográfica do projeto foi fundamentada nas estatísticas dos idosos brasileiros e suas reais demandas, tendo como base os dados estatísticos do IBGE.

1.4 Objetivos

1.4.1 Geral

Desenvolver um equipamento para a prática domiciliar de exercícios físicos para os membros inferiores de idosos.

1.4.2 Específicos

- Permitir com o uso do artefato, a realização de exercício(s) nos membros inferiores;
- Possibilitar o uso do produto na residência do usuário;



Figura 17: Casal de idoso feliz.

- Ser de fácil apreensão e utilização por parte do usuário;
- Projetar um produto adaptado à antropometria do público alvo deste projeto;
- Desenvolver um produto com base nas limitações físicas dos usuários.

1.5 Justificativa

A principal justificativa para o desenvolvimento de um projeto de produto é a sua relevância fundamentada por meio da solução de algum problema identificado, papel este do profissional de Design de Produto.

O projeto do produto se justifica social e fisiologicamente, uma vez que o Brasil possui mais de 7% de sua população maior que 65 anos de idade (Censo IBGE, 2010), o que atrai a atenção a esse segmento da sociedade. Com isso, produtos que tragam segurança e melhorem a qualidade de vida dos idosos tendem a ter maior aceitação dentro deste público.

Apesar de já existirem no mercado alguns aparelhos que exercitem os membros inferiores, inclusive para serem utilizados em domicílio, a avaliação realizada neste projeto não mostrou a adequação destes produtos ao público alvo deste projeto, em especial às limitações de equilíbrio e coordenação motora reduzida dos idosos. Os produtos analisados não apresentaram *feedback* ou indicação da correta realização do exercício físico.

Finalmente, este projeto justifica-se por ter um potencial de diminuição de gastos, uma vez que estatísticas do Sistema Único de Saúde (SUS) demonstram que



Figura 18: Imagem representando a conexão Designer com o usuário.



Figura 19: Imagem representando o investimento na saúde.

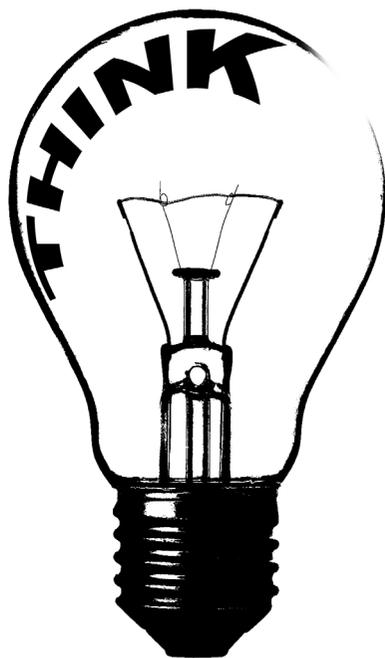


Figura 20: Imagem representando o ato de projetar com ênfase no usuário (Design Think).

boa parte do dinheiro revertido para a saúde pública, é destinado ao pagamento de internações e tratamentos de idosos hospitalizados (LOYOLA *et al*, 2004). Portanto, minimizar o número de ocorrências de doenças ocasionadas pelo completo sedentarismo é uma medida vantajosa para diminuir gastos em saúde pública ou privada.

Ao Designer cabe a tarefa de elaborar uma interface amigável, fazendo com que o usuário tenha facilidade no uso, conforto e prazer em utilizar o artefato, permitindo maior aceitação e usufruto do produto. Dentro desta perspectiva, se faz necessário manter a atenção no ato de projetar com ênfase no usuário, desenvolver um equipamento com o propósito de melhorar a saúde dos membros inferiores de idosos, buscando o atendimento da demanda de um projeto que responda à busca pela melhoria da saúde de um público diferenciado pelas limitações físicas e ao mesmo tempo pela determinação em se obter o máximo de qualidade de vida.

1.6 Planejamento Operacional

O levantamento de dados foi realizado por meio de pesquisas qualitativas, com levantamento bibliográfico, pesquisa em livros-texto da área de Fisioterapia, pesquisas on-line via Internet, pesquisa em artigos científicos, e pesquisas quantitativas por meio de recolhimento de dados estatísticos sobre a população idosa no Brasil, disponíveis no site do IBGE. Adicionalmente, foram realizadas entrevistas estruturadas com profissionais da área de Fisioterapia. Os dados recolhidos foram analisados para posterior extração de informações e apontamentos de execução do projeto. O método foi composto das seguintes etapas:

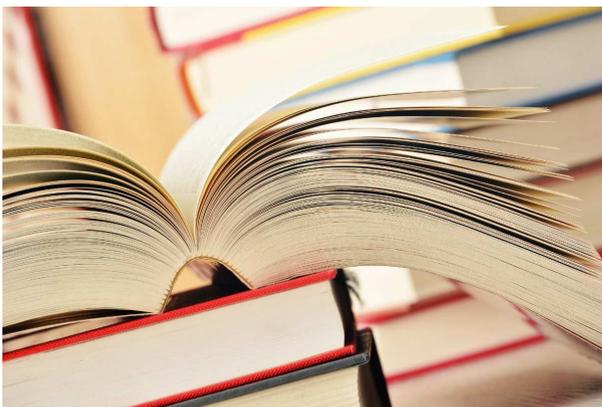


Figura 21: Imagem representando a pesquisa bibliográfica realizada para este projeto.

Figura 22: Imagem representando o levantamento de Dados para este projeto.



1.6.1 Levantamento de Dados

Nesta etapa foram coletados dados que formaram a base teórica para a execução deste projeto. Foram realizadas as seguintes tarefas:

- Pesquisas bibliográficas em livros e artigos científicos;
- Pesquisas em sites da área de saúde;
- Levantamento de dados estatísticos de características do público alvo;
- Entrevista com profissionais de Fisioterapia;
- Pesquisa de imagens e dados de produtos similares existentes no mercado;
- Identificação dos exercícios físicos a serem realizados, de acordo com a pesquisa realizada;
- Identificação de características desejáveis para o produto;

1.6.2 Análise dos Dados

Nesta etapa foram analisados e interpretados os dados coletados. Os dados qualitativos e quantitativos foram comparados e confrontados, e uma interpretação foi realizada tendo como fundamento o conjunto de informações colhidas.

Após análise e interpretação dos dados, foi realizada uma síntese dos mesmos e extraídas as informações necessárias para a elaboração das diretrizes deste projeto. As informações auxiliaram na elaboração da tabela de requisitos e nos parâmetros que foram norteadores da definição do produto final bem resolvido. As etapas de

análise de dados foram:

- Análise do perfil e características gerais do público alvo;
- Análise comparativa entre produtos similares;
- Análise dos exercícios físicos realizados com os membros inferiores;



Figura 22: Imagem representando a análise de dados realizada para este projeto.

1.6.3 Formulação dos Requisitos e Parâmetros

Após a análise de dados realizada na etapa anterior, foram formulados os requisitos para orientar o processo projetual em consonância aos objetivos deste projeto. Foram listados os requisitos funcionais, materiais, ergonômicos, antropométricos, estéticos e de segurança. A partir da formulação dos requisitos, foram listados os seus parâmetros, delimitando as características as quais os requisitos se referem. Esta etapa foi dividida em:

- Formulação das diretrizes do projeto;
- Definição dos requisitos e parâmetros do produto.

1.6.4 Geração de Conceitos

Nesta etapa, foram gerados conceitos de forma livre com base nos requisitos e parâmetros especificados na fase de levantamento e análise de dados. Posteriormente, foram selecionados os conceitos mais adequados para o projeto, os quais tiveram suas formas refinadas, fazendo-se uso de painéis semânticos. Em seguida, foram verificadas as restrições e os objetivos do projeto para que o produto final fosse bem

resolvido. Essa etapa foi dividida em outras sub-etapas:

- Geração de conceitos livres e soluções através da utilização de técnicas de criatividade;
- Construção de painéis semânticos, no intuito de obter formas, cores e sistemas funcionais e de informação para o desenvolvimento de produto;
- Seleção de um conceito a ser otimizado;
- Construção de mock-up.

1.6.5 Desenvolvimento e Detalhamento Técnico

Nesta fase, o conceito selecionado foi otimizado, e este foi transformado em um produto real, com recursos para que o mesmo possa vir a ser fabricado em série. Foram apresentados os detalhes da forma, das partes e do funcionamento, de acordo com as seguintes etapas:

- Melhoramento e detalhamento do conceito selecionado;
- Detalhamento das especificações técnicas dos materiais, dimensões, esquema de cores e layout;
- Elaboração do desenho técnico detalhado;
- Desenvolvimento do modelo em escala e do modelo virtual;
- Desenvolvimento do relatório técnico científico deste projeto.



Levantamento e Análise de Dados



2 Levantamento e Análise de Dados

Nesta fase do projeto foi realizado o levantamento e análise de dados, buscando o embasamento teórico do desenvolvimento do produto. A seguir, detalham-se as informações obtidas por meio de pesquisa bibliográfica e por meio de entrevistas com profissionais da área de Fisioterapia, as quais visaram a obtenção de dados referentes aos exercícios a serem realizados pelos idosos. Pesquisas on-line foram realizadas com o intuito de evidenciar opções de cores e materiais a serem utilizados no desenvolvimento do equipamento proposto por este projeto, e ainda com o intuito de verificar a existência e comparar produtos similares.

Após o recolhimento de dados, análise, interpretação e extração de informações das pesquisas realizadas, as informações pertinentes a este projeto foram transformadas em requisitos e parâmetros do produto proposto.

2.1 Perfil dos Usuários

O público alvo deste projeto é composto por idosos⁸ brasileiros, de ambos os sexos. Apresentam problemas de circulação sanguínea e/ou linfática. Ainda têm independência física e mental. Mantêm uma vida social ativa e gostam de se manter atualizados. Possuem o interesse de ter uma vida mais saudável incluindo a prática de exercícios físicos em sua rotina diária e querem prevenir a ocorrência de doenças acometidas pelo sedentarismo. São idosos que fazem acompanhamento médico regularmente. E que são autorizados pelos seus médicos a praticarem exercícios físicos moderados. Não possuem doenças que os impeça de praticar exercícios físicos para os membros inferiores.



Figura 23: Painel Semântico dos Usuários.

⁸Lei Nº 8.842, de 4 de janeiro de 1994. Art. 2º Considera-se idoso, para os efeitos desta lei, a pessoa maior de sessenta anos de idade.

2.2 Entrevista com Profissionais de Fisioterapia

Foi realizada uma visita à Clínica de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e feita uma entrevista in loco com quatro professores Fisioterapeutas, que atuam nas áreas: Cardiorrespiratória; Traumatologia; Neurologia e Uroginecologia. Tal entrevista visou à obtenção do conhecimento a respeito das necessidades e limitações do público alvo e investigar quais os possíveis exercícios físicos que os idosos poderiam executar, com os membros inferiores, como forma de prevenir possíveis doenças e manter a saúde das pernas.

As respostas podem ser encontradas no apêndice 01. A seguir, são apresentadas as perguntas realizadas na entrevista.

01	Quais exercícios/movimentos físicos são indicados para os membros inferiores com o objetivo de evitar problemas de má circulação nos membros inferiores em pessoas idosas?
02	Utiliza-se peso ou resistência para a execução de algum desses exercícios?
03	Quantas repetições são indicadas para cada exercício? Quantas séries de repetições são necessárias por exercício? Quantas séries devem ser realizadas por dia/semana?
04	Quais os benefícios específicos de cada exercício executados?
05	Quais doenças podem ser prevenidas com a execução desses exercícios?
06	Quais as implicações na saúde, principalmente do idoso, em não prevenir problemas de circulação nos membros inferiores?
07	Há uma idade em que a partir dela se é recomendado ter maior atenção com os membros inferiores?
08	Poderia indicar um livro, site ou revista que contém estes exercícios principais?

2.2.1 Conclusão

Após analisar as respostas dos entrevistados, foi possível obter informações pertinentes a cerca dos exercícios que podem ser realizados por idosos. Os profissionais de fisioterapia ressaltaram a importância da estabilidade e mobilidade do produto a ser construído. A mobilidade do produto deve ser conjugada ao baixo peso, e os movimentos a serem realizados devem oferecer baixa resistência física ao praticante do exercício. Os fisioterapeutas indicaram a quantidade mínima de três sessões de exercícios semanais, com quarenta e cinco repetições, espaçadas quinze a quinze, visando a obtenção de resultados positivos para a saúde. Foi confirmada a importância e os benefícios dos cuidados com a saúde das pernas, por meio da manutenção da circulação sanguínea. Essa manutenção visa evitar ou amenizar doenças, e os profissionais ressaltaram que o cuidado com a saúde dos membros inferiores deve começar a partir dos 50 anos de idade. Por último, os profissionais consultados recomendaram sites e livro onde poderiam ser encontrados exercícios fisioterápicos e de fortalecimento dos membros inferiores.

2.3 Análise Comparativa de Produtos Similares

Após extensa pesquisa on-line, por meio da Internet, utilizando buscas por palavras-chave e busca em sites de comércio eletrônico, foi possível identificar alguns produtos similares que exercitassem, preferencialmente, os membros inferiores, e que não exigissem equilíbrio motor do usuário. Esta pesquisa visou a coleta e análise de produtos similares, coleta de informações a respeito de soluções para o produto a ser projetado. Foram identificados quatro produtos, que estão expostos na tabela à seguir.

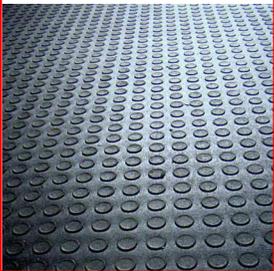
Foi construída uma tabela com os aparelhos que exercitam os membros inferiores, e estes foram comparados utilizando-se os seguintes critérios: o valor médio em reais, a dimensão aproximada, o grupo muscular trabalhado, a existência de feedback que informasse se a atividade estava sendo executada de forma correta, o material da carenagem, as cores, o tipo de acabamento. Posteriormente foi feita outra análise com relação aos pontos positivos e negativos de cada produto similar pesquisado. A tabela com as informações técnicas dos produtos encontra-se no Apêndice 02.



Figura 24: Aparelhos que exercitam os membros inferiores.

2.3.1 Tabela de Pontos Positivos e Negativos dos Aparelhos

	Produto	Pontos Positivos (+)	Pontos Negativos (-)
A		Tonifica e fortalece os músculos da panturrilha. Movimentos realizados de forma mecânica e ativa por parte do usuário.	Não possui nenhum indicativo de que o exercício está sendo realizado de forma correta e não há indicativo de que ele já foi concluído.
B		Tonifica e fortalece os músculos das pernas. Movimentos realizados de forma mecânica e ativa por parte do usuário.	Não possui nenhum indicativo de que o exercício está sendo realizado de forma correta e não há indicativo de que ele já foi concluído.
C		Mantém suas pernas em movimento constante, minimizando a retenção de líquidos nos membros inferiores.	Não fortalece a musculatura das pernas. Possui os movimentos realizados de forma eletrônica e passiva por parte do usuário.
D		Tonifica e fortalece os músculos da coxa. Movimentos realizados de forma mecânica e ativa pelos usuários.	Não possui nenhum indicativo de que o exercício está sendo realizado de forma correta e não há indicativo de que ele já foi concluído.

Materiais	Cores
Polipropileno 	Cinza claro 
Alumínio Anodizado 	Cinza escuro 
Emborrachado antiderrapante 	Preto 

2.3.2 Conclusão

- Verificou-se grande variabilidade na forma entre os produtos analisados, não tendo sido reconhecido um padrão. Os formatos se diferenciam a depender do tipo de grupo muscular que é trabalhado durante seu uso;
- Os produtos analisados possuem medidas compactas;
- O preço varia amplamente, de R\$90,00 à R\$ 850,00;
- As atividades realizadas durante os exercícios são: flexão dos joelhos e tornozelo, extensão e contração dos grupos musculares do glúteo, da coxa, da canela e da panturrilha;
- Os materiais mais utilizados são: polietileno, alumínio anodizado e borracha antiderrapante;
- As cores mais presentes são o cinza claro, o cinza médio e o preto;
- Na maioria dos produtos os exercícios são realizados de forma mecânica e ativa por parte dos usuários;
- Os produtos não possuem feedback indicando se o usuário está praticando os exercícios de forma correta ou se já foi concluída toda a atividade;

Figura 25: Materiais e cores mais encontrados nos produtos pesquisados.

2.4 Lista de Exercícios Físicos para as Pernas

Devido não haver uma forma estrutural ou um exercício específico identificado, na análise comparativa de produtos similares, para o desenvolvimento deste projeto, foi verificada a importância de ser realizado o levantamento dos principais exercícios físicos para os membros inferiores.

Estes exercícios foram obtidos por meio do livro ‘Exercícios Terapêuticos’ da autora Carolyn Kisner, indicado durante a entrevista com os Fisioterapeutas da Clínica de Fisioterapia da UEPB.

1	Quadril e Joelho Combinados: Flexão e Extensão;
2	Quadril: Extensão (Hiperextensão);
3	Alongamento do Grupo Muscular Biarticular dos Posteriores da Coxa;
4	Alongamento do Músculo Reto Femoral Biarticular;
5	Quadril: Abdução e Adução;
6	Quadril: Rotação Interna (Medial) e Externa (Lateral);
7	Tornozelo: Dorsiflexão;
8	Tornozelo: Flexão Plantar;
9	Articulação Subtalar (Tornozelo Inferior): Inversão e Eversão;
10	Articulação Transversa do Tarso: Supinação e Pronação;
11	Articulações dos Artelhos: Flexão/Extensão e Abdução/Adução (Articulações Metatarsofalângicas e Interfalângicas).

2.4.1 Conclusão

Durante a entrevista com os fisioterapeutas da UEPB e uma posterior consulta informal com outro profissional da mesma área, constatou-se que o mesmo exercício

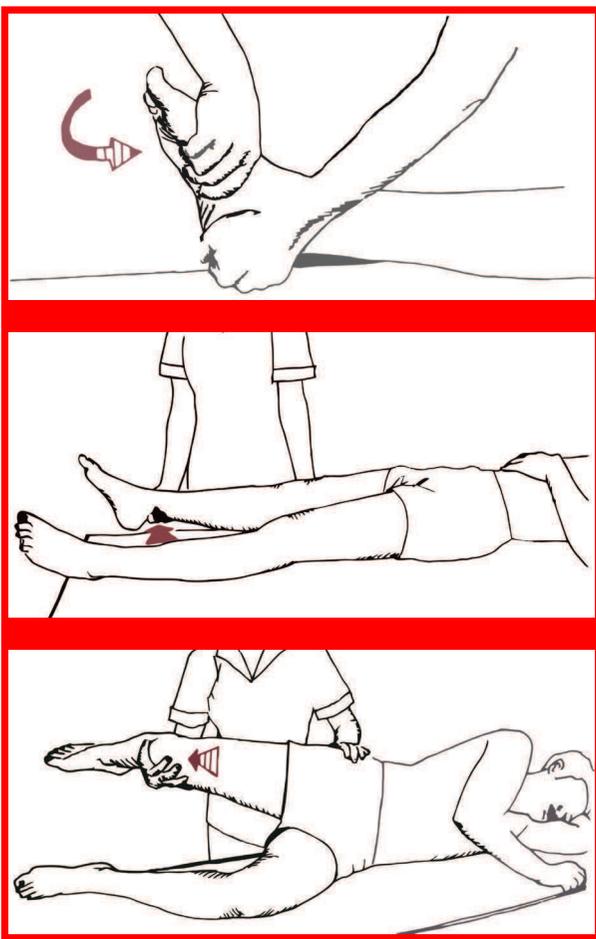


Figura 26: Algumas das ilustrações dos exercícios físicos para os membros inferiores, contidos no livro: Exercícios Terapêuticos.

de reabilitação e tratamento, realizado com a ajuda de um profissional fisioterapeuta, pode ser realizado de forma autônoma como método preventivo contra doenças.

2.5 Antropometria

As medidas antropométricas definidas para o desenvolvimento deste projeto foi embasada nas medidas do percentil 97 da população brasileira, pois atinge a maioria da população adulta. As medidas mais exatas foram definidas de acordo com o produto final selecionado, uma vez que a variação de exercício é grande (11 atividades) permitindo formatos e tamanhos distintos para os conceitos que foram gerados.

2.6 Características Desejáveis

Após a análise comparativa das informações recolhidas no levantamento de dados, foram selecionadas algumas características desejáveis para o desenvolvimento do artefato para exercitar os membros inferiores. As características aqui descritas serviram para a formulação dos requisitos e parâmetros do produto e serviram como etapa base para a geração dos conceitos.

2.6.1 Funções

Fundamentado na análise de aspectos negativos dos produtos similares, foi verificada a importância do exercício dos membros inferiores, conjugado a um dispositivo de *feedback*, para que o idoso verifique a correta e completa execução do

exercício. Ainda fundamentado na pesquisa com profissionais da área de fisioterapia, considerou-se que as dimensões do produto deveriam facilitar o transporte, o que permitiria que o usuário o utilizasse em lugares variados. Adicionalmente, foi constatado que o aparelho deveria ter ergonomia universal, podendo ser usado por um amplo espectro de pessoas.

2.7 Diretrizes do Projeto

Após o levantamento e análise de dados, observou-se que no mercado existem modelos de produtos voltados para o exercício dos membros inferiores. Porém, eles apresentavam um aspecto pouco atraente e não possuem sistema de *feedback* para o usuário, não demonstrando, assim, a relação correta e completa execução do exercício. O produto desenvolvido neste projeto deverá possuir um dispositivo de *feedback* para o idoso, promovendo maior segurança na sua utilização.

2.7.1 Requisitos e Parâmetros

Os requisitos são as condições necessárias para se alcançar determinado fim, orientando o processo projetual em relação aos objetivos do projeto. Para o projeto do produto desenvolvido serão apresentados os seguintes requisitos:

- De segurança;
- Ergonômicos;
- Antropométricos;

- Funcionais;
- Estéticos;
- De materiais.

Os parâmetros descritos referem-se às delimitações e as características do projeto, que devem ser atendidas para solucionar o problema proposto.

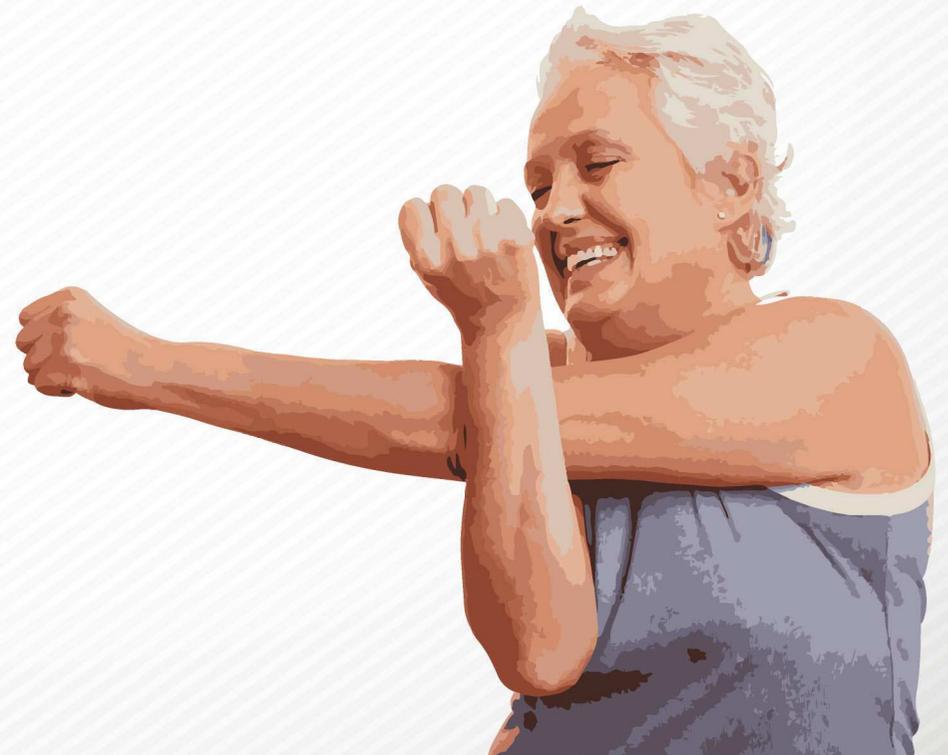
Na tabela dos requisitos e parâmetros, foram acrescentados os quesitos: peso, atribuindo um valor para cada parâmetro; e referência, para não ser necessária a repetição de cada parâmetro posteriormente durante a tabela de avaliação dos conceitos e das alternativas.

A seguir é apresentada a tabela de requisitos e parâmetros.

REQUISITOS	PARÂMETROS	PESO (1-3)	REFERÊNCIA
SEGURANÇA			
Não comprometer o equilíbrio do idoso	Projetar o produto para ser usado sentado	3	A
Possuir tamanho de fácil manipulação e transporte	Deverá ter tamanho aproximado ao dos produtos similares analisados neste projeto	3	B
ERGONOMIA			
Fácil manuseio	Sistema de mecanismo simplificado	2	C
Uso confortável	Usar acabamento liso ou Aplicar superfícies macias onde há maior apoio do membro inferior	3	D
Fácil visualização das informações	Utilizar medidas grandes nas informações	2	E
ANTROPOMETRIA			
Poder ser utilizado por vários usuários	Comtemplar os números de calçados do 36 ao 43, da população brasileira (maioria).	1	F
FUNCIONAIS			
Possuir sistema de <i>feedback</i>	Possuir sistema guia para indicar a realização do exercício	2	G
Permitir a prática de algum exercício físico para os membros inferiores	Ser baseado em algum dos exercícios da lista do tópico 2.4	2	H
ESTÉTICOS			
Transmitir leveza	A cor predominante ser clara	2	I
Possuir aparência alegre	Usar cores contrastantes no sistema de informação	2	J
MATERIAIS			
Deverá ter material resistente	Fazer uso de materiais resistente a impactos mecânicos	1	K

03

Anteprojeto



3 Anteprojeto

Neste capítulo são apresentadas a geração dos conceitos e as soluções projetuais, alinhadas aos requisitos e parâmetros especificados na fase de Levantamento e Análise de Dados. Verificaram-se as restrições e os objetivos do projeto, para que o produto final seja bem resolvido em sua configuração geral.

3.1 Geração de Conceitos

Para dar início a geração de conceitos, utilizou-se técnicas de criatividade e outras referências teóricas, como alguns dos movimentos contidos na Lista de Exercícios Físicos para as Pernas (tópico 2.4). Não havia um sistema funcional definido ou um movimento selecionado. Cada conceito foi desenhado a partir de um exercício diferente, ou ainda a partir da junção de exercícios.

Após a seleção dos exercícios, foram destacados os conceitos a serem trabalhados, dentre aqueles que melhor se adequassem aos requisitos e parâmetros deste projeto. Posteriormente, buscaram-se referências visuais, por meio de painéis semânticos, para a definição da configuração (estética e de usabilidade) dos conceitos finais do produto. Após a etapa de confecção dos painéis semânticos, foi realizada uma análise destes, visando a definição do produto final, utilizando os parâmetros e respectivos pesos, sendo selecionado o que obteve maior pontuação.

Foram desenvolvidos oito conceitos diferentes, de livre criação, apresentados a seguir. Todos possuem sistema de *feedback* para o usuário.



Figura 27: Tornozelo: Dorsiflexão.

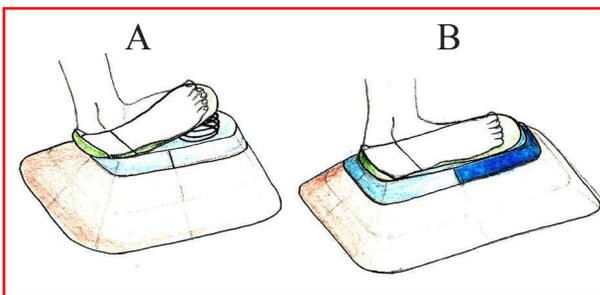


Figura 28: Sequência de desenhos do uso do conceito 01.

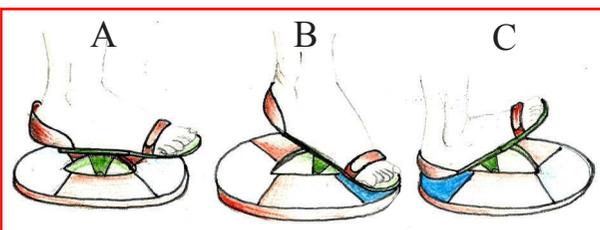


Figura 29: Sequência de desenhos do uso do conceito 02.

3.1.1 Conceitos 01 e 02

Os conceitos 01 e 02 foram baseados no exercício de dorsiflexão do tornozelo. Este consiste em tracionar o pé na direção do paciente, com a utilização do antebraço do fisioterapeuta. Ocorre um alongamento da musculatura da panturrilha, uma vez que é o fisioterapeuta quem está agindo, e não o paciente, pois este está em tratamento.

Como forma de prevenção, o mesmo movimento pode ser realizado autonomamente, passando a haver tanto um alongamento quanto uma contração dos mesmos músculos.

A ideia geral desses dois conceitos partiu do propósito da correta realização do exercício, por meio de *feedback*, podendo ser verificado pela cor azul, que nos desenhos dos conceitos simula uma iluminação com *LED*⁹.

No conceito 01, o idoso realizaria uma certa força com a ponta do pé, de cima para baixo, para vencer a resistência de uma mola, localizada na parte inferior da palmilha (local para apoiar o pé). Com a total compressão da mola, acenderiam os LEDs azuis (na região frontal-superior do produto (B)), indicando a completa realização da tarefa. Para o pé não sair do local certo no aparelho, haveria um pequeno apoio para o calcanhar, identificado pela cor verde nos desenhos (A e B).

No conceito 02, é realizada uma flexão do tornozelo, para cima e para baixo, guiado por um eixo localizado abaixo da palmilha no produto. Ao tocar com a parte do calcanhar ou da ponta da palmilha, seriam acesos os LEDs azuis (posterior (C))

⁹ *Light Emitting Diode* - Diodo Emissor de Luz.

ou frontal (B)), indicando a total realização do exercício. Nele haveria, além do apoio para o calcanhar, uma fita de velcro (representado pela na cor laranja, próximo aos dedos do pé) para segurar melhor o pé no produto.

3.1.1.1 Desenvolvimento do Conceito 01

O conceito 01 foi vetorizado diminuindo a altura da sua base. Nele, pode-se verificar o funcionamento do sistema de *feedback*, representado na cor azul, que é acionado quando a palmilha do produto está completamente encostado na base.

Apoio para o tornozelo

Sistema funcional com mola

Feedback luminoso

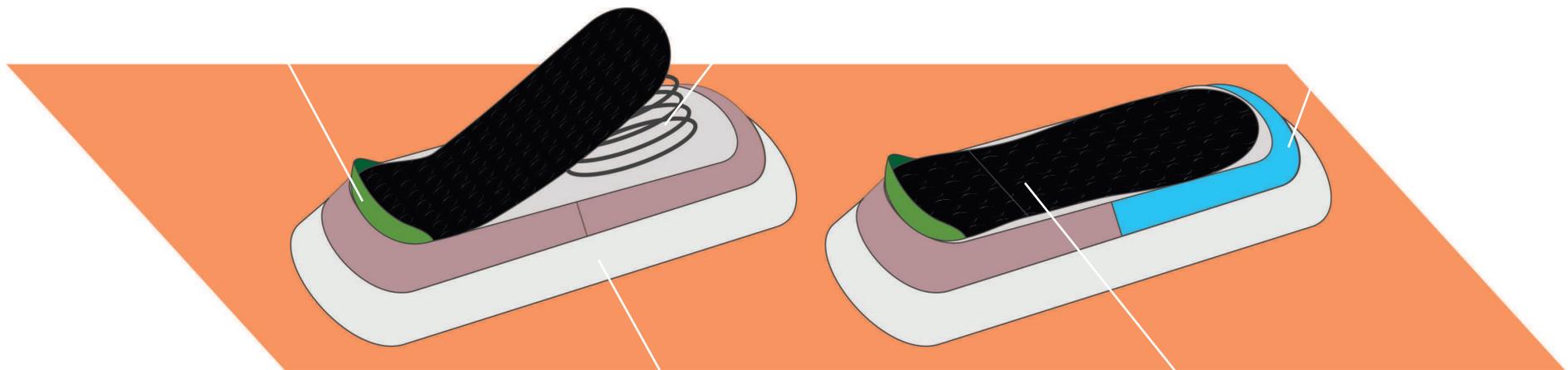


Figura 30: Vetores do Conceito 01.

Base do produto

Superfície da palmilha com emborrachado antiderrapante

3.1.1.2 Desenvolvimento do Conceito 02

A seguir, encontram-se três alternativas para o conceito 02. Houve pequenas mudanças no formato da base e no sistema funcional, localizado abaixo da palmilha. Nestas imagens, pode-se observar o movimento que é realizado pelo produto e o funcionamento do *feedback* luminoso de *LED*'s azuis.

Apoio para o tornozelo

Fita de velcro ajustável

Feedback luminoso

Feedback luminoso

Base do produto

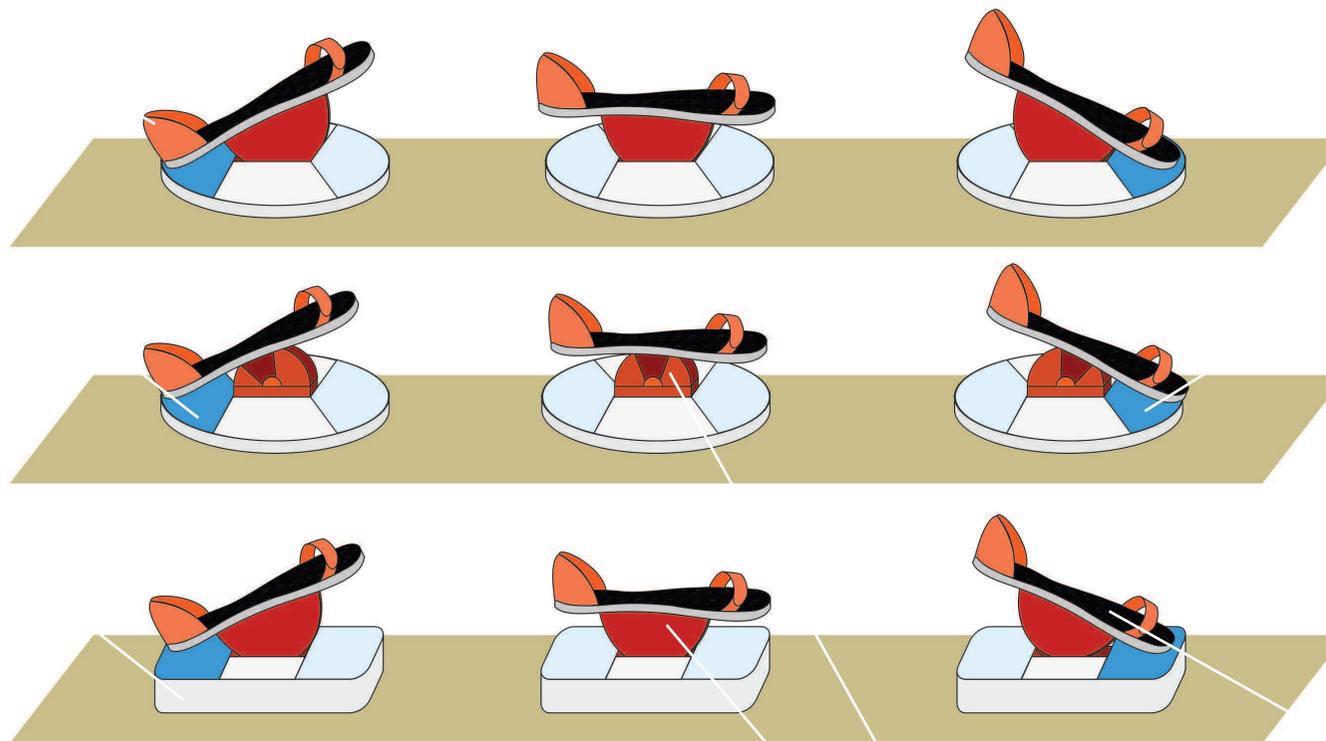


Figura 31: Vetores do Conceito 02.

Sistema funcional

Superfície da palmilha com emborrachado antiderrapante

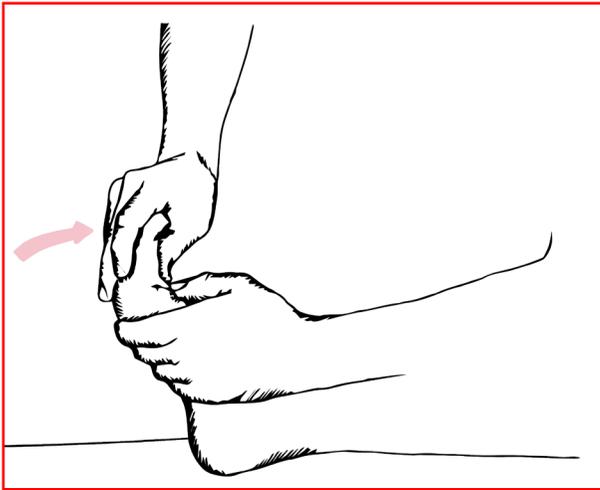


Figura 32: Articulação dos Artelhos: Flexão/Extensão e Abdução/Adução (Articulações Metatarsofalângicas e Interfalângicas).

3.1.2 Conceito 03

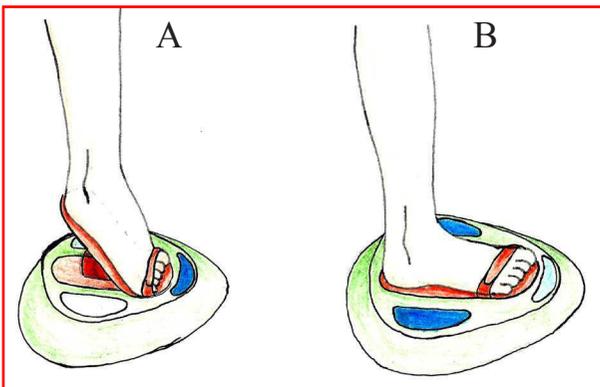
O conceito 03, foi embasado no exercício da articulação dos artelhos. Onde este realiza uma movimentação nas articulações dos dedos dos pé, melhorando a sua flexibilidade.

Este mesmo exercício, quando realizado pela própria pessoa, há a utilização da musculatura do pé e dos dorsiflexores (panturrilha e canela).

Este conceito também possui sistema de *feedback* luminoso para o usuário, informando a completa realização do movimento do exercício, como pode ser visto no desenho do conceito 03 na cor azul.

Neste conceito, o idoso inicia o exercício com a ponta do pé, e teria que vencer a resistência de uma mola, localizada logo abaixo da palmilha. Quando o pé encosta por completo no aparelho, na posição horizontal, acende-se as luzes de *LED* laterais (em azul na ilustração B). E quando o pé volta para a posição inicial, ficando de ponta, também acendem luzes de *LED* azuis (desenho A).

Figura 33: Sequência de desenhos do uso do conceito 03.



Este conceito possui uma fita de velcro ajustável na porção frontal da palmilha, para melhor fixar o pé no produto, evitando que haja deslizamentos do mesmo. No desenho ela está representada pela cor laranja.

3.1.2.1 Desenvolvimento do Conceito 03

Superfície da palmilha com emborrachado antiderrapante

Neste vetor do conceito 03, vê-se o funcionamento do *feedback* luminoso, representado com a cor azul. Os *LED*'s acendem conforme o movimento do exercício é realizado por completo.

Base do produto

Na figura 20, pode-se observar o sistema funcional de mola do conceito 03.

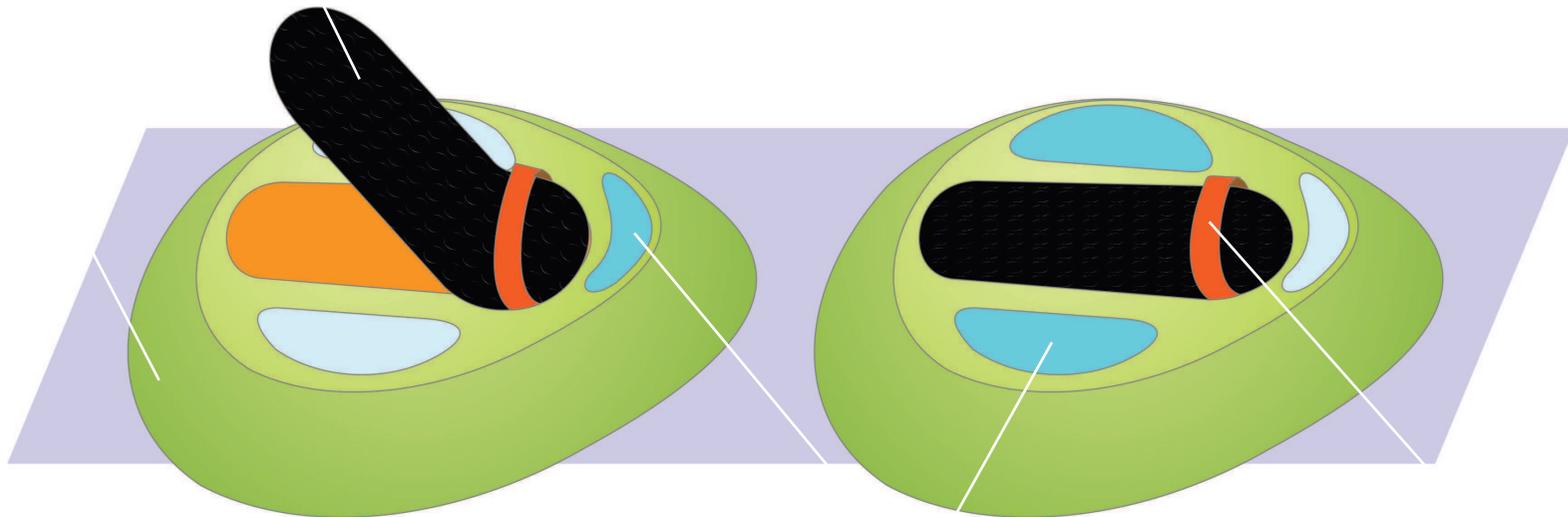
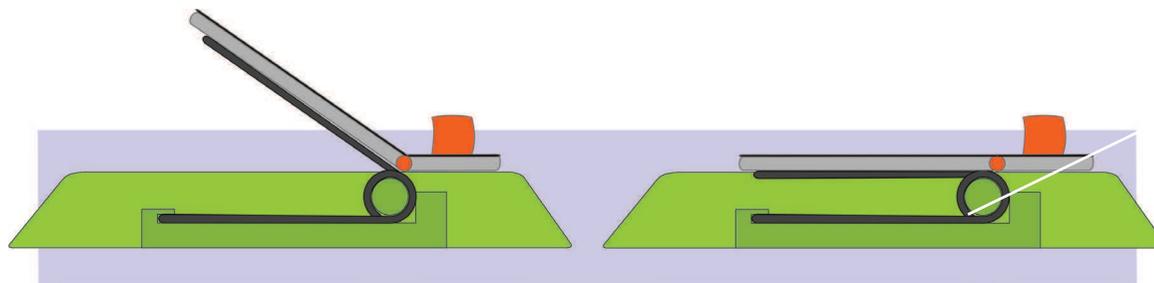


Figura 34: Vetores do Conceito 03.

Feedback luminoso

Fita de velcro ajustável



Mola

Figura 35: Sistema funcional do Conceito 03.

3.1.3 Conceito 04

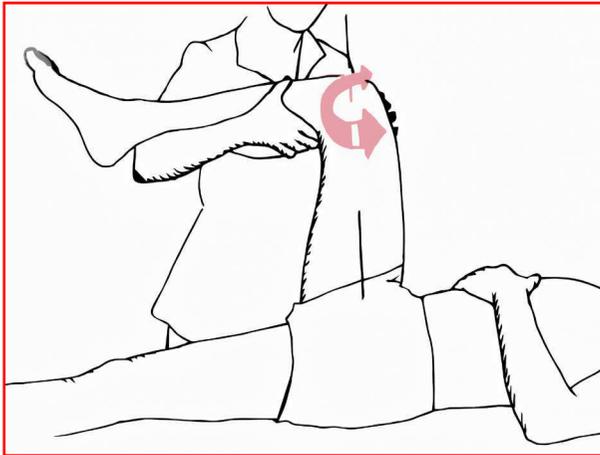


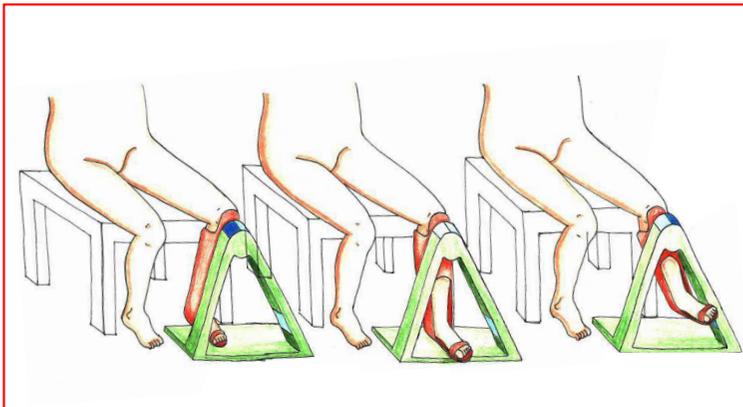
Figura 36: Quadril: Rotação Interna (Média) e Externa (Lateral).

O conceito 04, foi baseado no exercício de rotação interna e externa do quadril. Ele é realizado com o joelho e o quadril flexionados, e há uma rotação nos sentidos horário e anti horário, da porção inferior da perna. Com a ajuda de um Fisioterapeuta, não há contrações musculares, ocorrendo somente o alongamento dos mesmos.

Quando realizado sozinho, este exercício proporciona contrações no grupo muscular da coxa, melhorando sua resistência e tônus.

O conceito 04 possui um sistema de *feedback* luminoso para o usuário, indicando a realização correta do exercício. Pode-se observá-lo na região superior do equipamento. Quando o pé rotaciona e encosta no lado esquerdo do aparelho, acende o *LED* azul do mesmo lado; e quando o pé rotaciona e encosta no lado direito do produto, acende o *LED* azul do respectivo lado. Para um posicionamento adequado da perna, há uma estrutura que se assemelha à uma bota, representada no desenho com a cor laranja. Ela é completamente aberta na região traseira, para o idoso encaixar a parte inferior da perna e iniciar o exercício.

Figura 37: Sequência de desenhos do uso do conceito 04.



3.1.3.1 Desenvolvimento do Conceito 04

Na vetorização do conceito 04, logo abaixo, pode-se observar o movimento da bota deste desenho. Ela foi criada para guiar a parte inferior da perna, auxiliando o idoso à executar corretamente o exercício. Há ainda, um sistema de *feedback* luminoso, localizado na porção superior do aparelho, representados pela cor azul.

Feedback luminoso Região traseira aberta para encaixar a perna Suporte da perna em forma de bota

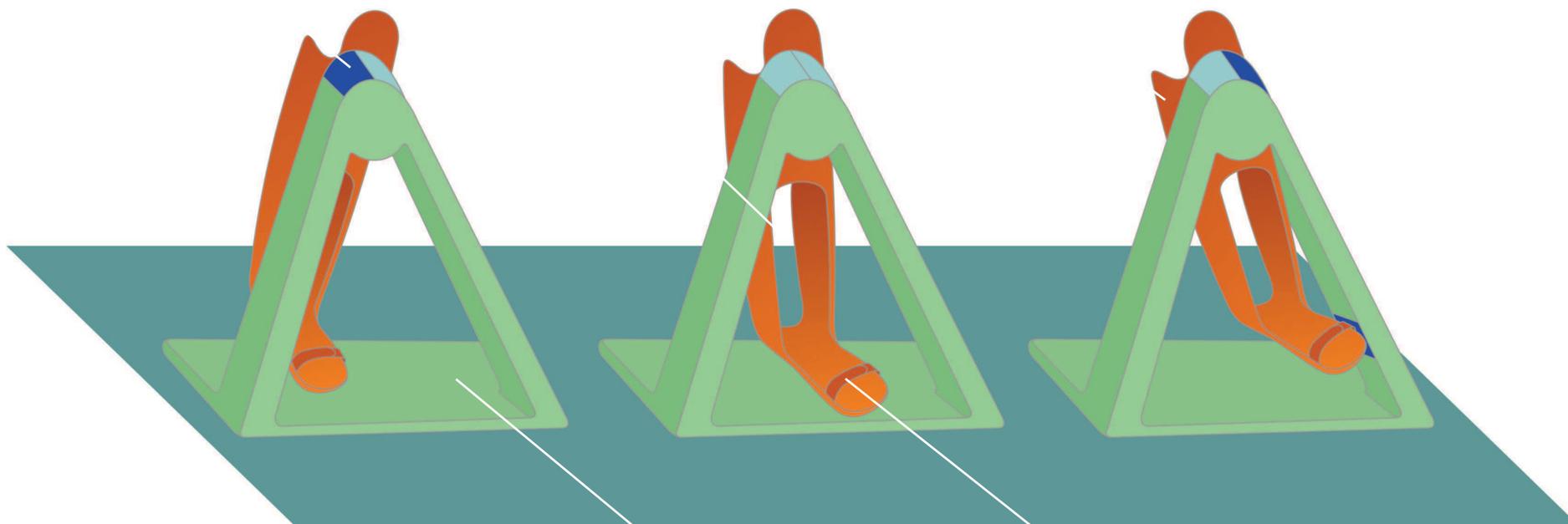


Figura 38: Vetores do Conceito 04.

Base do produto

Fita de velcro ajustável

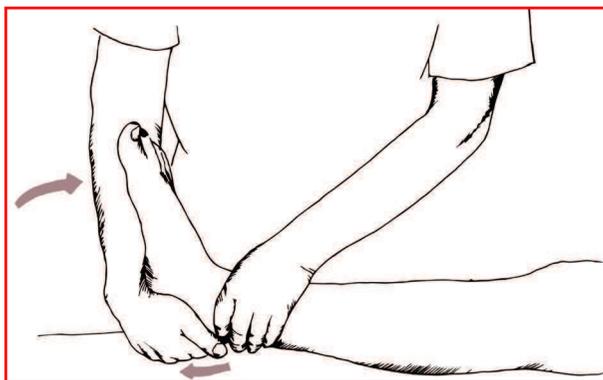


Figura 39: Tornozelo: Dorsiflexão

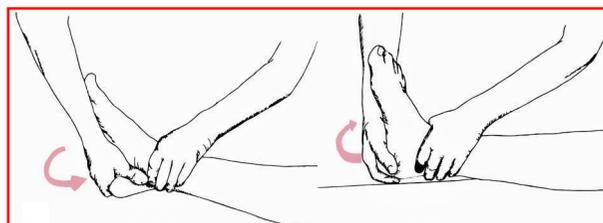
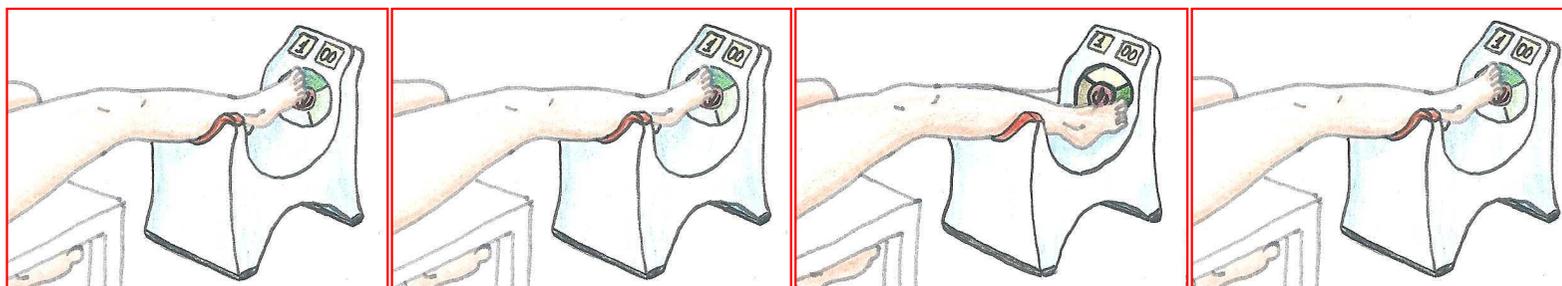


Figura 40: Articulação Subtalar (Tornozelo Inferior): Inversão e Eversão.

Figura 41: Conceito 05.



3.1.4 Conceito 05

O conceito 05, foi desenhado baseado na união de dois exercícios, o de dorsiflexão do tornozelo, com movimentos de tração do pé em direção ao paciente (para cima e para baixo), e o da articulação do tornozelo com ação de inversão e eversão do pé (para dentro e para fora). Esta junção, gera uma movimentação de rotação no tornozelo.

Quando realizado sozinho, neste exercício há a utilização dos músculos da parte inferior da perna (panturrilha e canela), agindo com flexão e extensão destes.

Este conceito possui um sistema de *feedback* luminoso, para auxiliar o idoso na completa realização do exercício. Há um painel digital na parte superior, onde o usuário pode acompanhar o número de séries e de repetições que ele está fazendo. Existe ainda um botão de liga/desliga do aparelho. No local onde fica apoiada a panturrilha, há um pequeno acochoamento, para melhorar o conforto e a segurança durante o uso do produto. Para a realização do exercício, o idoso teria que encostar com a ponta do pé no círculo que é sensível ao toque (*touch screen*) e percorrê-la rotacionando o tornozelo, com isso, acionando os painéis digitais, onde fica o sistema de contagem de séries e de repetições, e de *feedback* do artefato.

3.1.4.1 Desenvolvimento do Conceito 05

Com a vetorização do conceito 05, pode-se verificar o funcionamento da região circular *touch screen* (representado em dois tons de verde) e dos painéis digitais das contagens dos números de séries e de repetições do exercício.

Conforme o pé circula tocando na superfície *touch*, ela vai iluminando no local do toque. Quando a rotação do pé é realizada por completo, é mostrada nos painéis a quantidade de séries e de repetições já cumpridas.

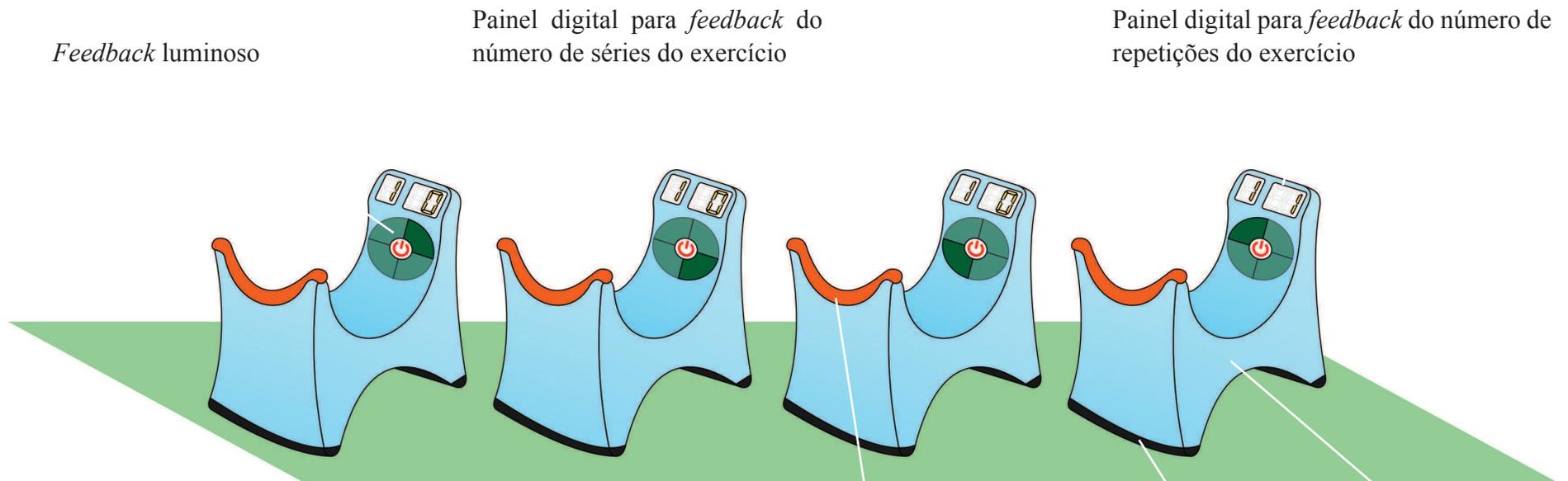


Figura 42: Vetores do Conceito 05.

3.1.5 Conceito 06

O desenho do conceito 06 foi embasado na união de dois exercícios, o de flexão e extensão do quadril e joelho combinados, e o de dorsiflexão do tornozelo. Eles realizam movimentação nas três grandes articulações dos membros inferiores, quadril, joelho e tornozelo, como também há um alongamento na musculatura da perna.

Este mesmo exercício, quando realizado pela própria pessoa, há um trabalho de contrações e extensões dos músculos da perna como um todo. E neste conceito há a resistência de um elástico a ser vencida pelo usuário, representado no desenho na horizontal na cor laranja. Exercitando a musculatura da perna.

Este conceito possui *feedback* luminoso, para indicar ao idoso a completa realização dos movimentos do exercício. No desenho, ele pode ser observado pela cor azul escuro, nas extremidades do aparelho. O *feedback* é acionado quando o pé do usuário atingir o máximo dos movimentos no produto para frente e para trás.

Ele possui fitas de velcro ajustáveis (representadas pela cor laranja no desenho) para o tornozelo e para a ponta do pé, no intuito de melhorar a fixação do mesmo na palmilha do produto.

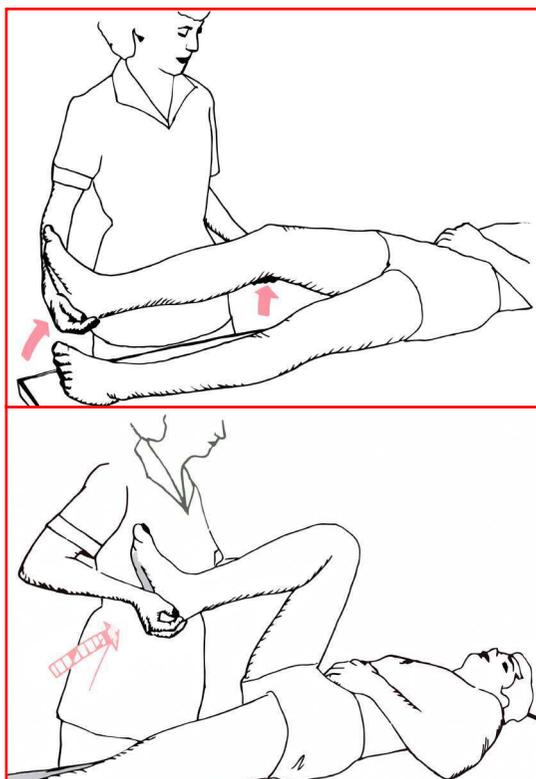


Figura 43: Quadril e Joelho Combinados: Flexão e Extensão.

Figura 44: Tornozelo: Dorsiflexão.

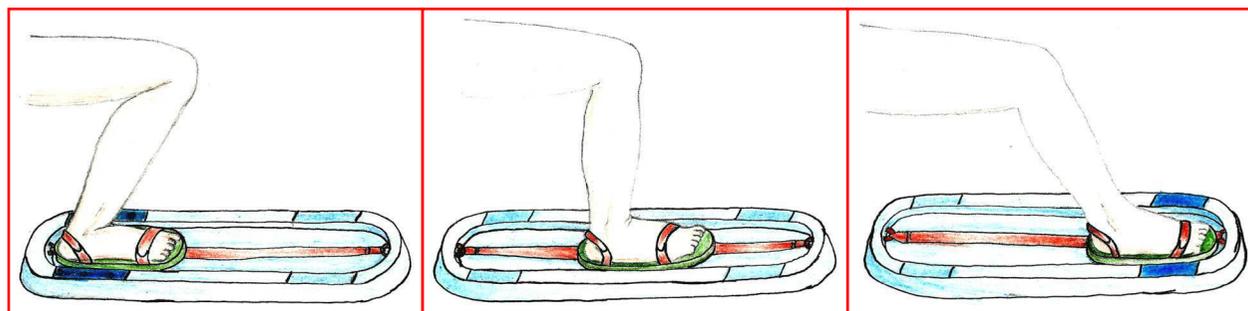
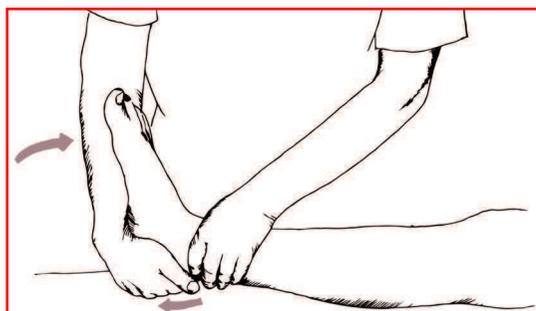


Figura 45: Conceito 06.

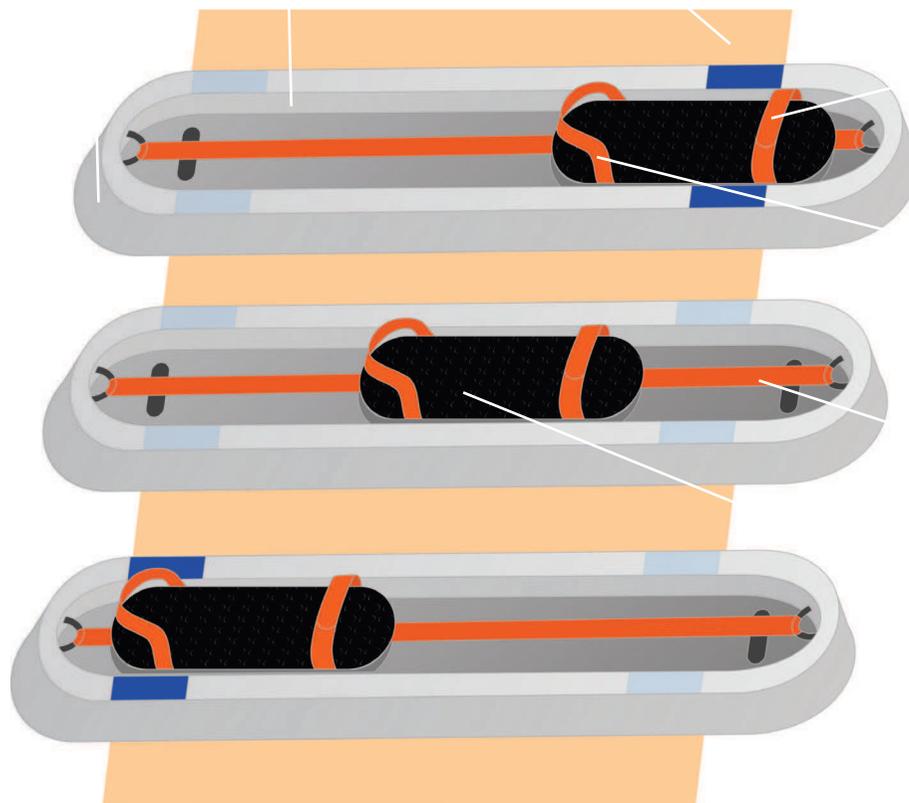
3.1.5.1 Desenvolvimento do Conceito 06

Rebaixo para movimentação da palmilha

Base do produto

Feedback luminoso

Na vetorização do conceito 06, pode-se verificar a movimentação da palmilha (em tom azulado), para frente e para trás. Ela seria fixa no centro da fita elástica, e o usuário teria que colocar uma pequena força na perna, para vencer a resistência desta fita. Ao completar os movimentos, os *LED*'s, em azul escuro, seriam acionados, informando ao idoso, que ele havia realizado o exercício corretamente.



Fita de velcro frontal ajustável

Fita de velcro posterior ajustável

Elástico

Superfície da palmilha com emborrachado antiderrapante

Figura 46: Vetores do Conceito 06.

3.1.6 Conceito 07

O conceito 07 foi baseado no exercício de flexão e extensão do quadril e joelho juntos. Ele faz a movimentação dessas duas grandes articulações dos membros inferiores, como também há um alongamento na musculatura da perna.

Este mesmo exercício, quando realizado pela própria pessoa, há um trabalho de contrações e extensões dos músculos da perna como um todo.

Nesta opção, o idoso iria realizar o exercício em sua cama. A perna do usuário ficaria presa, pelo joelho e pelo tornozelo, ao equipamento, com a ajuda de fitas de velcro ajustáveis. Ao atingir a flexão em uma altura média, acenderia o primeiro *feedback* na cor verde, e quando alcançasse a máxima, acenderia o *LED* azul.

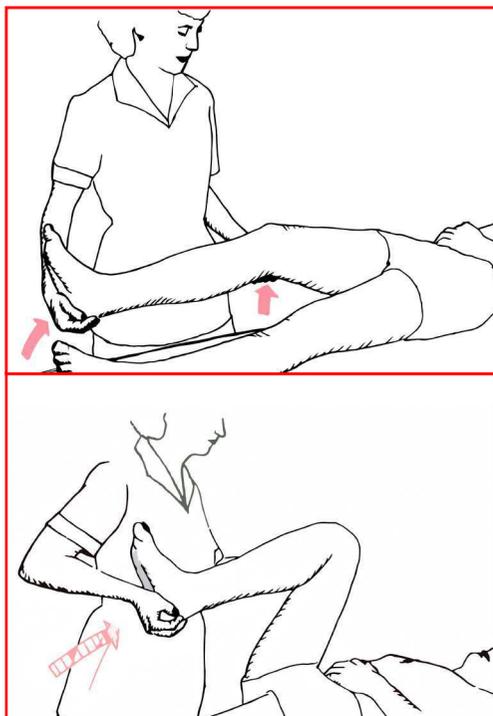
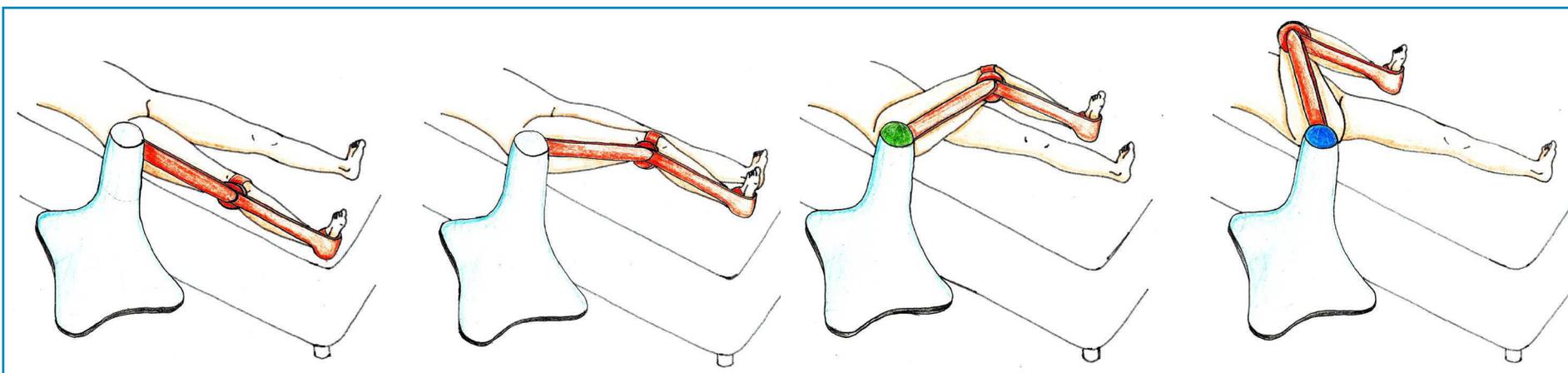


Figura 47: Quadril e Joelho Combinados: Flexão e Extensão.

Figura 48: Sequência de desenhos do uso do conceito 07.



3.1.6.1 Desenvolvimento do Conceito 07

Com a vetorização do conceito 07, pode-se observar o deslocamento das hastes de suporte para a perna, de acordo com o exercício de flexão e extensão do quadril e joelho juntos.

Pode-se verificar o acionamento dos *LED*'s verde e azul, conforme as alturas média e máxima são atingidas.

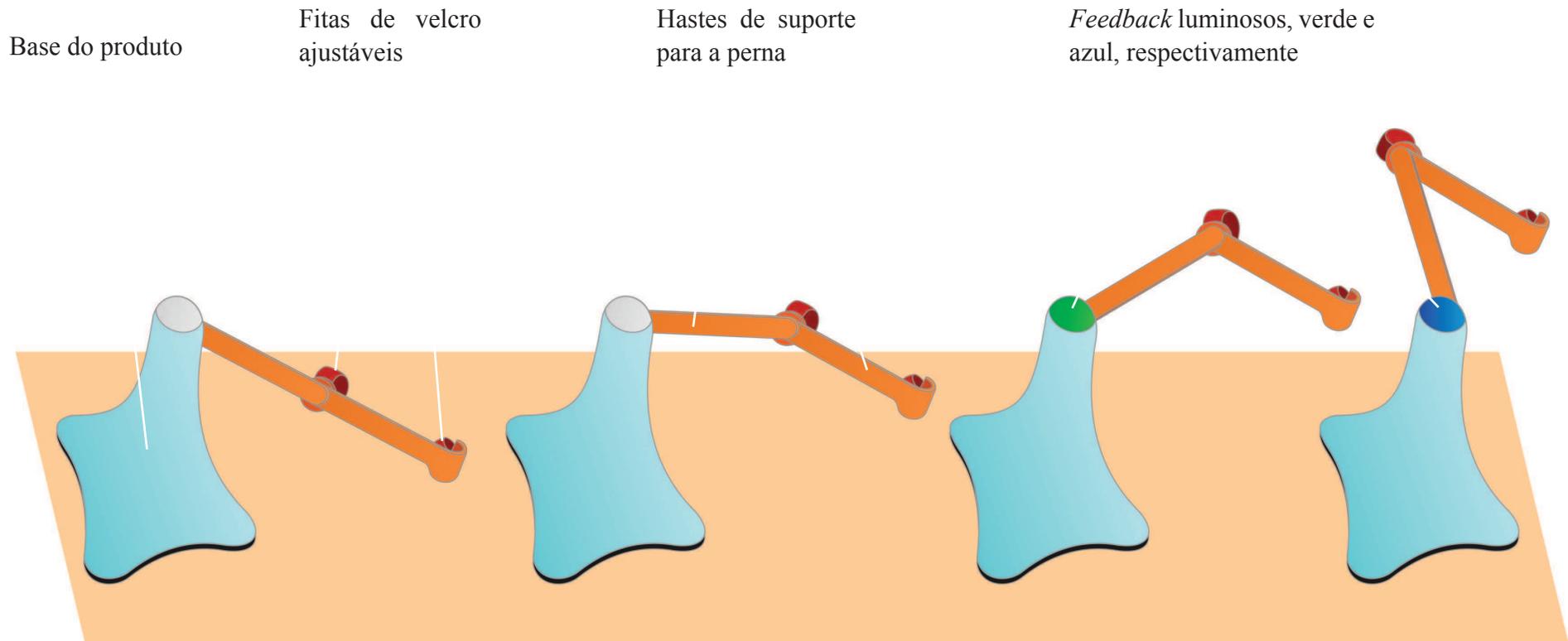


Figura 49: Vetores do Conceito 07.

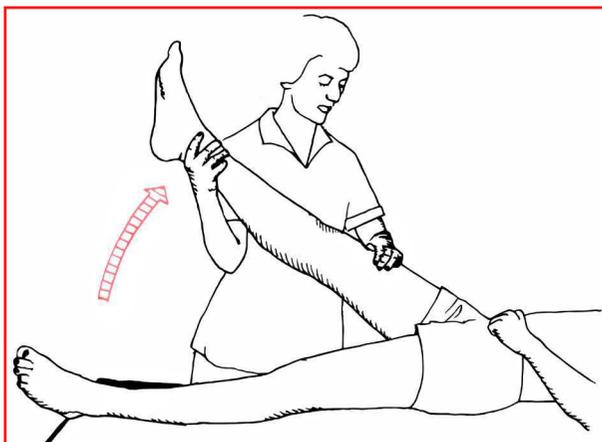


Figura 50: Alongamento do Grupo Muscular Biarticular dos Posteriores da Coxa.

3.1.7 Conceito 08

O conceito 08, foi embasado no exercício de alongamento dos músculos posteriores da coxa. Com o paciente, deitado, o Fisioterapeuta realiza movimentos de elevação da perna inteira, sem flexionar o joelho.

Quando realizado sozinho, neste exercício há uma contração dos músculos frontais da coxa.

Neste conceito proposto, o idoso iria realizar o exercício de pé. Pois, além de elevar a perna para frente, também iria mover a perna para trás, trabalhando os músculos frontais e posteriores da coxa, e ainda, o do glúteo. O *feedback* luminoso seria acionado quando os movimentos para frente e para trás atingissem a sua amplitude máxima. Durante a prática da atividade, o usuário ficaria se segurando nas pegadas (na cor preta) localizadas na barra frontal (na cor laranja na horizontal) do produto.

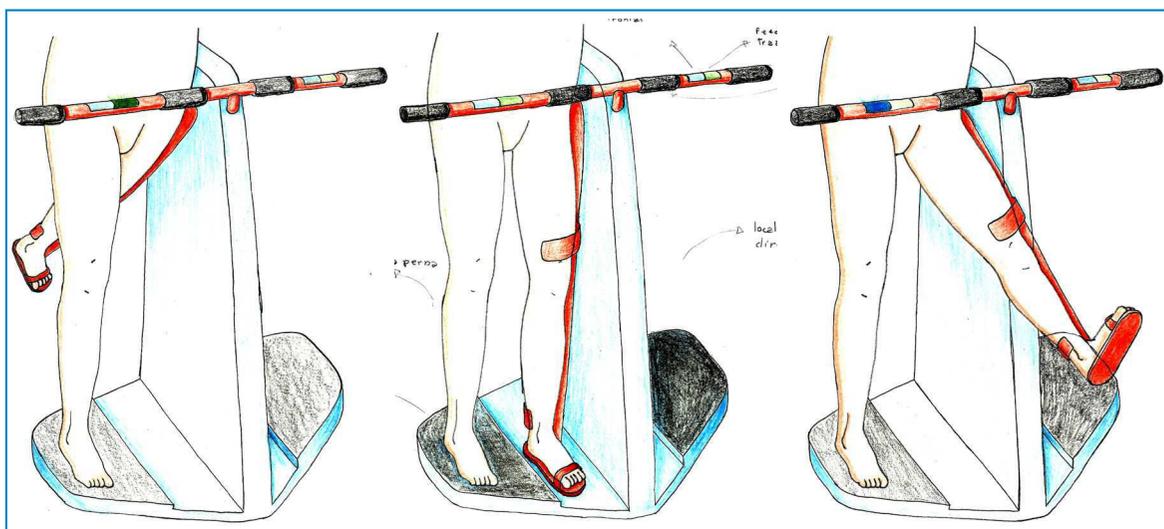


Figura 51: Sequência de desenhos do uso do conceito 08.

3.1.7.1 Desenvolvimento do Conceito 08

Na vetorização do conceito 08, foi colocado sensores frontais e traseiros, em três níveis, permitindo que o idoso verifique a evolução da amplitude do movimento das suas pernas, conforme ele for praticando mais vezes esta atividade. Uma vez que este exercício seria um dos que mais exige esforço físico e amplitude das articulações do quadril do usuário.

A perna do idoso fica presa à haste, de cor laranja na vertical, por meio de fitas de velcro ajustáveis na altura do joelho e do tornozelo. Evitando, com isso, que ele flexione o membro, pois não faz parte do exercício.

Os sensores de movimento, estão localizados na lateral do equipamento, os *LED's* do *feedback* dos sensores frontais, ficam na parte superior da barra onde o idoso se segura, para realizar o exercício. E os *LED's* do *feedback* dos sensores traseiros, ficam na parte superior da estrutura central do aparelho.

Durante o exercício os pés do idoso ficam na mesma altura, devido a colocação de um rebaixo logo abaixo dos locais das hastes.

O formato reto e horizontal da barra de sustentação foi modificado, pois achou-se mais adequado para não forçar os punhos dos usuário, se eles segurassem nas pegas com as mãos com uma certa inclinação.

A seguir, encontra-se o conceito 08 vetorizado, com seu detalhamento.



Figura 52: Vetor do Conceito 08.

3.1.7.1 Desenvolvimento do Conceito 08

Feedback luminosos dos sensores frontais

Feedback luminosos dos sensores traseiros



Hastes de suporte para a perna

Pegas emborrachadas

Sensores de movimento traseiros

Fitas de velcro ajustáveis do joelho

Fitas de velcro ajustáveis do tornozelo

Sensores de movimento frontais

Base para o pé

Superfície de emborrachado antiderrapante

Base do produto

Rebaixamento em forma de lombada



Figura 53: Vetores do Conceito 08.

3.2 Seleção dos Conceitos

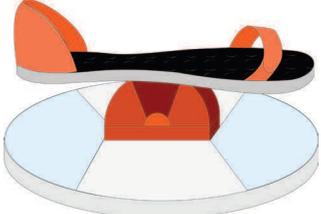
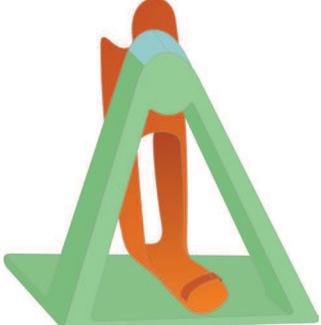
Serão selecionados, nesta fase, os conceitos de livre criação para serem trabalhadas as suas configurações formais e funcionais, para melhor atenderem aos requisitos e parâmetros definidos para este projeto. E assim, poder alcançar o produto final para este trabalho.

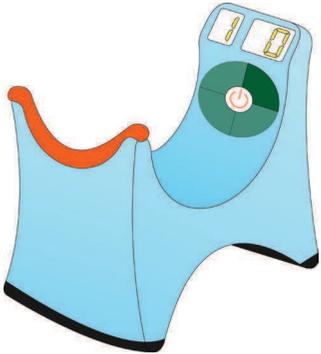
Foi criada uma tabela para avaliação de cada conceito, em relação à alguns itens dos requisitos e parâmetros deste projeto. Sendo os vencedores os que obtiveram as maiores notas no total (indicados por um círculo alaranjado). Os quesitos Referência e Peso, quesitos da avaliação, foram retirados da tabela dos Requisitos e Parâmetros. Os Parâmetros Estéticos e Materias não serão levados em consideração nesta etapa. Pois os conceito aqui selecionados ainda serão modificados e haverá uma posterior avaliação entre eles, para ser determinado o conceito final.

Para o cálculo total de cada conceito (S), foi realizado um somatório das multiplicações entre cada Pontuação (P_x) e o Peso (P_y) respectivo à cada Referência (Z).

Representação da fórmula:

$$\sum (P_{x_z} \cdot P_{y_z})$$

PARÂMETRO		SEGURANÇA		ERGONOMIA			ANTROPOMETRIA	FUNCIONAIS		TOTAL
REFERÊNCIA (Z)		A	B	C	D	E	F	G	H	
PESO (Y)		3	3	2	3	2	1	2	2	
CONCEITO		PONTUAÇÃO (X) VARIANDO DE 1 À 3								54
01		3	3	3	2	3	3	3	3	51
02		3	3	3	2	3	2	3	3	50
03		3	3	3	2	3	3	3	3	51
04		3	2	3	1	3	1	3	3	43

05		3	2	3	3	3	3	3	3	51
06		3	3	3	2	3	2	3	3	51
07		3	1	2	1	3	1	3	3	38
08		2	1	1	1	3	1	3	3	33

3.3 Painéis Semânticos

3.3.1 Produtos com Sistema de Informação Grande



3.3.2 Características da Forma e Cores

As imagens selecionadas para compor este painel, tiveram o intuito de servirem como exemplos de configuração formal para o produto final, Eles são de cor predominantemente clara, com detalhes em cores contrastantes, possuem, em pelo menos um vista, formas curvas e mais interessantes, e em outra, formas mas simples. Possuem ainda, um aspecto de serem produtos tecnológicos, com visual *clean*.





Figura 54: Conceitos 01 e 03, respectivamente.

3.4 Desenvolvimento da Alternativa I

Para os conceitos 01 e 03, foi considerada a união de dois conceitos em um único produto, uma vez que o princípio de funcionamento de ambos são iguais e os exercícios realizados são de pressionar uma mola no sentido de cima para baixo. O tipo de mola a ser utilizado é o mesmo do conceito 03, mostrado no tópico 3.1.2.1.

Foi desenvolvida a opção de retirar e rotacionar a palmilha junto com a mola, que estariam em uma única peça, e encaixá-la novamente para mudar de uma atividade para a outra. Como podemos verificar na sequência de imagens abaixo.

Foi criado um painel, para verificação de algumas informações durante a prática da atividade, contendo: dois visores digitais, um para contabilizar o número de séries que está sendo realizado, e o outro, enumerar a quantidade de repetições do exercício; um botão de liga/desliga; um botão para reiniciar o exercício, para quando for exercitar a outra perna; e dois *LED*'s, um para cada *feedback* de cada atividade.



Figura 55: Peça móvel da alternativa I

Na página a seguir todas estas informações serão identificadas no produto.

Figura 56: Sequência de rotação da peça para mudar o exercício a ser feito.



3.4 Desenvolvimento da Alternativa I



Figura 57: Acionamento do LED verde escuro superior, indando a realização do movimento do exercício de dorsiflexão do tornozelo.

Figura 58: Acionamento do LED verde escuro inferior, indando a realização do movimento do exercício da articulação dos artelhos.



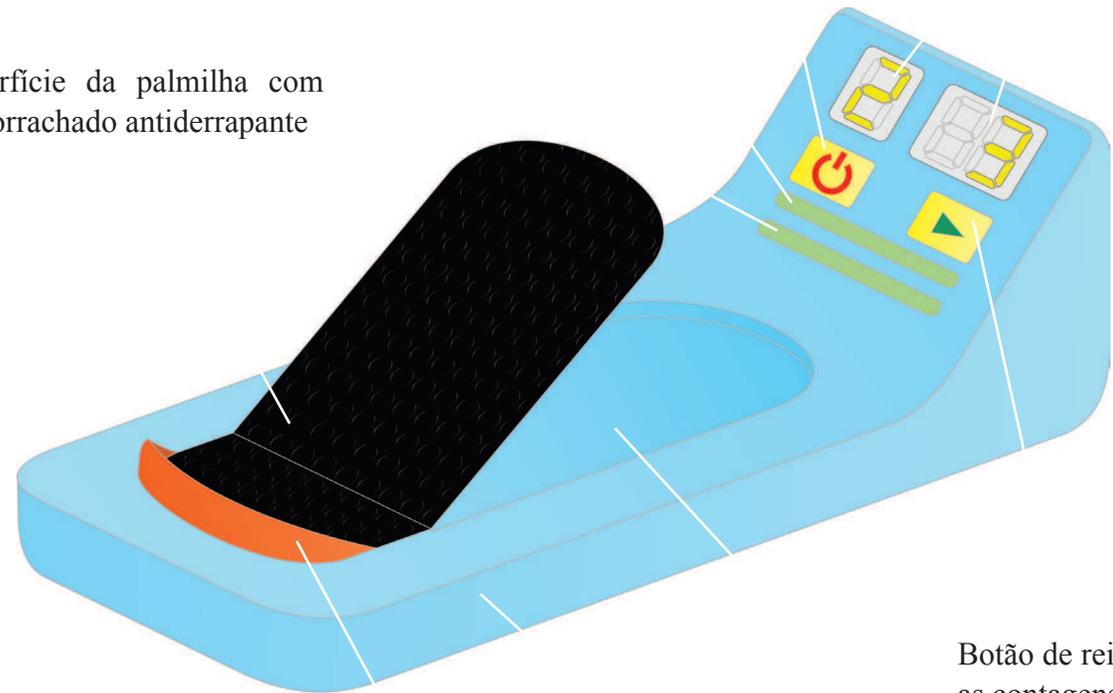
Feedback luminosos do exercício de dorsiflexão do tornozelo

Feedback luminosos do exercício da articulação dos artelhos

Feedback do número de séries e de repetições dos movimentos, respectivamente

Botão liga/desliga

Superfície da palmilha com emborrachado antiderrapante



Botão de reiniciar as contagens

Figura 59: Identificação das partes da alternativa I.

Base do produto

Apoio para o calcanhar ou para a ponta do pé

Rebaixo para encaixe da palmilha

3.4 Desenvolvimento da Alternativa I

Página dedicada à melhor visualização e entendimento da alternativa I.

Pinos para representar o local de conexão eletrônica entre a peça menor e a base.



Figura 60: Peça desencaixada, para melhor visualização das partes.

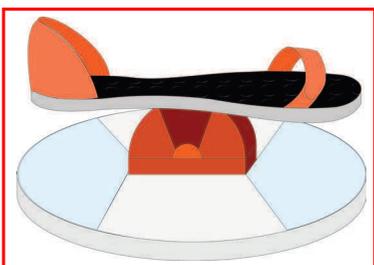


Figura 61: Conceito 02.

Figura 62: Alternativas II e III, respectivamente.



3.5 Desenvolvimento das Alternativas II e III

A partir do conceito 02, foram desenvolvidas duas alternativas.

Na alternativa II, foi desenvolvida uma opção para se exercitar os dois membros inferiores ao mesmo tempo, mas de forma independente um do outro. Os locais de apoiar os pés para iniciar a atividade, são nas áreas retangulares pretas, conforme podem ser vistas na imagem do lado esquerdo-central. O sistema de *feedback* luminoso para cada lado, está posicionado em sua porção superior, juntamente com o botão de liga/desliga. Para se evitar pancadas na região frontal das pernas, optou-se por colocar uma superfície acolchoada, na cor laranja, logo acima da área dos pés.

A partir do melhoramento da alternativa II, foi gerada a alternativa III, imagem do lado esquerdo-inferior, pois verificou-se que haveria desperdício de material para a produção daquele, optando-se, então, por permanecer a opção de exercitar um membro por vez, com isso, economizando material em sua fabricação.

Para o sistema de informação da alternativa III, permaneceu o botão de liga/desliga e os *LED*'s que indicam a completa realização dos movimentos; foi inserido um painel digital, para informar ao idoso o número de repetições dos exercícios realizados; e um botão para reiniciar a contagem para o outro pé.

Ainda para a alternativa III, verificou-se a possibilidade de acrescentar outro exercício, o da Articulação Subtalar (Tornozelo Inferior): Inversão e Eversão. Este exercício está presente no conceito 05 de livre criação. Ele consiste em movimentos pendulares feitos com o tornozelo, para dentro e para fora.

3.5.1 Desenvolvimento da Alternativa II

Nesta página, encontram-se as identificações das partes da alternativa II.

Feedback luminosos

Botão liga/desliga

Superfície acolchoada

Superfície com emborrachado antiderrapante

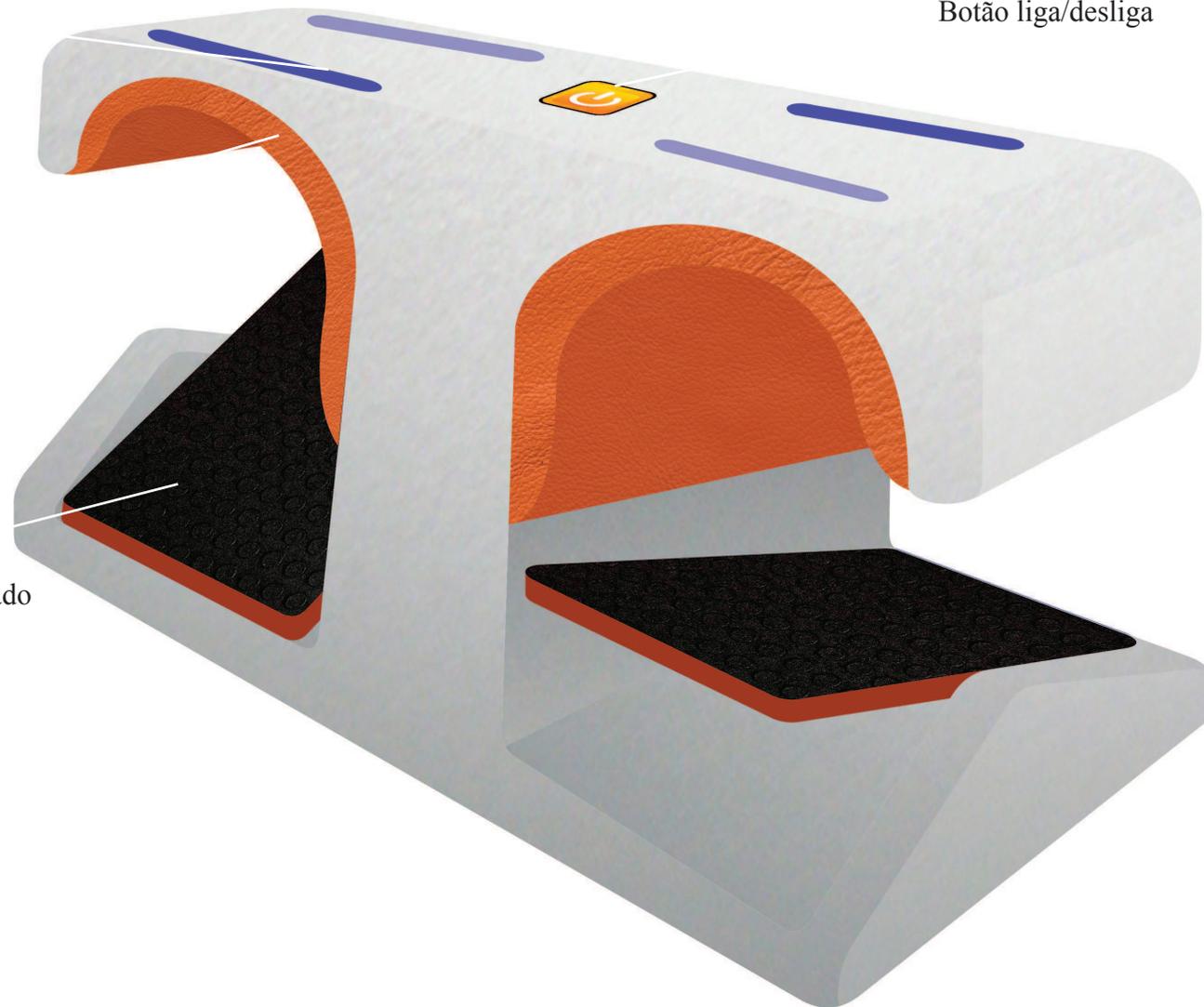


Figura 63: Identificação das partes da alternativa II.

3.5.1 Desenvolvimento da Alternativa II

Página dedicada a exemplificação do funcionamento da alternativa II. Lê-se a sequência de imagens abaixo, no modo de leitura ocidental.

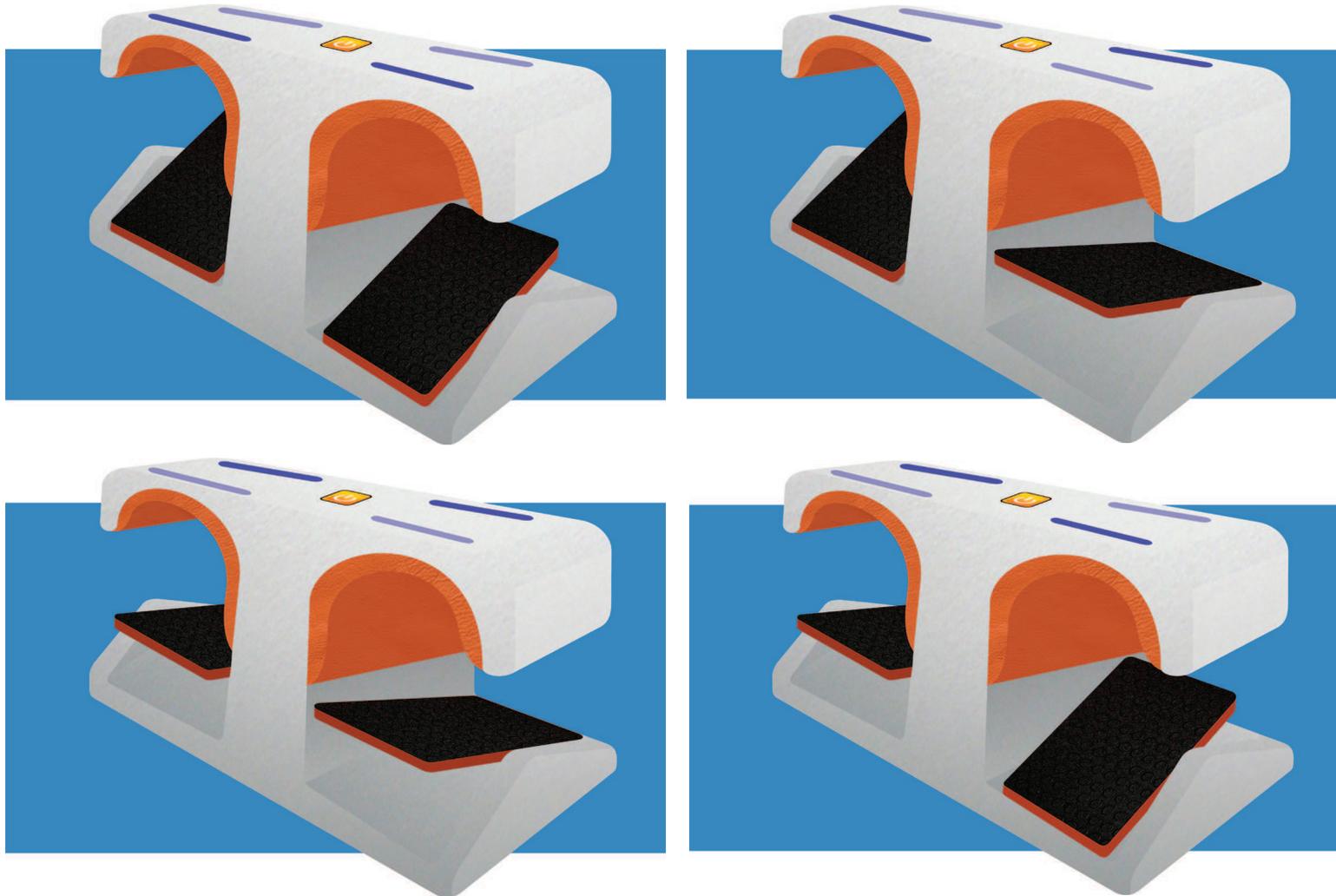


Figura 64: Sequência de movimentos para a realização do exercício de Dorsiflexão do tornozelo.

3.5.2 Desenvolvimento da Alternativa III

Na imagem abaixo, encontram-se as identificações das partes da alternativa III.

Feedback luminosos do exercício de Dorsiflexão do tornozelo

Botão liga/desliga

Feedback luminosos do exercício da Articulação Subtalar (tornozelo inferior)

Botão de reiniciar as contagens

Superfície da palmilha com emborrachado antiderrapante

Feedback do número de repetições dos movimentos realizados

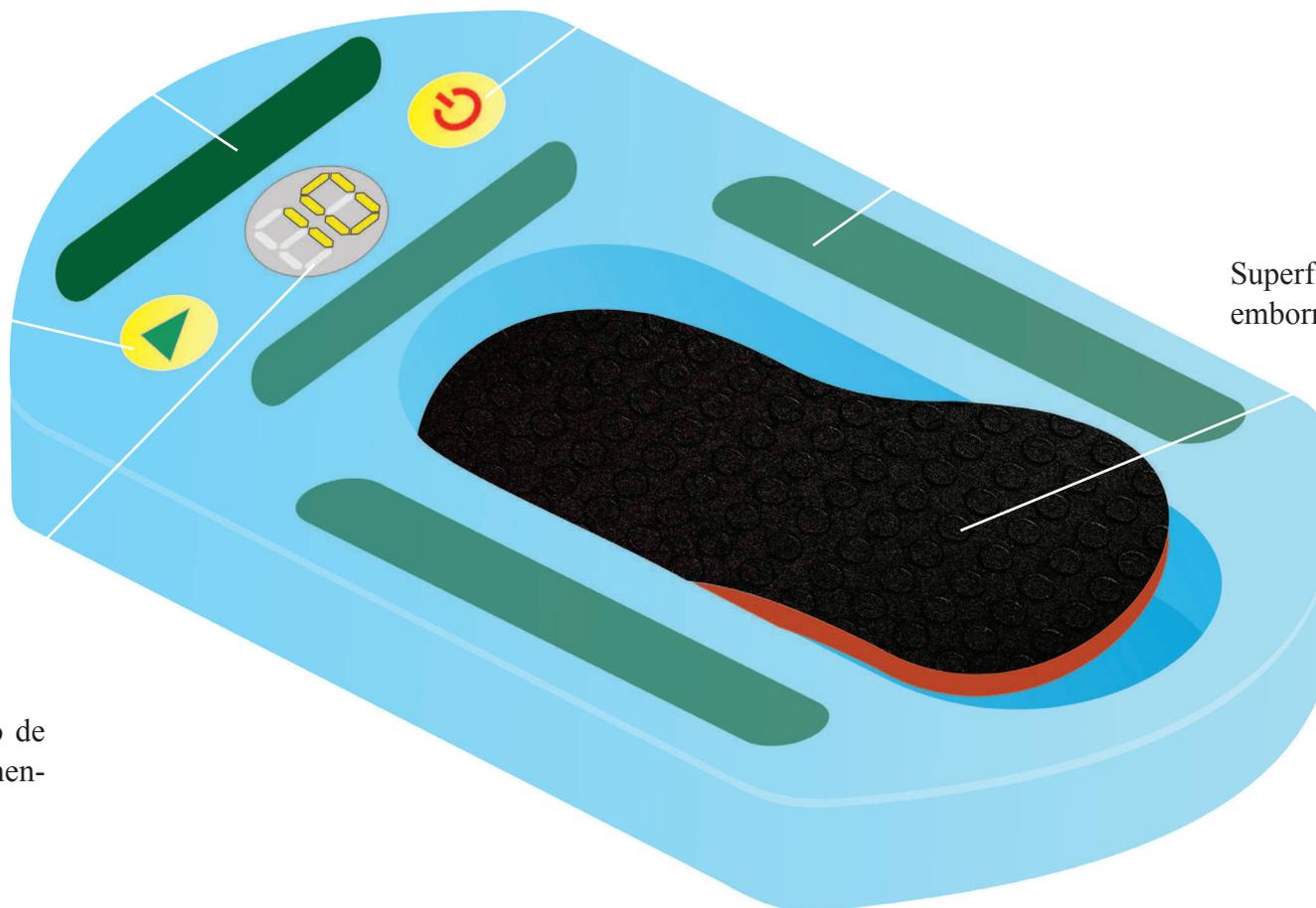


Figura 65: Identificação das partes da alternativa III.

3.5.2 Desenvolvimento da Alternativa III

Página dedicada a exemplificação do funcionamento da alternativa III, na atividade de Dorsiflexão (flexão plantar e dorsal). Os dois tipos de exercício (Dorsiflexão e Articulação Subtalar) são realizados um por vez, pois a direção dos eixos são distintas.



Figura 66: Representação dos movimentos de Dorsiflexão.



Figura 67: Sequência de movimentos para a realização do exercício de Dorsiflexão do tornozelo.



3.5.2 Desenvolvimento da Alternativa III

Página dedicada a exemplificação do funcionamento da alternativa III, no exercício da Articulação Subtalar.

Figura 68: Representação dos movimentos da Articulação Subtalar.



Figura 69: Sequência de movimentos para a realização do exercício da Articulação Subtalar (tornozelo inferior).



Figura 70: Conceito 05.

3.6 Desenvolvimento da Alternativa IV

No conceito 05, foi realizado um refinamento formal, havendo uma redução de materiais para uma possível produção, como também deixou a alternativa IV com mais leveza visual, em relação à sua forma anterior.

Foi acrescentado nesta alternativa, um botão para reiniciar as contagens do exercício de rotação do tornozelo. A numeração dos painéis digitais, seriam pré-determinadas.

Na figura abaixo, encontram-se as identificações das partes da alternativa IV.

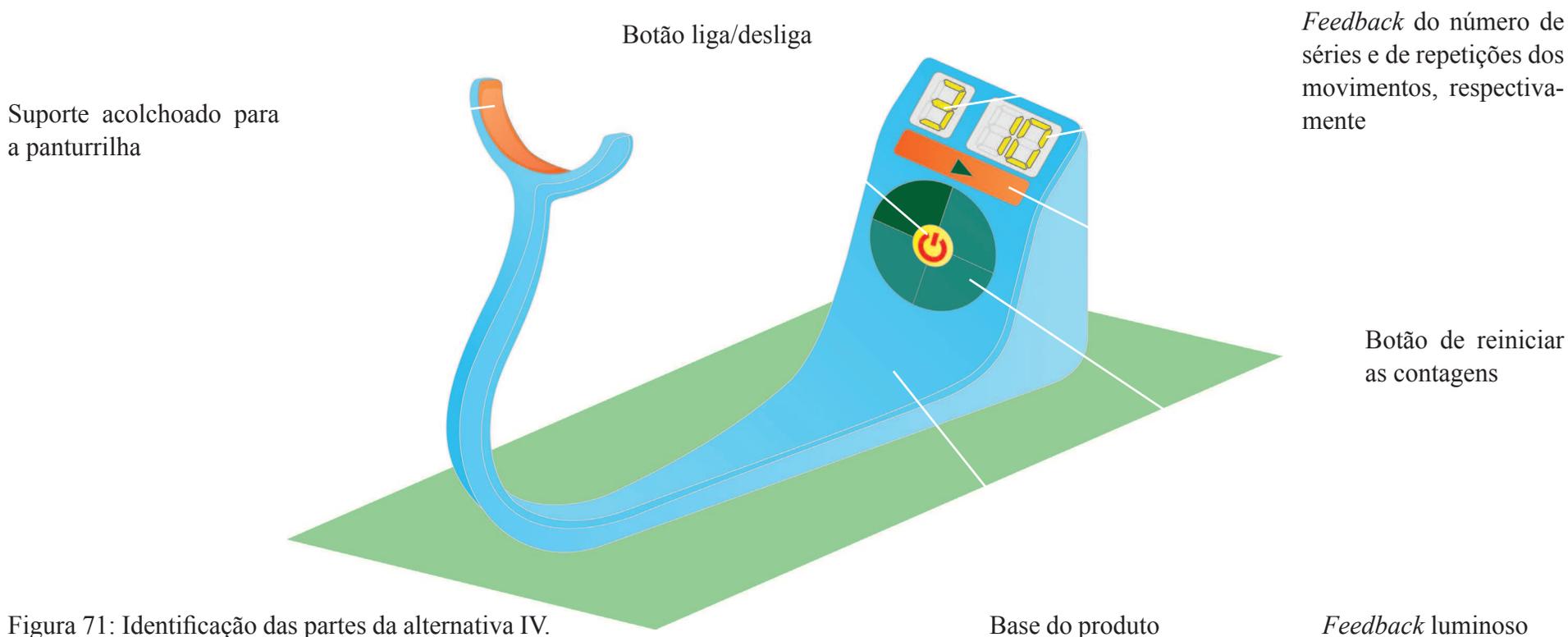


Figura 71: Identificação das partes da alternativa IV.

3.6 Desenvolvimento da Alternativa IV

Página dedicada à melhor visualização da alternativa IV.

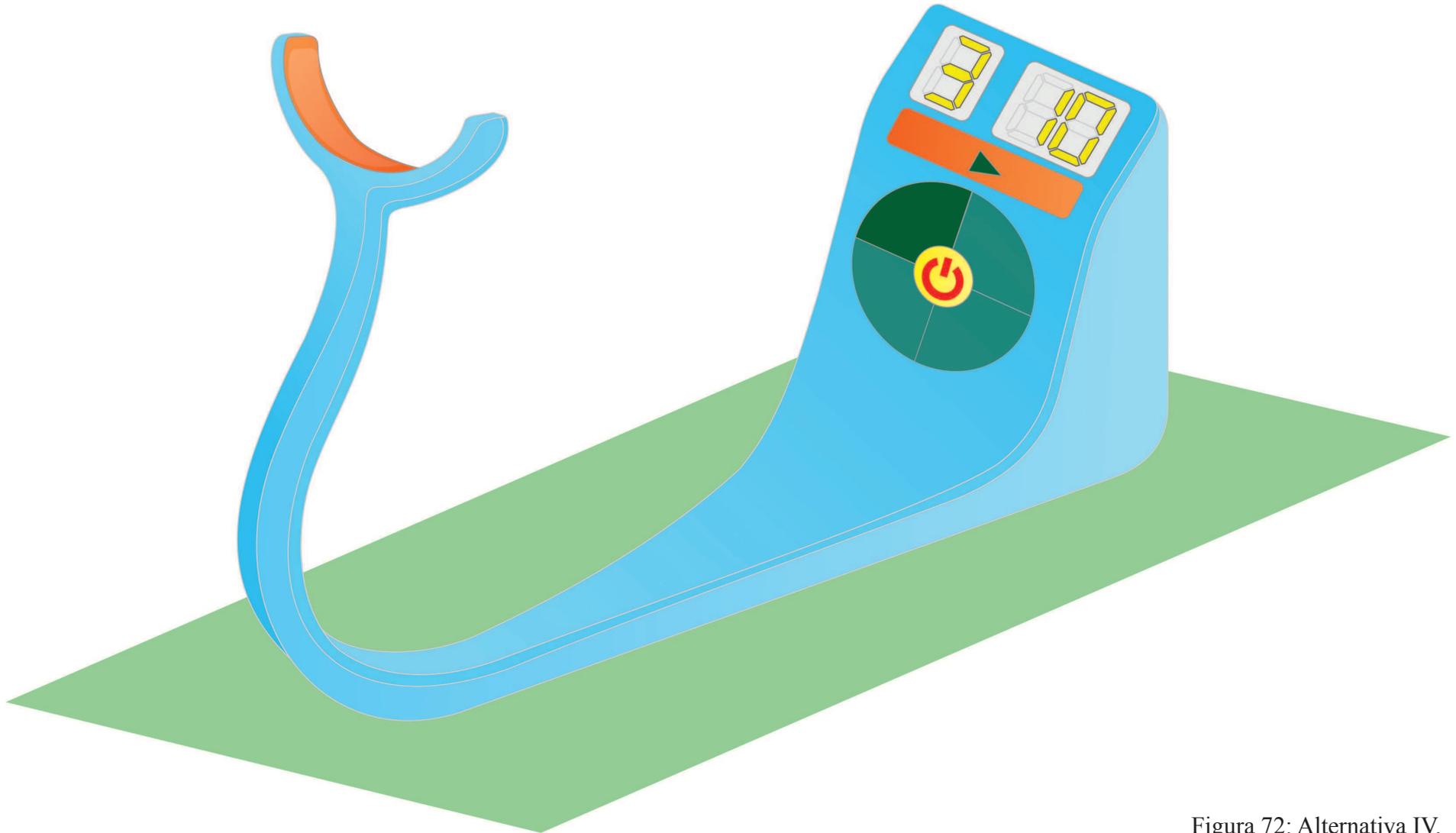


Figura 72: Alternativa IV.



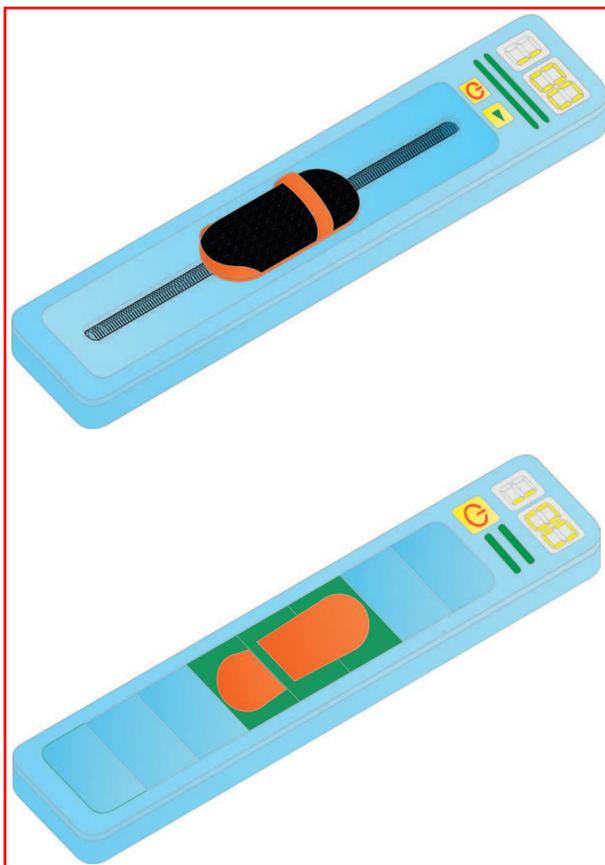
Figura 73: Conceito 06.

3.7 Desenvolvimento das Alternativa V e VI

A partir do conceito 06, foram desenvolvidas duas alternativas.

No conceito 06, o idoso teria que vencer a resistência de um elástico para executar o exercício, para a alternativa V, esta resistência foi alterada para uma mola, pois seu poder de elasticidade é mais longo. Também foi modificada a forma do produto, tornando-a mais simples, sem perder eficiência, e seu sistema funcional não ficando tão exposto. Para a palmilha foi mantida a mesma estrutura, com apoio para o calcanhar e fita de velcro ajustável para prender o pé na mesma, identificado na cor laranja da figura do lado esquerdo-central.

Figura 74: Alternativas V e VI, respectivamente.



Para as duas alternativas foram incorporados ao produto: um sistema de *feedback* luminoso, para informar ao usuário o momento em que o exercício está sendo realizado em sua amplitude total, tanto para frente como para trás; dois painéis digitais, um contabilizando o número de séries e o outro o número de repetições do exercício; e um botão liga/desliga. Na alternativa V há ainda um botão para reiniciar a atividade para a outra perna. Já para a alternativa VI, o botão liga/desliga também possui a função de reiniciar as contagens. Funcionando da seguinte forma: aperta e solta para ligar o equipamento, aperta e solta para reiniciar as contagens e aperta e segura para o produto ser desligar.

Da alternativa V para a VI, foi modificado o seu sistema funcional. Passando a não haver mais uma resistência a ser vencida no produto. Ele funcionaria com tecnologia *touch screen*, caracterizada por ser uma superfície sensível ao toque. O local de posicionar o pé seria identificado por uma figura representando uma pegada (repre-

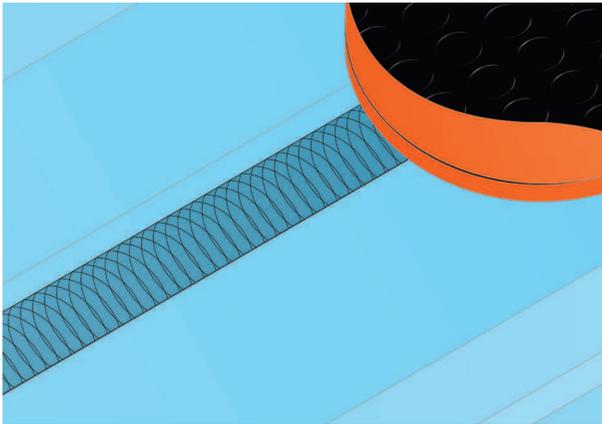


Figura 75: Zoom para visualização da mola.

sentada pela cor laranja na imagem esquerda-inferior da figura 59) sem definição de esquerda ou direita, pois seria utilizado pelos dois pés, um por vez. Além de possuir o mesmo *feedback* luminoso que a alternativa V, ele ainda teria um outro, localizado na região de movimentação do pé. Com o equipamento ligado, assim que o idoso posicionasse o pé sobre a imagem da pegada laranja, seriam acendidos os *LED*'s no mesmo local, e com o deslocamento do pé para frente e para trás, iriam se acendendo os sençores respectivos aos locais onde o pé estivesse.

Na figura abaixo, encontram-se as identificações das partes da alternativa V.

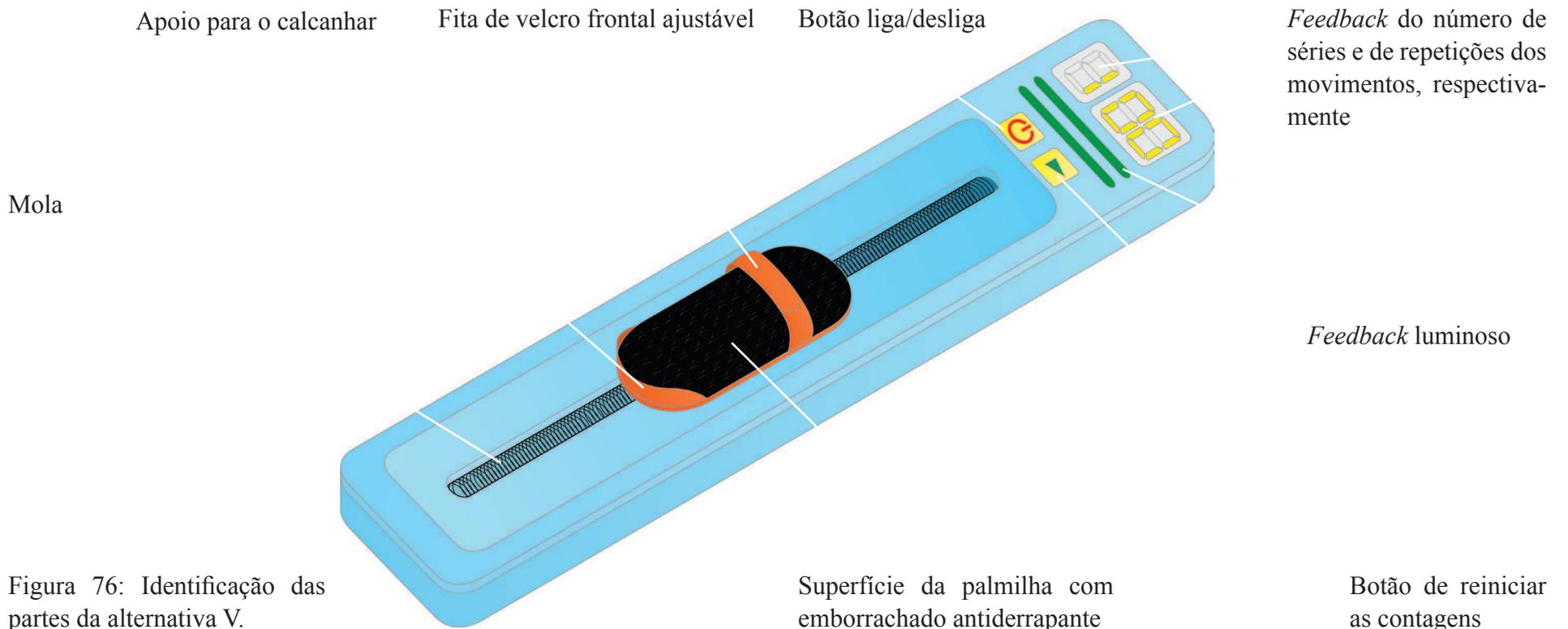


Figura 76: Identificação das partes da alternativa V.

3.7.1 Desenvolvimento da Alternativa V

Página dedicada à melhor visualização da alternativa V.

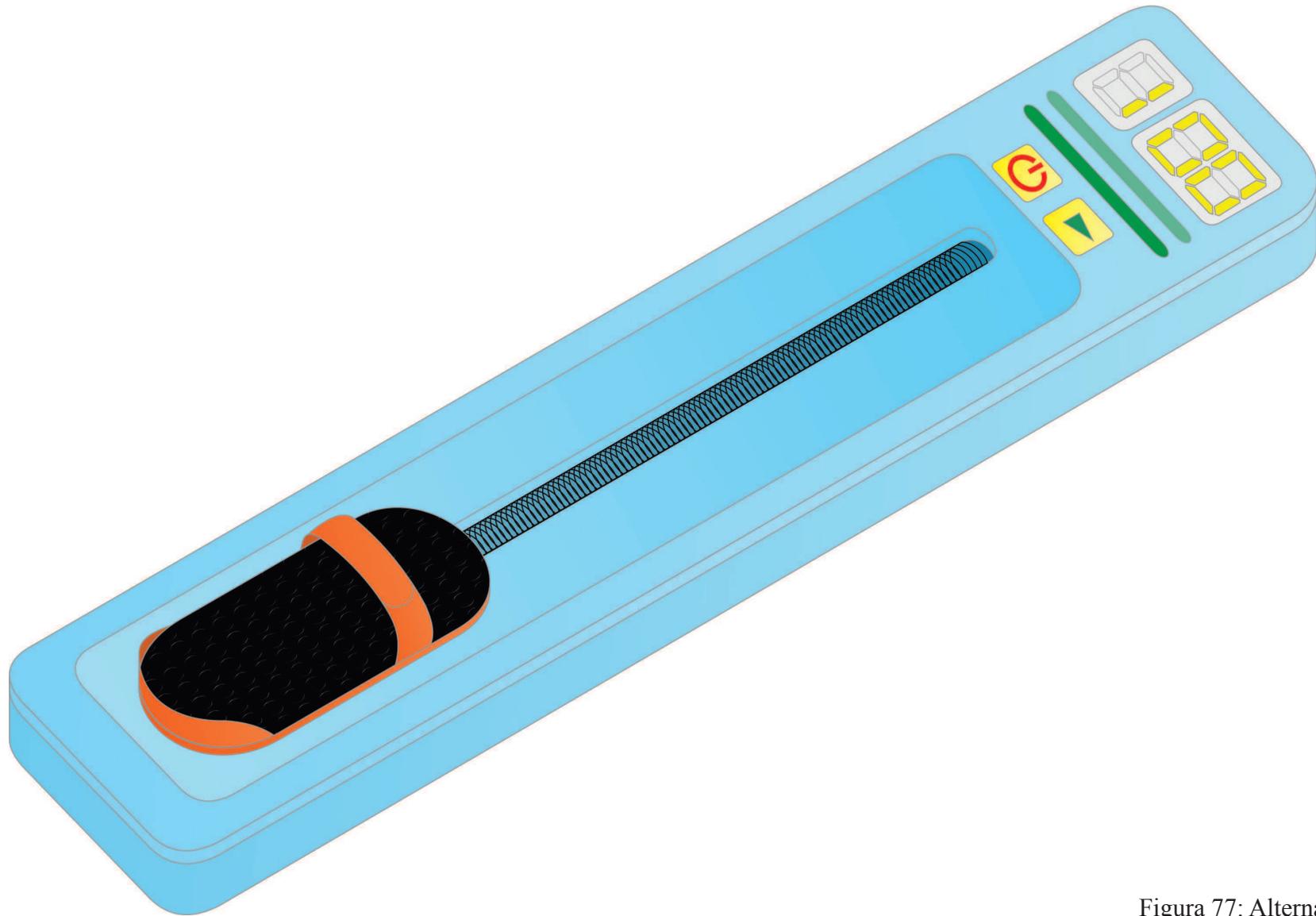


Figura 77: Alternativa V.

3.7.1 Desenvolvimento da Alternativa V

Página dedicada à melhor visualização dos movimentos realizados na alternativa V e do seu *feedback* luminoso.

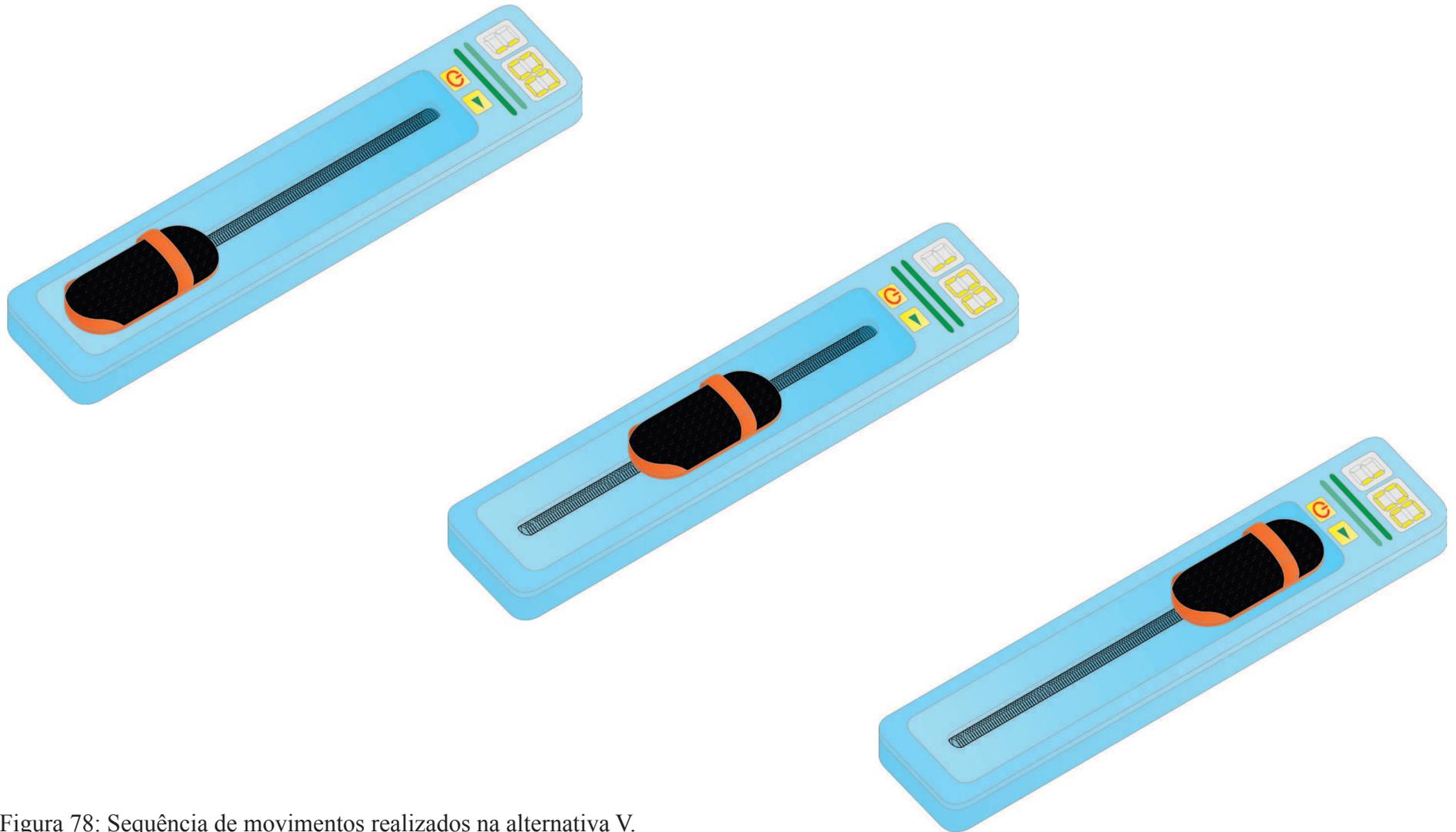


Figura 78: Sequência de movimentos realizados na alternativa V.

3.7.2 Desenvolvimento da Alternativa VI

Na figura abaixo, encontram-se as identificações das partes da alternativa VI.

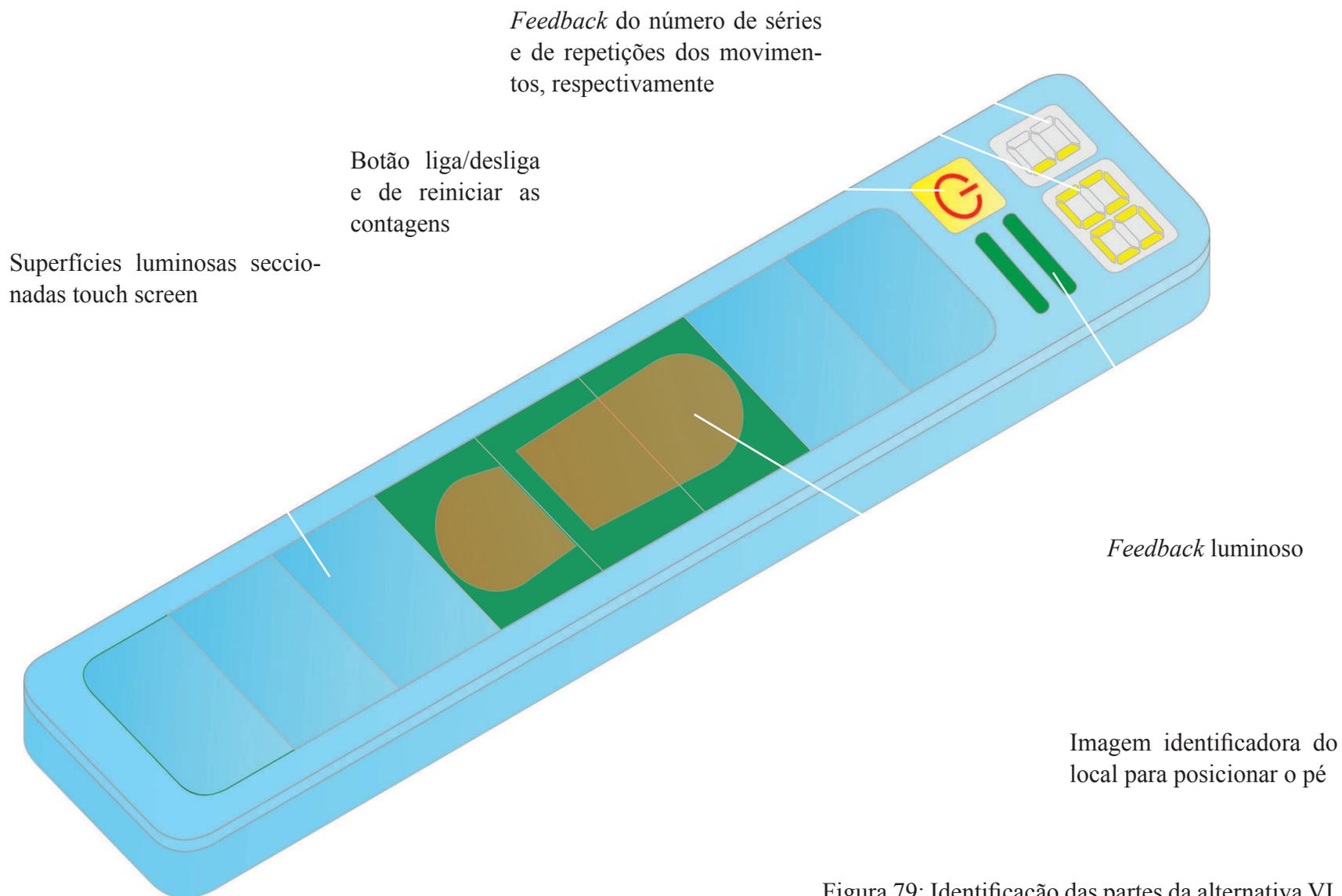


Figura 79: Identificação das partes da alternativa VI.

3.7.2 Desenvolvimento da Alternativa VI

Página dedicada à melhor visualização da alternativa VI.

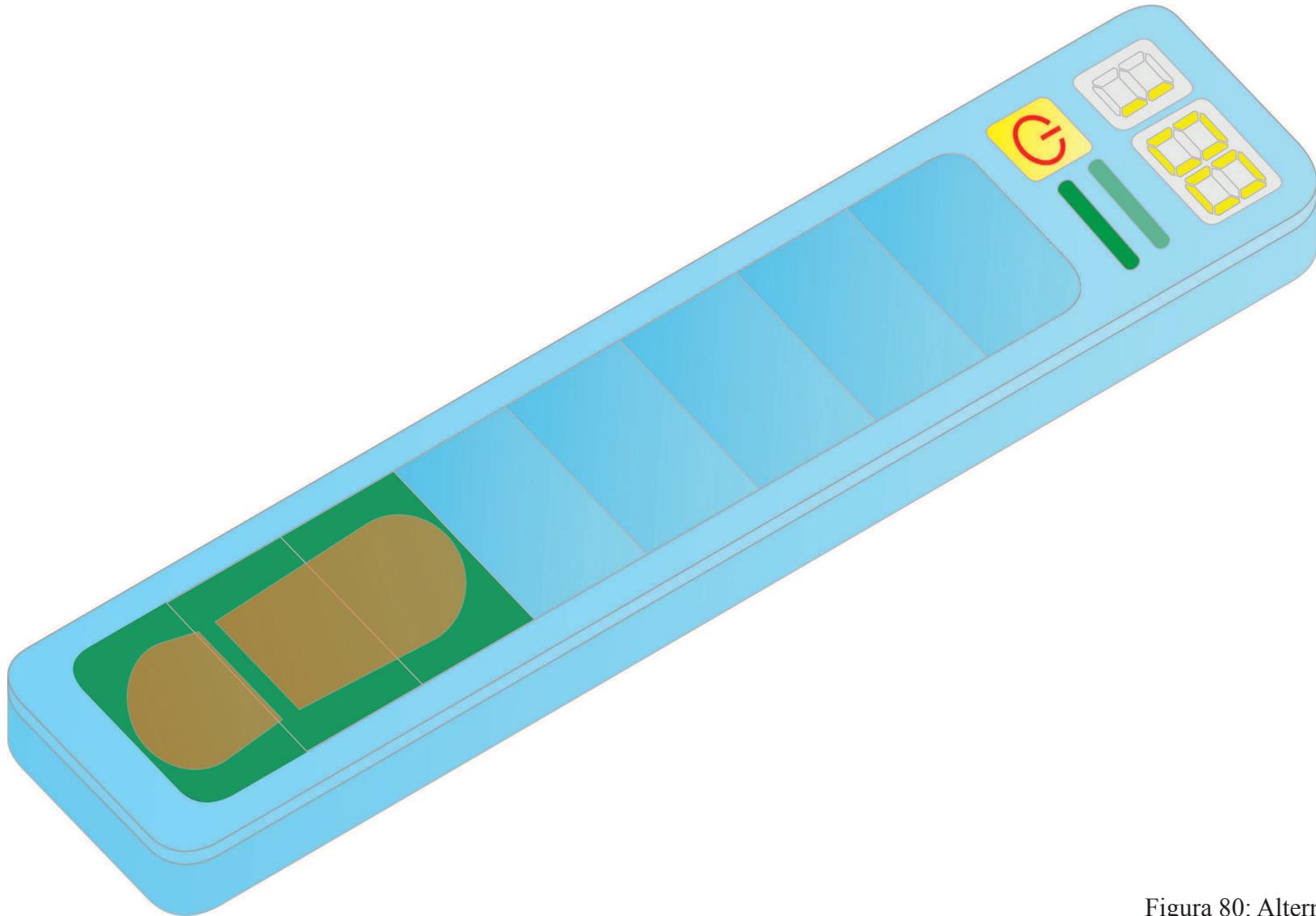


Figura 80: Alternativa VI.

3.7.2 Desenvolvimento da Alternativa VI

Página dedicada à melhor visualização dos movimentos realizados na alternativa VI e do seu *feedback* luminoso.

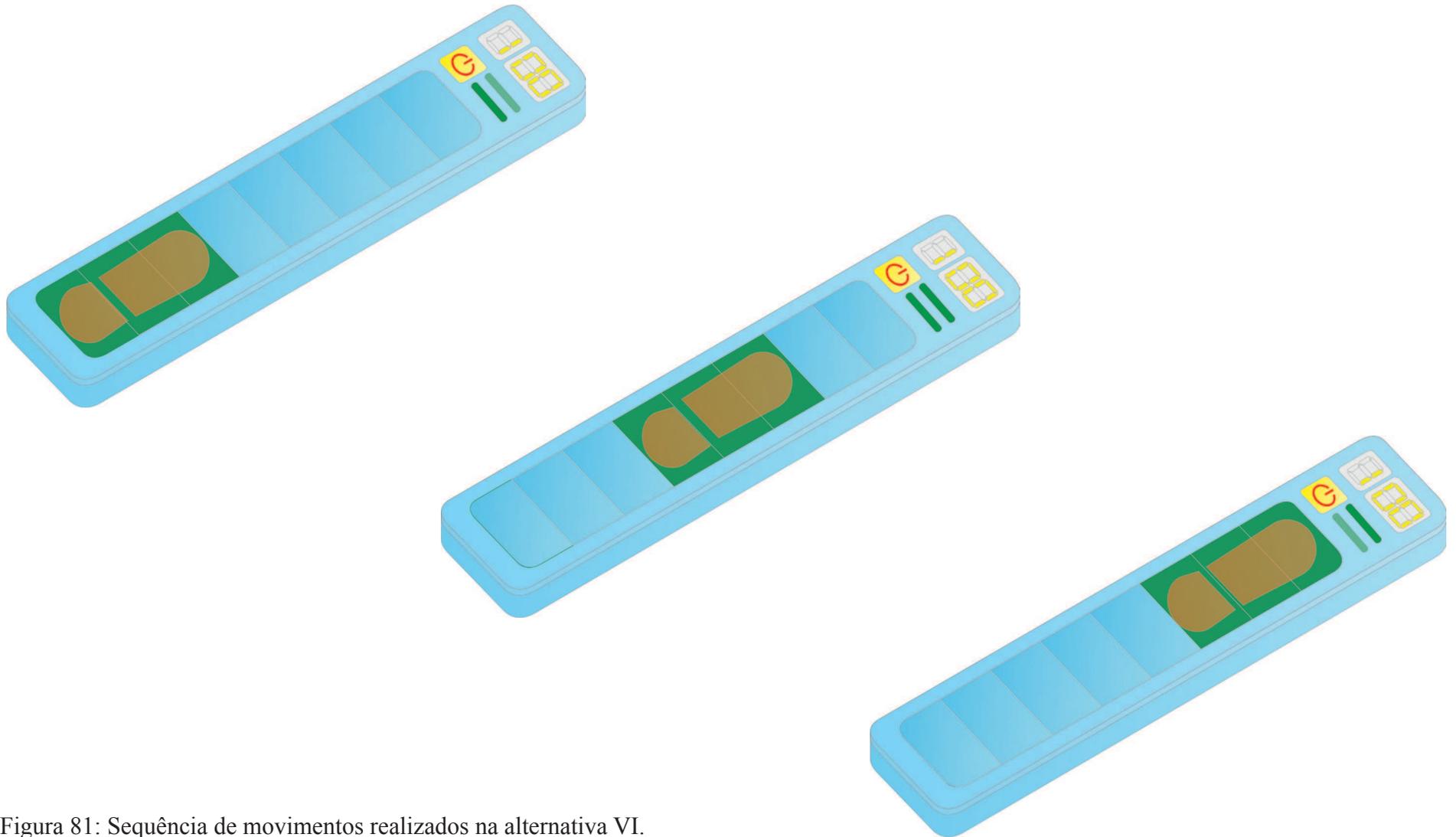


Figura 81: Sequência de movimentos realizados na alternativa VI.

3.8 Avaliação das Alternativas

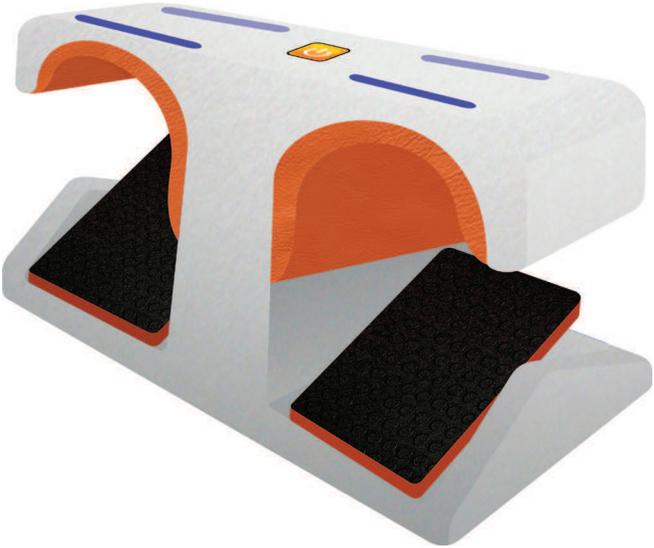
Nesta etapa, será selecionada a alternativa que melhor corresponda aos requisitos e parâmetros exigidos para este projeto. Após esta seleção a alternativa ainda sofrerá refinamento em sua forma e sistemas funcionais.

Foi criada outra tabela para a avaliação de cada alternativa gerada a partir dos conceitos de livre criação que venceram na avaliação anterior. A questão das tabelas serão os mesmos, deixando para o refinamento final as questões de estética e de materiais do produto. Para melhorar o critério de seleção, a variável PONTUAÇÃO (X) será de 1 à 10. A fórmula que será utilizada para contabilizar as pontuações, será a mesma desenvolvida para a avaliação dos conceitos de livre criação. Onde, para o cálculo, foi realizado um somatório das multiplicações entre Pontuação (X) e o Peso (Y) respectivo à cada Referência (Z).

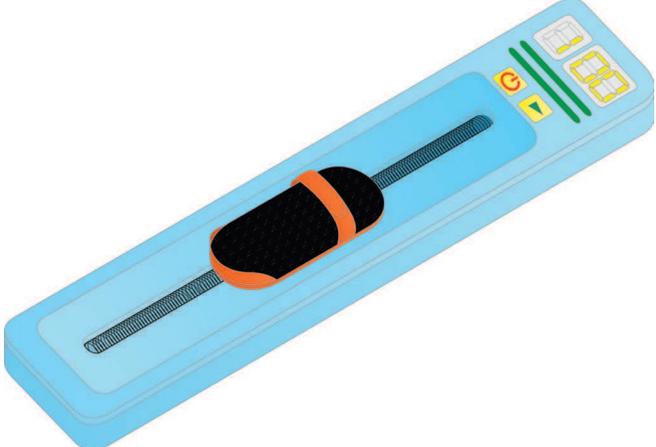
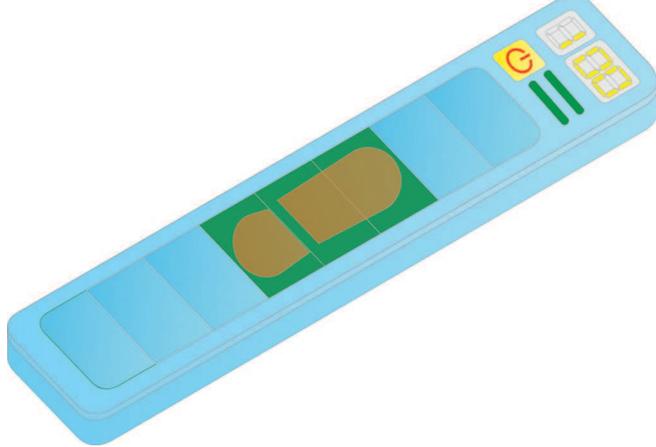
Representação da fórmula:

$$\sum (P_{X_z} \cdot P_{Y_z})$$

A seguir poderá ser visualizada a tabela da avaliação das alternativas I, II, III, IV, V e VI, para o desenvolvimento do produto final. Onde venceu a que obteve a maior pontuação, sendo esta, identificada por um círculo laranja.

PARÂMETRO		SEGURANÇA		Ergonomia			ANTROPOMETRIA	FUNCIONAIS		
REFERÊNCIA (Z)		A	B	C	D	E	F	G	H	
PESO (Y)		3	3	2	3	2	1	2	2	TOTAL
ALTERNATIVAS		PONTUAÇÃO (X) VARIANDO DE 1 À 10								180
I		10	8	8	10	10	10	10	10	170
II		10	3	10	10	10	10	9	10	157

III		10	10	9	10	10	9	10	10	177
IV		10	4	8	9	10	10	10	10	155

V		10	5	8	10	10	7	10	10	158
VI		10	5	10	10	10	10	10	10	165

3.8.1 Conclusões

A alternativa III, após vencer a avaliação por sistema de pesos e pontuações, se mostrou a mais compatível aos requisitos e parâmetros exigidos para este projeto.

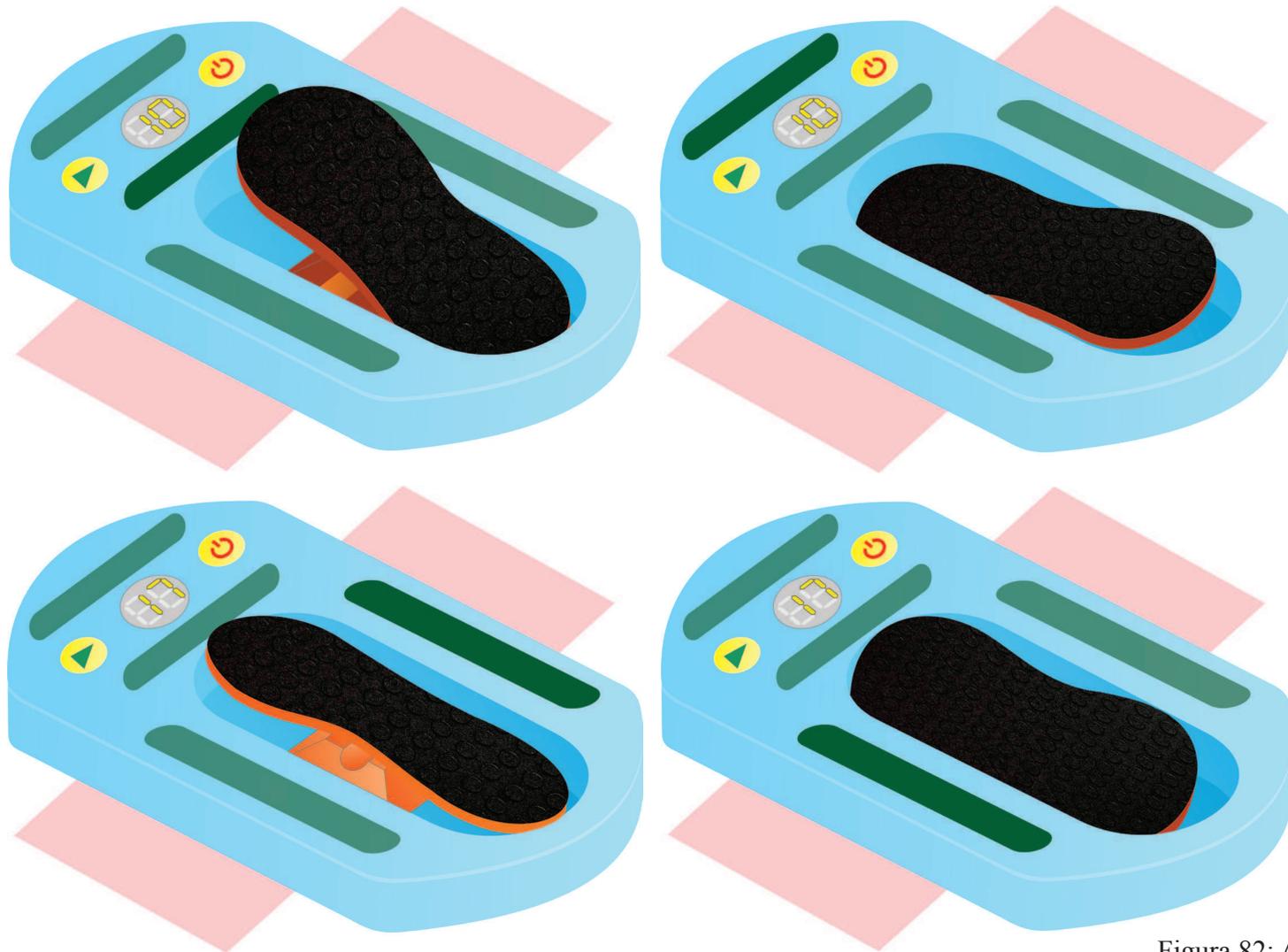


Figura 82: Alternativa III vencedora.

3.9 Refinamento da Alternativa III

Neste nível, foram concebidas duas variações para aprimoramento na configuração formal da alternativa selecionada, juntamente como o *layout* do sistema de *feedback* luminoso e dos botões. Foi ainda proposto dois tipos de sistemas funcionais para o produto final.

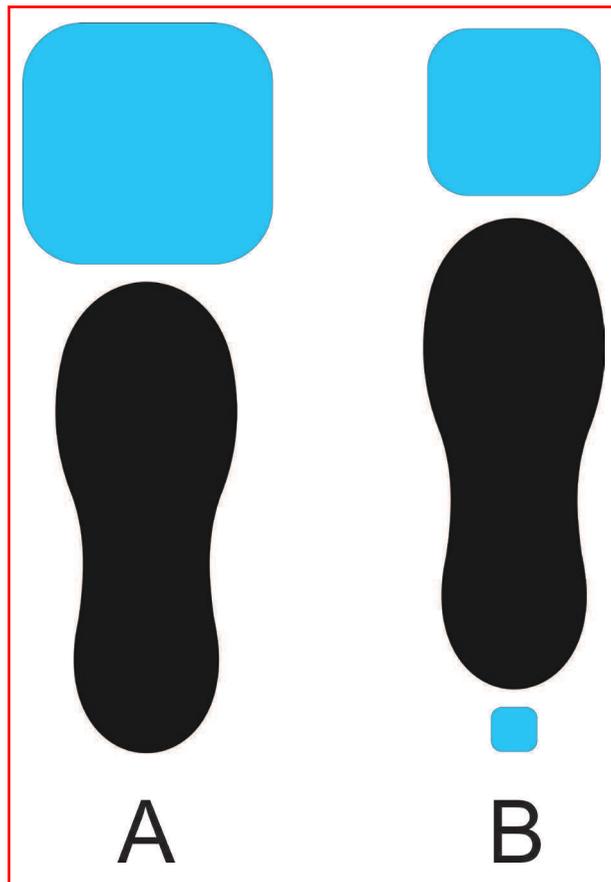


Figura 83: Opções A e B de posição do sistema de informação.

3.9.1 Posicionamento do Sistema de Informação e Forma Geral

Em azul são as opções de localização dos botões e do *feedback* luminoso. Em cinza, são as possíveis formas gerais do produto.

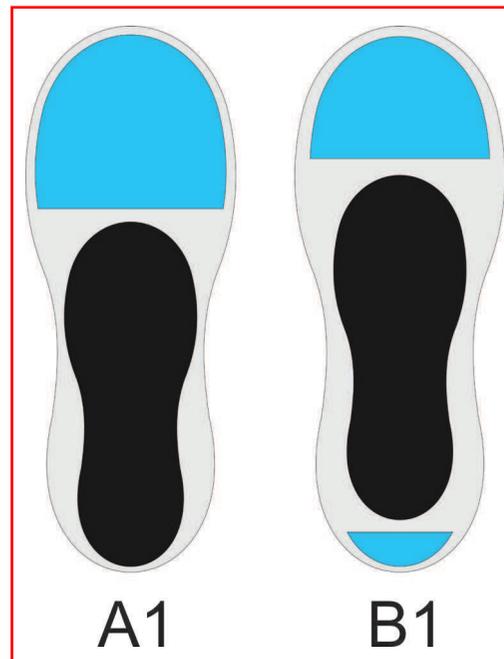


Figura 84: Opção 1 da forma geral.

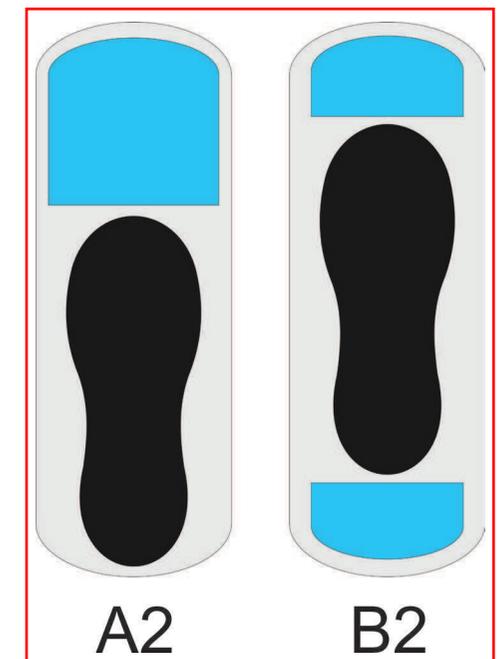
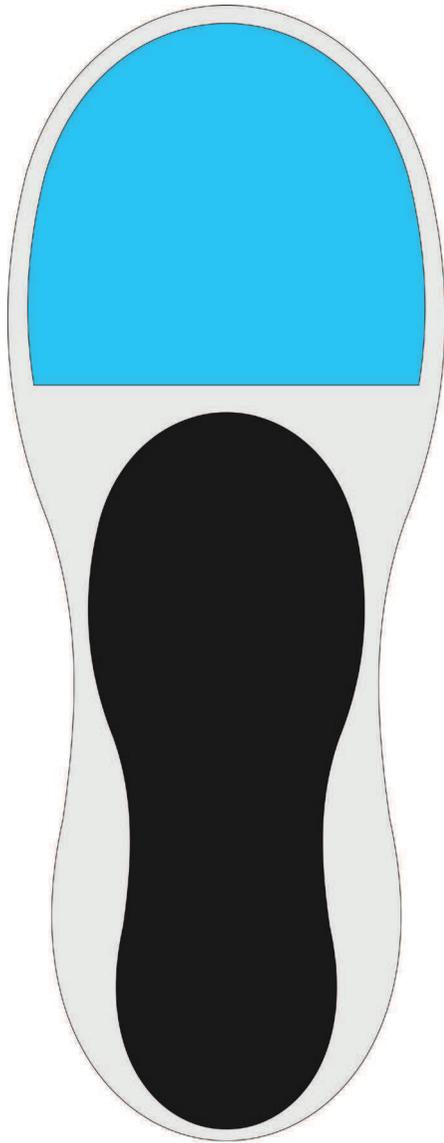


Figura 85: Opção 2 da forma geral.



A1

A combinação A1 se mostrou ser a mais adequada para um bom uso do produto por parte dos idosos. Pois levou-se em consideração fatores de usabilidade, eficiência e apelo para uma forma mais amigável do produto.

Com relação a qualidade na usabilidade e eficiência do equipamento, as combinações a B1 e B2, não seriam adequados pois o usuário irá utilizar o equipamento sentado, logo, os botões que estivessem localizados próximos ao calcanhar, ficariam escondidos pela perna do idoso, dificultando o seu uso. Em relação ao artefato possuir uma forma mais amigável, a combinação A2 não se adequaria muito bem, pois é uma forma muito reta e pouco atrativa para a prática de exercícios físicos, por suas linhas não remeterem a movimento e dinamismo.

Selecionou-se a combinação A1, pois com o posicionamento do sistema de informação (identificado pela cor azul) na área frontal do pé, o usuário irá ter melhor visualização dos botões e do *feedback* luminoso do produto, permitindo qualidade e eficiência em seu uso. Com relação a estética do produto, com esta forma, ele transmite a informação de que é algo para ser utilizado com o pé, pois a forma de uma palmilha se repete duas vezes no produto, em sua base (identificado pela cor cinza) e no local de apoiar o membro (identificado pela cor preta). As curvas nesta opção, também contribuem para passar uma mensagem de movimento e dinamismo, qualidade desejada no produto, pois este, destina-se a prática de exercícios físicos nos membros inferiores.

Figura 86: Combinação selecionada.

3.9.2 Sistema Funcional

Nesta etapa, foram propostos dois tipos de sistemas funcionais para ser selecionado o mais adequado para o produto final. Um baseado em eixos horizontais e verticais e outro em múltiplos eixos.

O sistema que utiliza dois eixos horizontais e um na vertical, permitiria a utilização da palmilha em duas direções distintas, uma para a prática do exercício de Dorsiflexão e outro para a Articulação Subtalar. Nas imagens abaixo, pode-se verificar esta opção e suas partes.

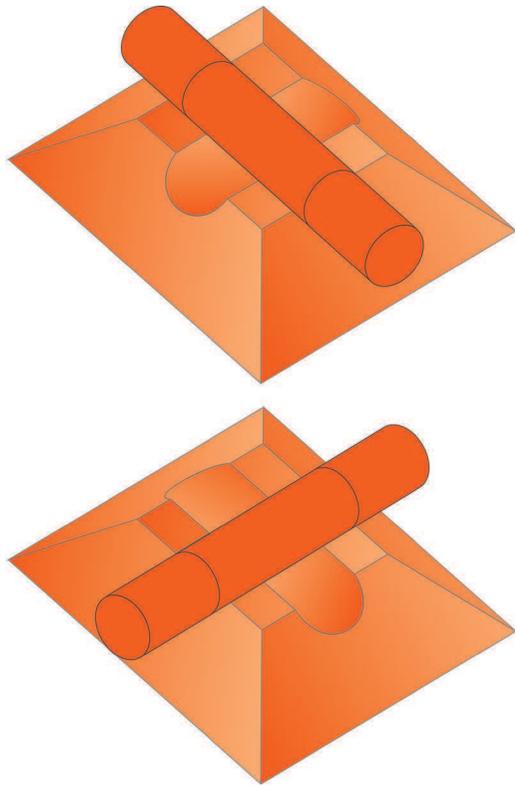


Figura 87: Posicionamento dos eixos. Ambos na horizontal, mas em direções diferentes.

Figura 88: Encaixe das peças.

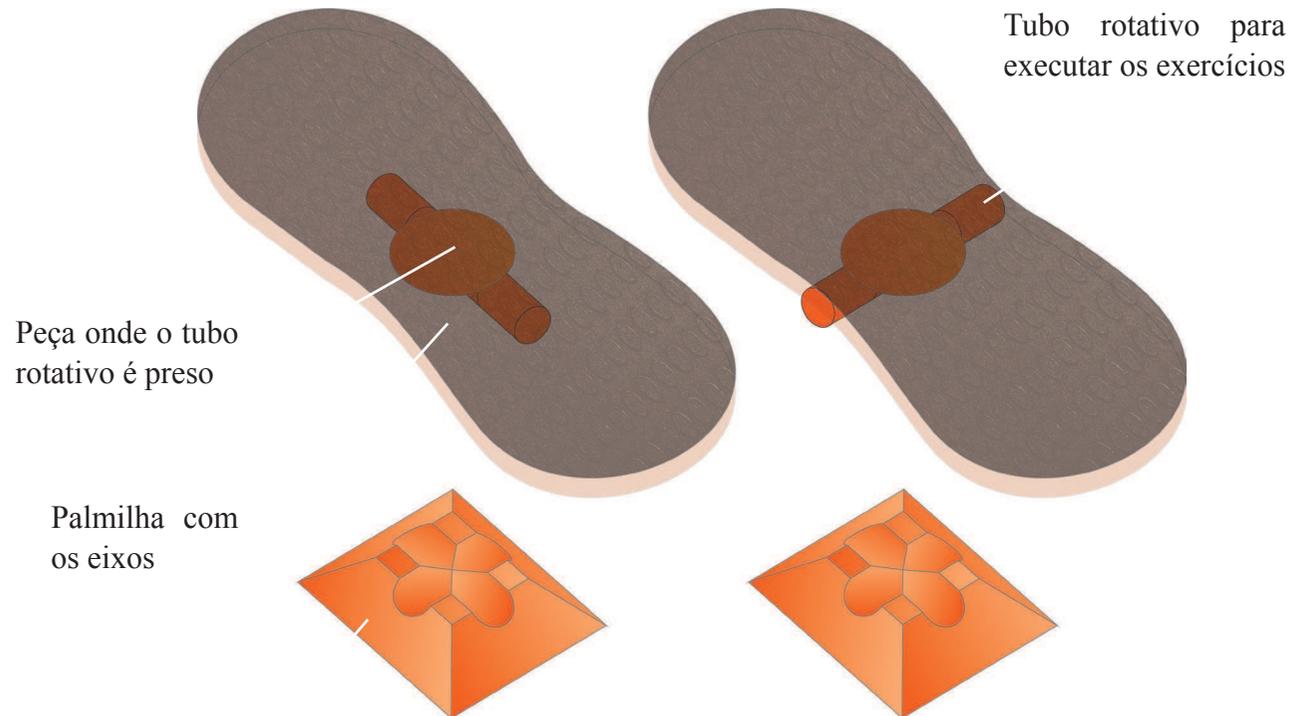
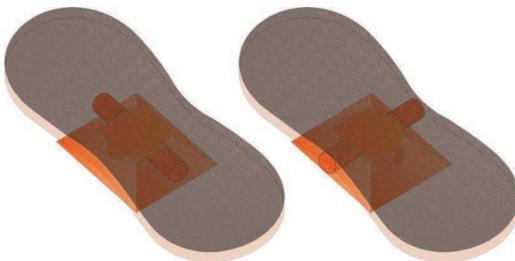


Figura 89: Sistema Funcional 1.

3.9.2 Sistema Funcional

Eixo para executar o movimento da Articulação Subtalar

Nesta imagem, pode-se melhor verificar o posicionamento dos eixos horizontais e do vertical, com suas respectivas rotações.

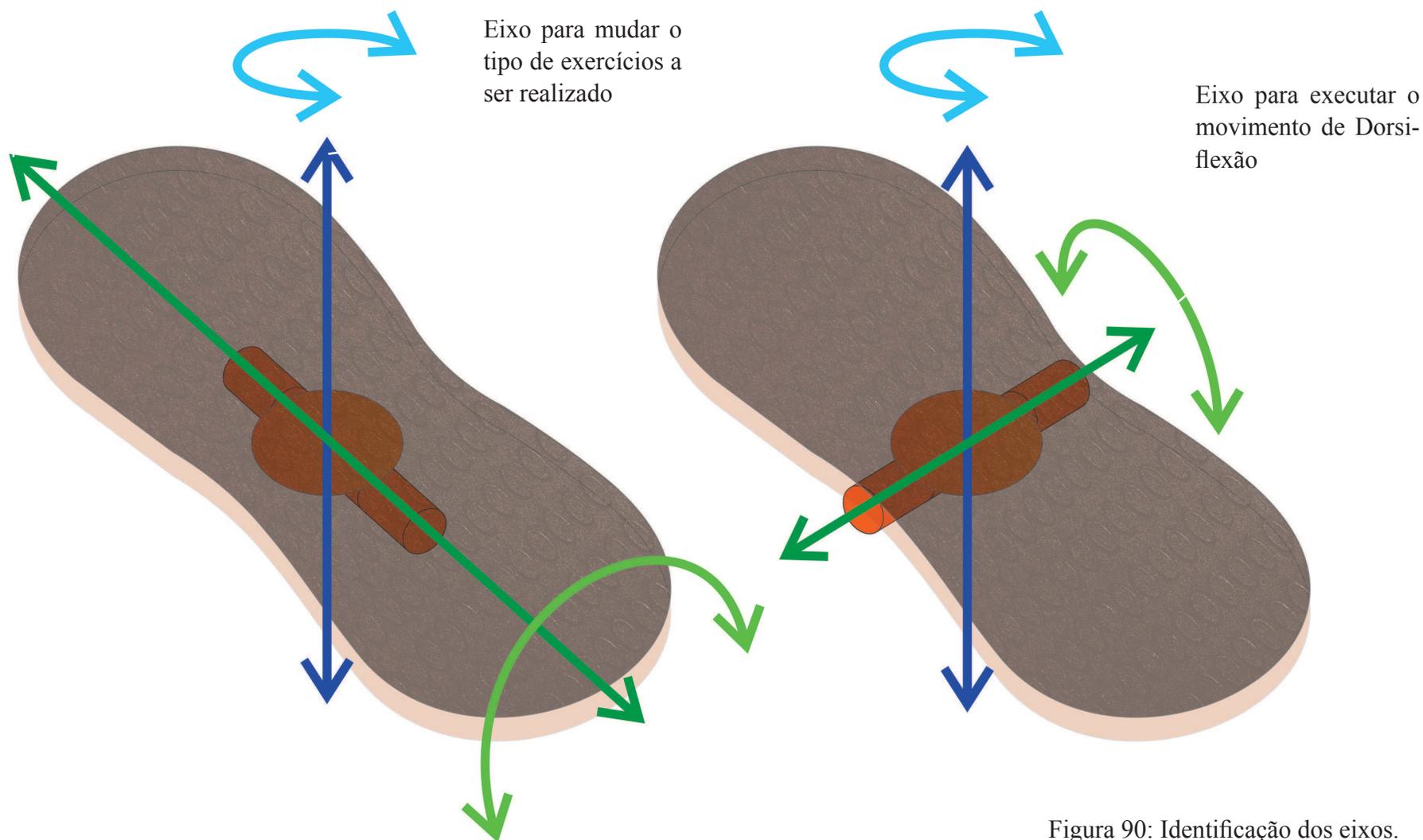


Figura 90: Identificação dos eixos.

3.9.2 Sistema Funcional

O sistema baseado em multi-eixos, funciona semelhante ao *Roll-On*, que corresponde à uma esfera dentro de outra estrutura circular que permite com que esta esfera rotacione livremente sem sair do seu centro. Exemplos de produto utilizados no dia-a-dia que fazem uso do *Roll-On*: canetas esferográficas e desodorantes, como podem ser vistos nas imagens abaixo.

Figura 91: Produtos com sistema *Roll-On*.



3.9.2 Sistema Funcional

O sistema que utiliza multi-eixos, permitirá a utilização da palmilha em várias direções, tanto para a prática do exercício de Dorsiflexão e da Articulação Subtalar, quanto para exercício de rotação do tornozelo. Na figura abaixo, pode-se verificar esta segunda opção de sistema funcional e as identificações de suas partes.

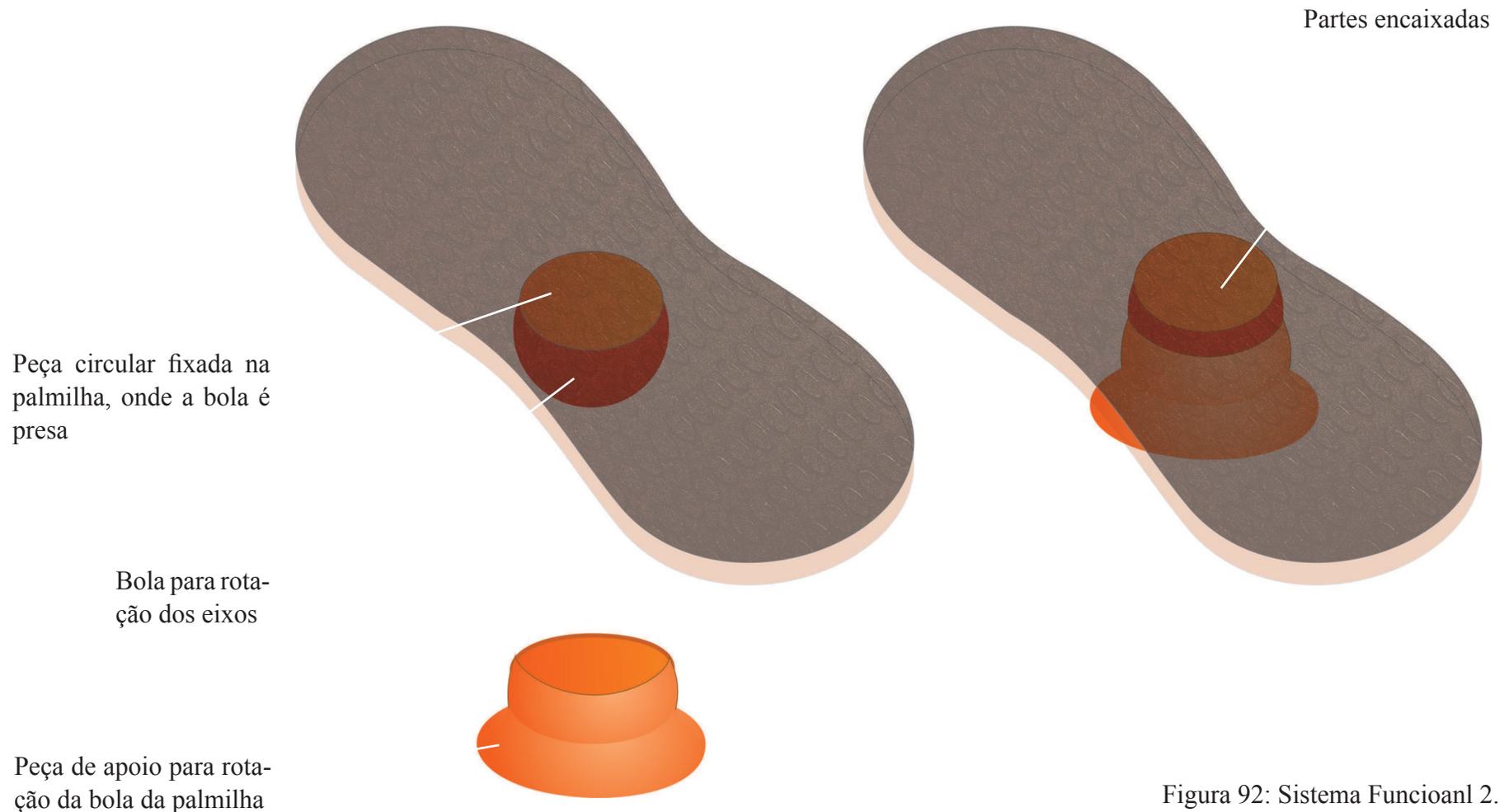


Figura 92: Sistema Funcioanl 2.

3.9.2 Sistema Funcional

Nesta imagem, pode-se melhor verificar algumas possibilidades de eixos, com suas respectivas rotações. Para este sistema, a rotação com o tornozelo é praticamente livre.

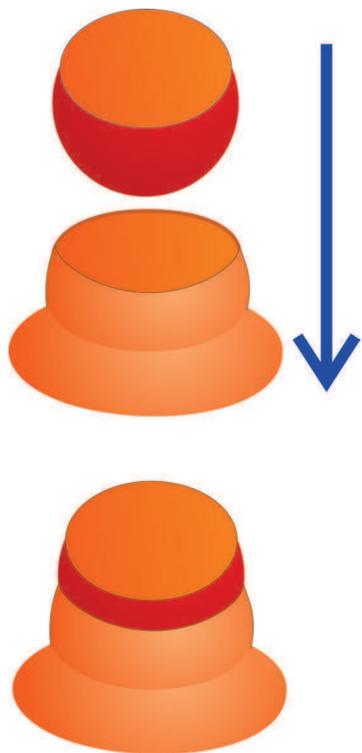


Figura 93: Sequência do encaixe do sistema funcional 2.

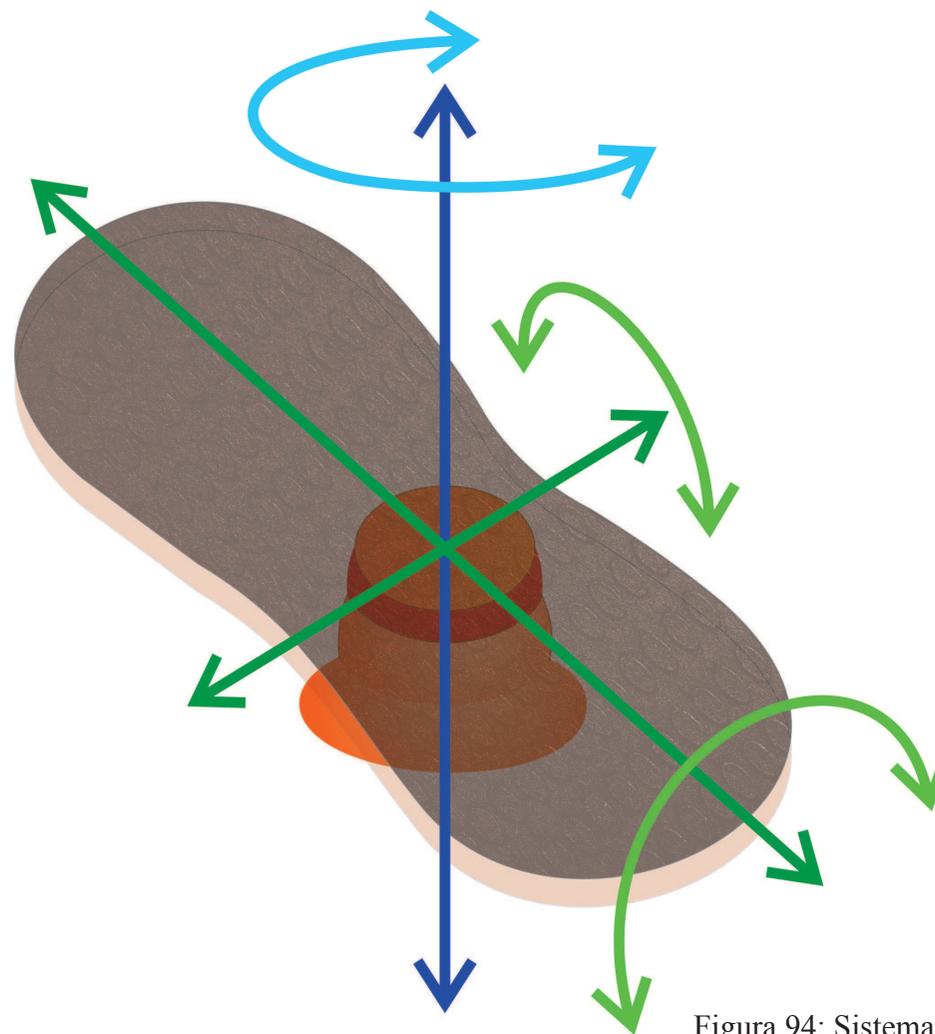


Figura 94: Sistema Funcional 2.

3.9.2.1 Conclusão

O sistema funcional selecionado para o produto final foi o 2. Pois, além de permitir a prática dos exercícios de Dorsiflexão, Articulação Subtalar e Rotação dos tornozelos, este sistema proporcionará uma educação nas movimentações, pois caso o idoso execute a atividade de forma incorreta, ele será avisado, fazendo com que o próprio usuário possa se corrigir. Para isso o equipamento terá dois tipos de sistema de *feedback* : um luminoso, para indicar quando o exercício estiver sendo praticado de forma correta; e outro luminoso e de vibração, para informa no momento em que o movimento foi realizado incorretamente. Uma vez que, os sistema funcional tipo *Roll-On* não irá mascarar uma postura errada do pé do idoso sobre a palmilha. Fato que iria ocorrer com o sistema funcional 1, pois ele só permite dois tipos de movimento, incobrindo uma pisada errada do usuário sobre a palmilha.



Figura 95: Painel de cores para *feedback* luminosos.

3.9.3 Painéis Semânticos para as Cores do Sistema de informação

3.9.3.1 Cores para *Feedback* Luminoso

Foram coletadas imagens que utilizam cores para informar quando algo está correto ou errado, bom ou mal. Isto, para se obter as cores mais adequadas para serem utilizadas no *feedback* com *LED*'s, tanto para informar quando o movimento está sendo realizado corretamente, quanto para comunicar no momento em que ele for executado erroneamente. Permitindo que as cores sejam compreendidas com mais facilidade e rapidez pelos idosos, uma vez que são cores que, em situações incomuns ao de costume, instintiva e intuitivamente indicam tais questões.

As cores que serão utilizadas para os sistemas de *feedback* luminoso, serão as cores verde e vermelha, indicando respectivamente, movimento correto e errado dos exercícios. Juntamente com o acionamento do *LED* vermelho, será ligado o sistema de vibração do equipamento, como técnica de informação redundante e mais eficiente, pois, caso o idoso não permaneça todo o tempo com a atenção voltada aos exercícios que está praticado, ele não visualizará quando a luz vermelha for acesa, mas sentirá a vibração no seu pé. Fazendo com o que posicione o membro corretamente sobre a palmilha e corrija voluntariamente o movimento. Desta forma, realizando corretamente as atividades, irá dificultar a ocorrência de lesões nos membros inferiores devido ao mau uso do equipamento.

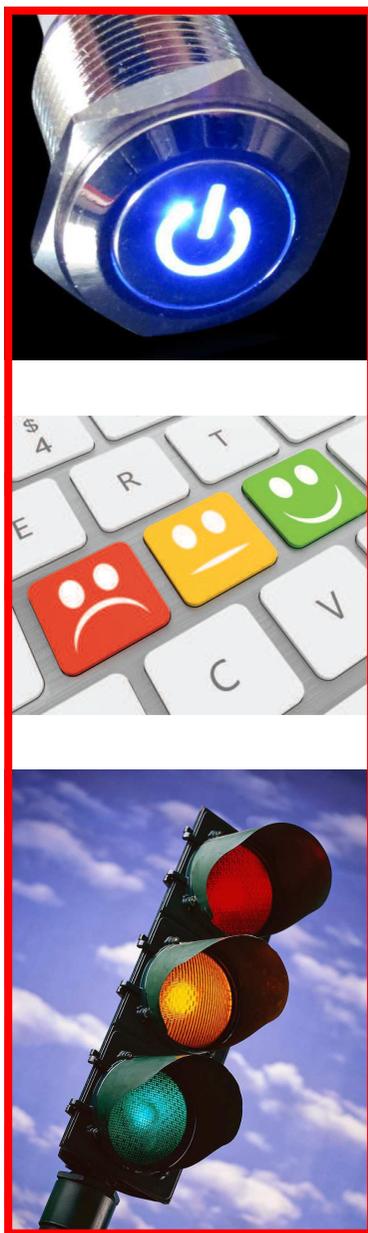


Figura 96: Representação de cores para informar algo.

3.9.3.2 Cores para os Botões

Para o botão liga/desliga, achou-se mais interessante o proposto para a alternativa VI, pois acrescentou-se uma terceira função a ele, o de reiniciar as contagens dos movimentos. Então, para o produto final, será definido um botão com essas opções de: ligar, desligar e reiniciar contagens. Com isso, diminuindo a quantidade de botões no produto.

Após a definição das funções do botão L/D/R, foram definidos todos os botões que o equipamento irá possuir:

- Ligar/Desligar/Reiniciar contagens;
- Aumentar número de movimentos;
- Diminuir número de movimentos;
- Ativar/Desativar vibração.

O botão de pausar as vibrações do equipamento, foi inserido para o momento em que o usuário desejar praticar o exercício de rotação do tornozelo, pois para esta atividade, a palmilha irá entrar em contato com os sensores que indicam movimentação errada dos exercícios de Dorsiflexão e da Articulação Subtalar.

A função do botão liga/desliga/reinicia (L/D/R), já é utilizada em aparelhos eletrônicos, como por exemplo, computadores *Desktop* e *Notebook*. Para ele, também foi construído um painel, que será mostrado a seguir, com imagens contendo as representações mais comuns para estas funções.

3.9.3.2 Cores para os Botões

Painel Semântico para definição do símbolo e cor do botão L/D/R.



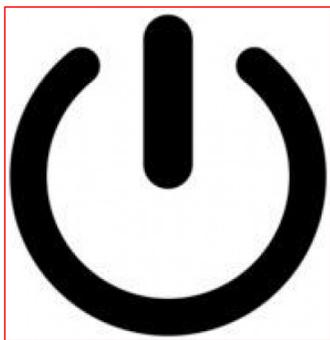


Figura 97: Simbologia para o botão L/D/R.



Figura 98: Botões de aumentar e diminuir.

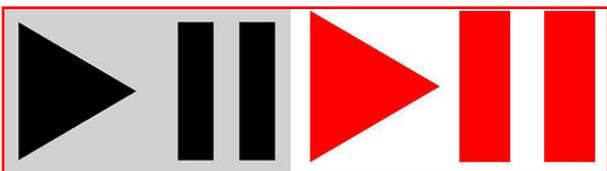


Figura 99: Botões de aumentar e diminuir.

Como se pode verificar no painel da página anterior, para botões L/D/R, se faz uso de um símbolo, identificado na figura do lado esquerdo-superior. Como também, não há uma única cor para ser utilizado nele. Ela será selecionada de acordo com o *layout* que será definido.

Para a definição do símbolo e cor dos botões de aumentar e diminuir o número de repetições dos movimentos, foram selecionadas duas imagens que representassem a forma como geralmente este tipo de botão se mostra. Na maioria dos casos em que se deseja representar simbolicamente algo para aumentar ou diminuir, utiliza-se os signos de ‘+’ e ‘-’ (mais e menos, respectivamente) ou então uma seta nos sentidos: direita-esquerda e esquerda-direita (pontas das setas para trás e para frente, respectivamente) ou ainda, estas mesmas setas em direção contrária (para cima e para baixo), como pode-se observar na figura 98. Não há uma cor pré-determinada para estes símbolos, geralmente ela está contrastando com a cor de fundo do botão. Então, a cor selecionada será a que melhor se adequar na definição do *layout* do sistema de informação. Os símbolos que serão utilizados são o de ‘+’ e ‘-’, pois para os idosos eles serão de rápido entendimento de sua função, aumentar e diminuir.

Na definição do botão de ativar e desativar a vibração do equipamento, foram coletadas duas figuras que possuem um símbolo que representa estas funções, ele é bastante utilizado em aparelhos eletro-eletrônicos que tocam áudio e vídeo. Como se pode verificar na figura 99, a simbologia é composta por uma seta apontando para a esquerda, e do seu lado esquerdo dois retângulos paralelos. Não há uma cor definida, então, ela será selecionada conforme as cores no *layout* do sistema informacional.

3.9.4 *Layout* dos Botões e do *Feedback* Luminoso

Conforme visto anteriormente, os itens que estarão contidos no sistema de informação do equipamento para exercitar os membros inferiores dos idosos, são:

- Botão para ligar/desligar/reiniciar;
- Botão para diminuir o número de repetições desejados para os exercícios;
- Botão para aumentar o número de repetições desejados para os exercícios;
- Painel digital;
- Botão para ativar e desativar o sistema de vibração;
- *Feedback* luminoso na cor verde;
- *Feedback* luminoso na cor vermelha.

Foram criadas várias configurações para o *layout* do sistema de informações do equipamento. As dimensões são relativamente grandes para melhor usabilidade por parte dos usuários, uma vez que o produto está sendo projetado para um público acima de 60 anos de idade, onde alguns possuem problemas de vista. Como também, devido o fato de o artefato ficar no chão durante seu uso, logo, estará a certa distância dos olhos dos idosos.

Nas páginas seguintes serão mostradas as configurações mais adequadas que foram desenvolvidas para o equipamento proposto neste projeto. Ao todo, serão mostrados 12 *layout* diferentes, algumas vezes semelhantes, sofrendo apenas pequenas mudanças entre um e outro. As outras opções podem ser vistas no Apêndice 03.

3.9.4 Layout dos Botões e do *Feedback* Luminoso

O comprimido real da base do equipamento, aplicando as opções de 1 à 4 das configuração do sistema de informação, mede 42 cm.

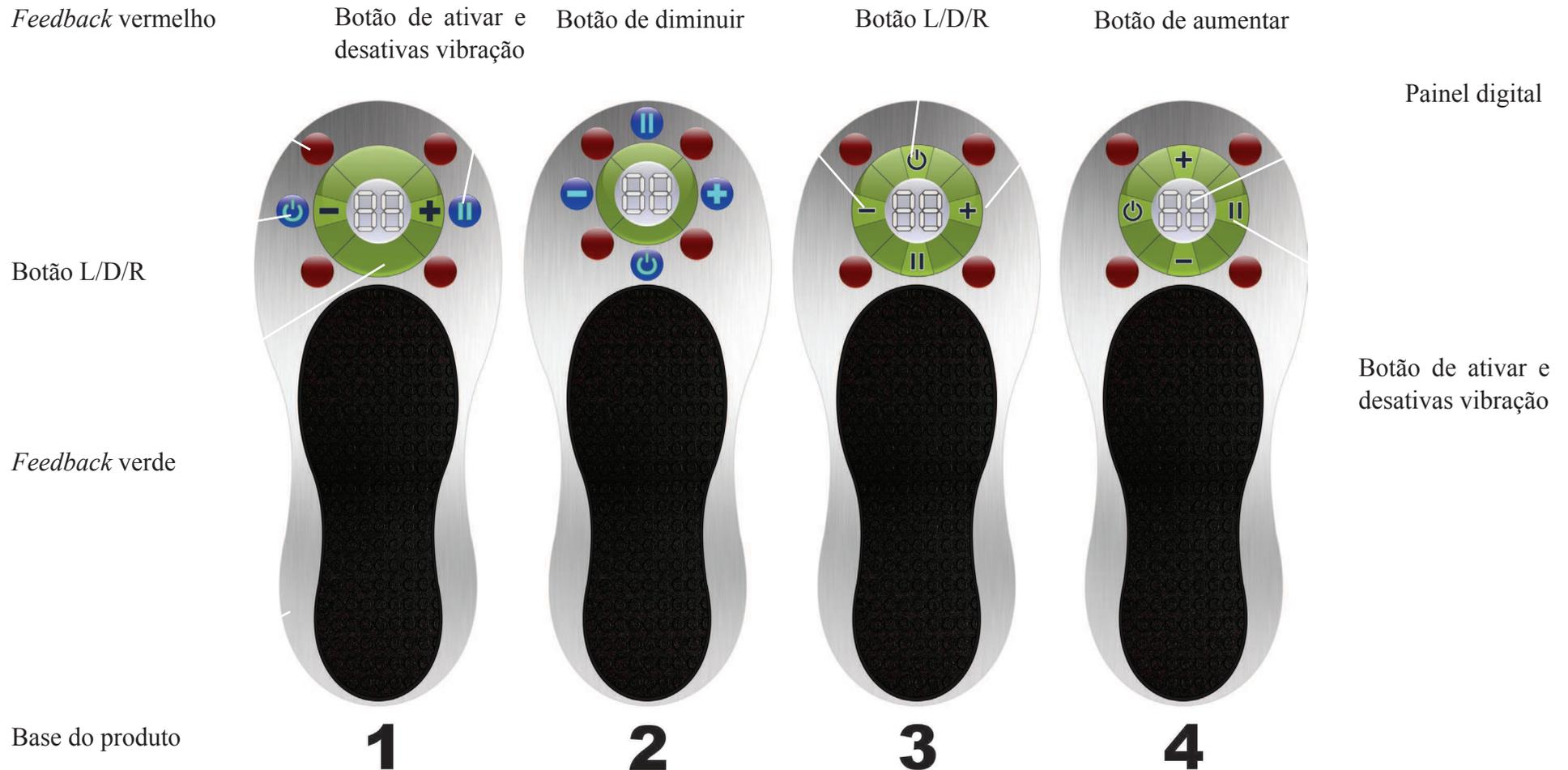


Figura 100: Identificação das partes do sistema de informação, usando a vista superior.

3.9.4 Layout dos Botões e do *Feedback* Luminoso

O comprimento real da base do equipamento, aplicando as opções de 6 à 8 das configuração do sistema de informação, mede 44 cm. E a opção 5 mede 46 cm

Feedback vermelho

Botão L/D/R

Botão de diminuir

Botão de aumentar

Feedback verde

Painel digital

Botão de ativar e desativas vibração

Base do produto

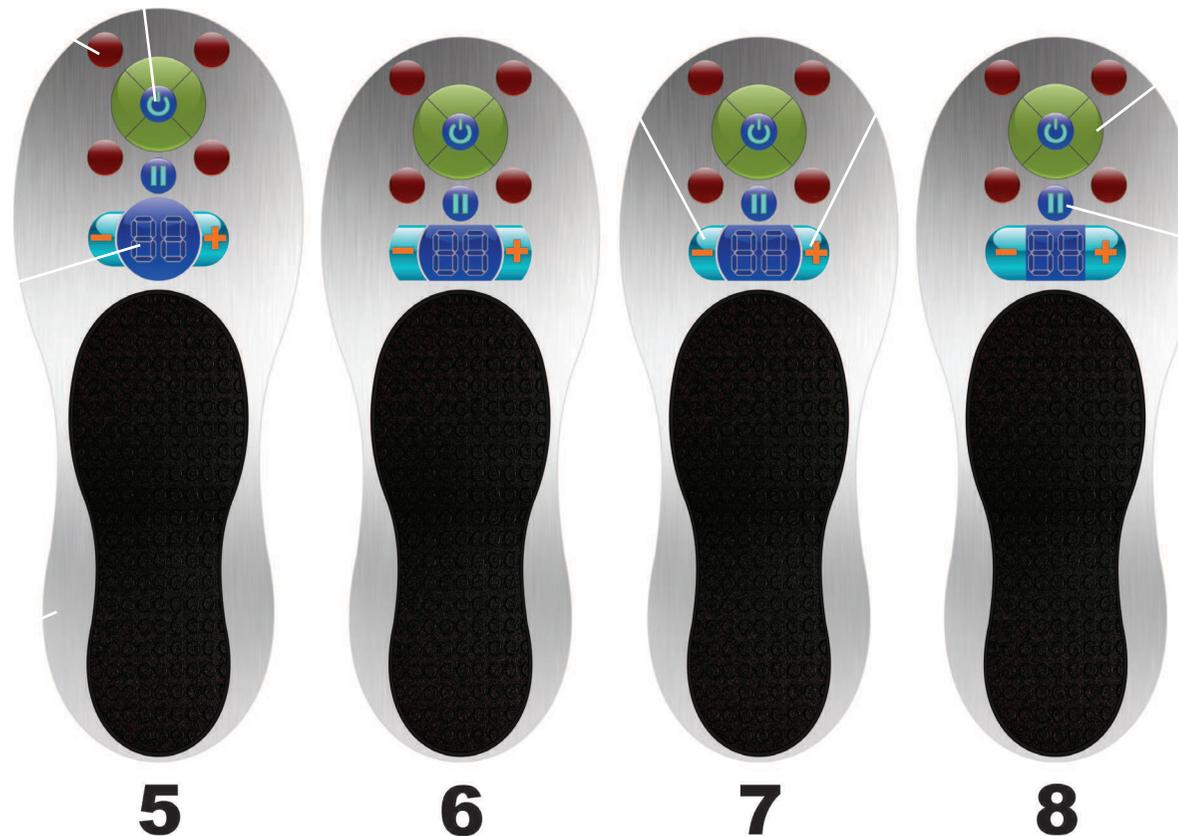


Figura 101: Identificação das partes do sistema de informação, por meio das vistas superiores.

3.9.4 Layout dos Botões e do Feedback Luminoso

O comprimento real da base do equipamento, aplicando as opções de 10 à 12 das configuração do sistema de informação, mede 44 cm. E a opção 9 mede 46 cm

Feedback vermelho

Feedback verde

Botão de diminuir

Botão de aumentar

Botão L/D/R

Painel digital

Botão de ativar e desativas vibração

Painel digital

Base do produto

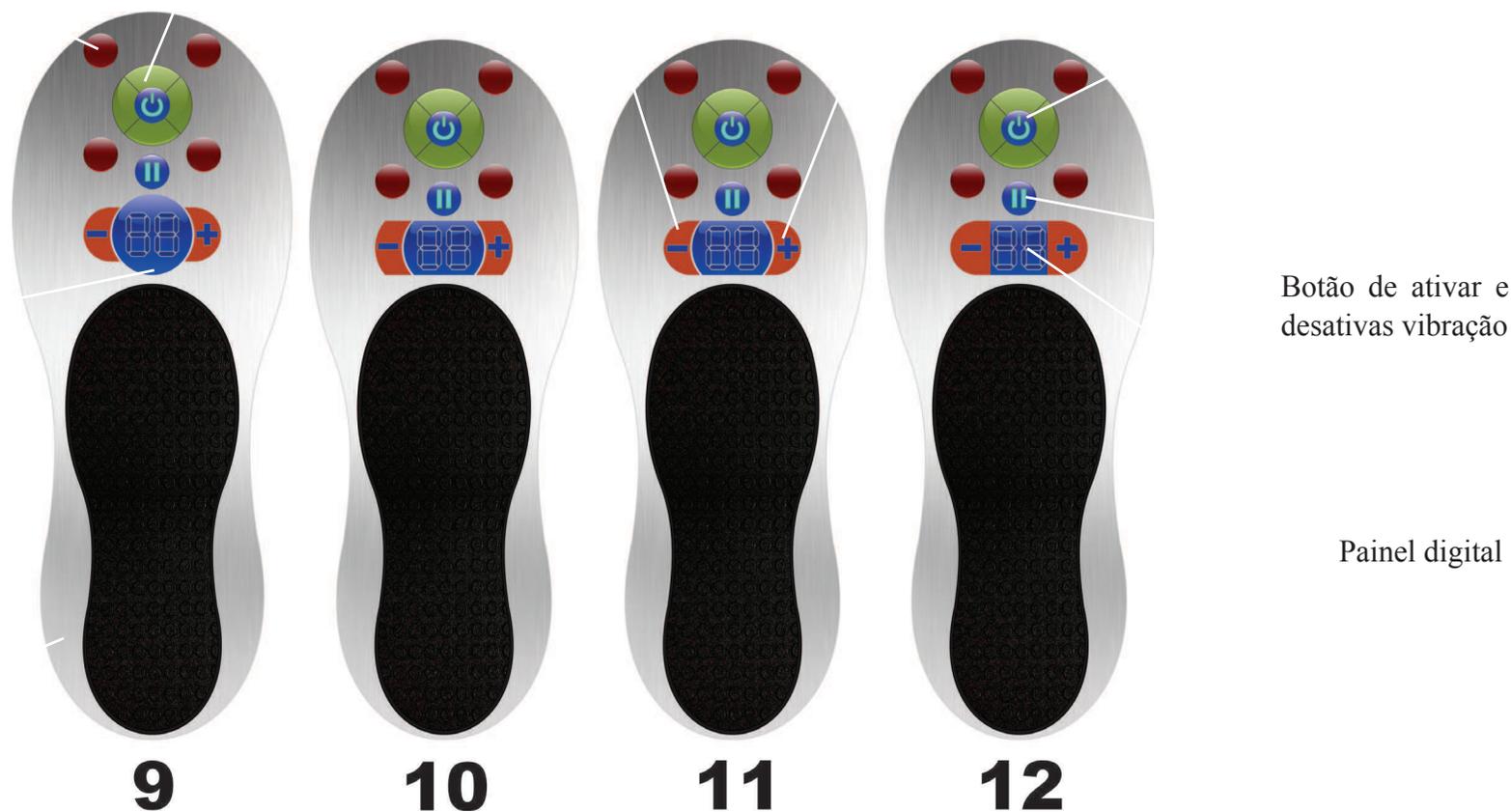


Figura 102: Identificação das partes do sistema de informação, utilizando a vista superior.

3.9.4 *Layout* dos Botões e do *Feedback* Luminoso

A configuração selecionada, foi a número 2. Pois ela é uma das opções de *layout* que deixou o equipamento com o menor tamanho, sendo uma das mais compactas, sem prejudicar a sua usabilidade, pois as informações devem ser enxergadas do chão até a altura dos olhos do usuário que estará sentado. Os botões também deveriam possuir um tamanho que possibilite ser apertado com a ponta do pé descalço. Já que o aparelho ficará no chão para ser utilizado com pés.

Na utilização dos botões de ‘aumentar’ e ‘diminuir’ a quantidade de repetições dos movimentos, o pé não ficará sobre o painel digital, logo não impactará a visualização dos números. Para o acionamento do botão de ‘ativar’ e ‘desativar’ a vibração do artefato não é necessária a visualização das outras informações, não havendo empecilhos na sua localização na ponta do objeto. Durante o acionamento do botão L/D/R, é necessário estar olhando para o painel digital, para verificar se a função desejada foi concluída com sucesso.



2

Figura 103: Opção 2. Configuração do *layout* selecionado.



Projeto



4 Projeto

A alternativa III foi selecionada por apresentar ser a mais adequada, de acordo com os requisitos e parâmetros definidos para este projeto. Nesta fase, denominada Projeto, a alternativa selecionada foi trabalhada de modo a atender às condições para se tornar um projeto de produto viável para fabricação.

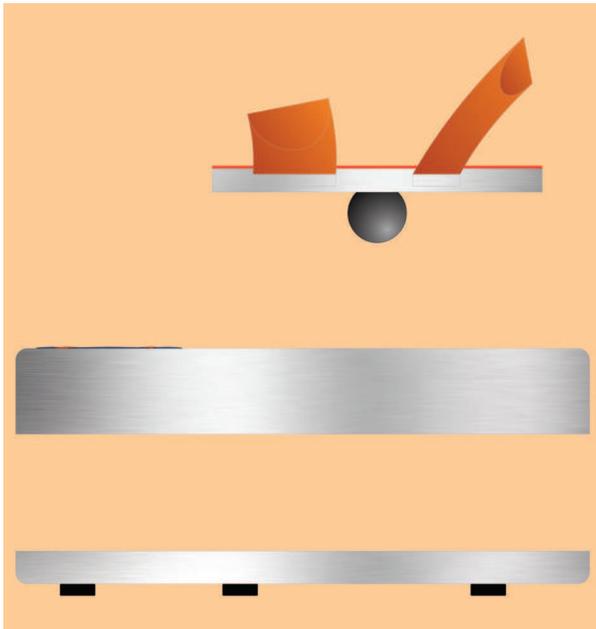


Figura 104: Vista lateral das partes do equipamento.

4.1 Descrição da Estrutura

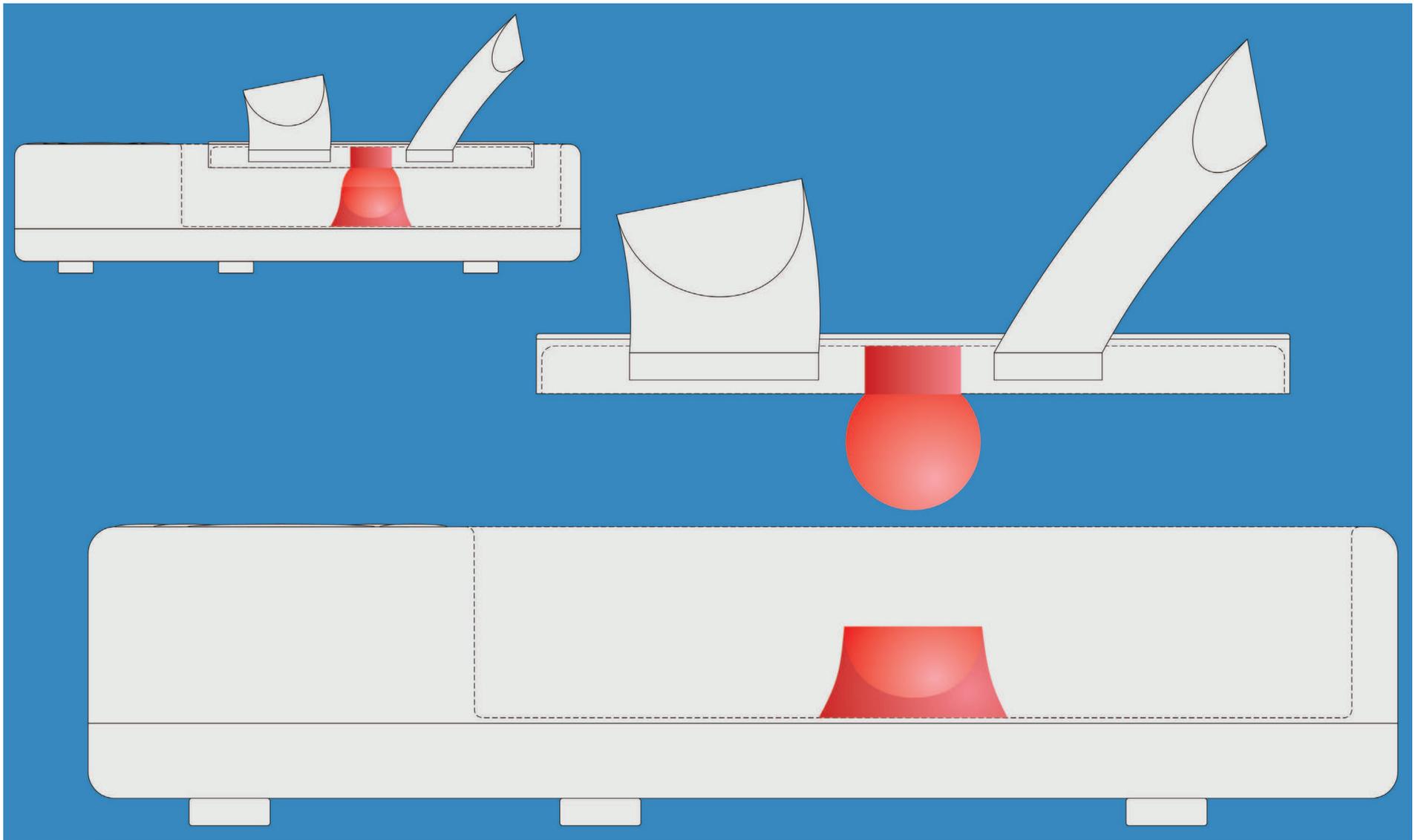
A estrutura do equipamento para exercitar os tornozelos compõe-se de partes construídas com os seguintes materiais: alumínio anodizado, peças de emborrachado antiderrapante e polipropileno translúcido e opaco. Possuindo combinação de formas curvas e retas.

O produto é composto por 3 grandes partes: duas, são da base do artefato, sendo uma inferior e outra superior, em relação ao posicionamento; a terceira parte é o apoio para o pé. Observando a figura 107, vê-se as 3 partes, respectivamente, de baixo para cima.

O sistema funcional mecânico do equipamento divide-se em duas peças, uma encontra-se fixada na parte da base superior, e a segunda, fixada na parte do apoio para o pé do usuário, ambas presas com adesivo líquido, adesivo epoxi, ou cola de silicone. A utilização deste tipo de arranjo se justifica por adicionar resistência mecânica à configuração geral do sistema funcional, devido não haver folgas nas uniões entre as partes e as peças.

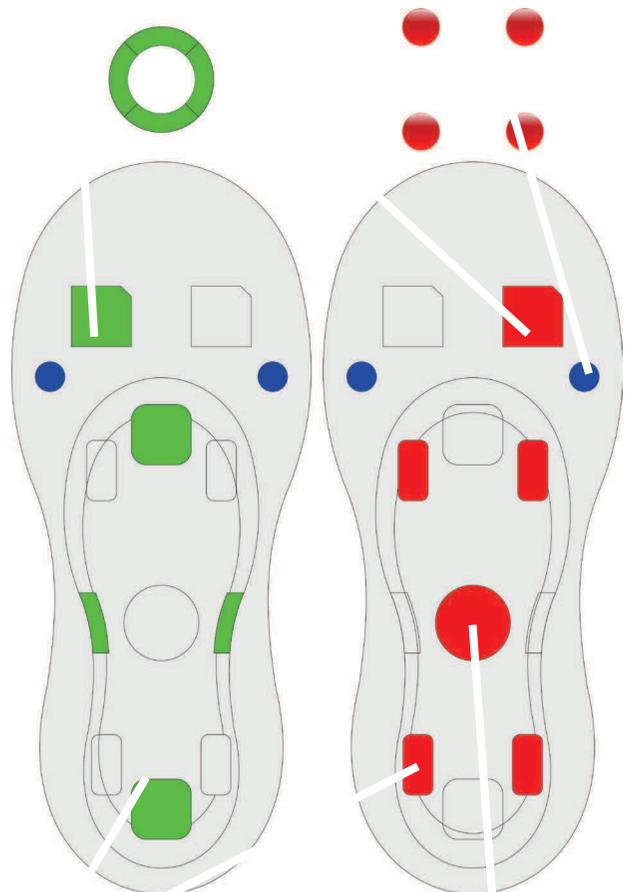
Para melhor compreensão da descrição anterior e o encaixe das peças com sistema funcional do tipo *Roll-On*, representadas na cor vermelha, pode-se observar a imagem a seguir.

Figura 105: Representação do sistema funcional do equipamento.



Placas de circuito eletrônico

Pilhas CR 2020



Sensores

Local do vibrador

Figura 106: Identificação das localizações do sistema eletrônico do produto.

Figura 107: Botão L/D/R e pause, painel digital e botões de diminuir e aumentar, respectivamente.

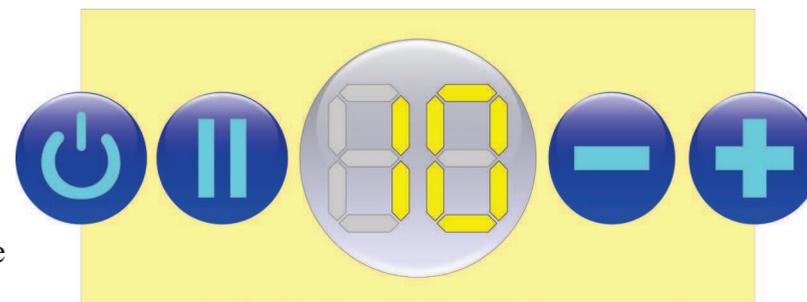
4.2 Detalhamento do Sistema Eletrônico

O sistema funcional eletrônico do aparelho é composto por dois sub-sistemas, *feedback* dos exercícios e os botões para acionamento de algumas funções do equipamento.

O sub-sistema de *feedback* é formado por sensores de pressão, luzes *LED* e vibrador. Os sensores captam a pressão aplicada pelo idoso com a parte de apoio do pé no produto, para então acionar o *LED* e/ou o vibrador referente ao sensor pressionado. Os sensores responsáveis por vibrar o artefato, podem ser ativados ou desativados, dependendo do exercício a ser realizado.

O *LED* verde acende no instante em que o movimento é realizado em sua amplitude total e correta. O vermelho e o vibrador (círculo vermelho na figura ao lado) são acionados no momento em que a atividade foi realizada de forma errada.

Na figura 109, têm-se as localidades dos sensores para as luzes de *LED* verde e vermelha, assim como suas respectivas placas de circuito elétrico e o posicionamento das pilhas CR 2020 (pilhas chatas), identificadas pela cor azul na imagem. Logo acima do equipamento, estão referenciados os formatos por onde serão emitidas as luzes de *feedback*.



4.3 Dimensões e Ergonomia

De acordo com a tabela de referências disponibilizada pela *American Medical Association*, para a amplitude da articulação do tornozelo, temos:

ARTICULAÇÃO	MOVIMENTO	GRAUS DE AMPLITUDE EM GRAUS(°)
Tornozelo	Flexão dorsal	0 à 20
	Flexão plantar	0 à 40
	Inversão	0 à 30
	Eversão	0 à 20

Estas amplitudes servirão de referência para a definição de algumas medidas do equipamento para exercitar o tornozelo. Como o aparelho será utilizado por ambos os pés, as amplitudes de Flexão Dorsal e Plantar, e Inversão e Eversão serão iguais, o parâmetro serão as menores medidas, neste caso, como pode ser verificado na tabela acima, 20 graus (indicados pelas formas triangulares azul e vermelha, ao lado).

Para a definição do tamanho da palmilha, utilizou-se como parâmetro a numeração brasileira para calçados. Foi estabelecido o tamanho máximo de 27,9 centímetros, correspondente ao número 43 dos calçados.

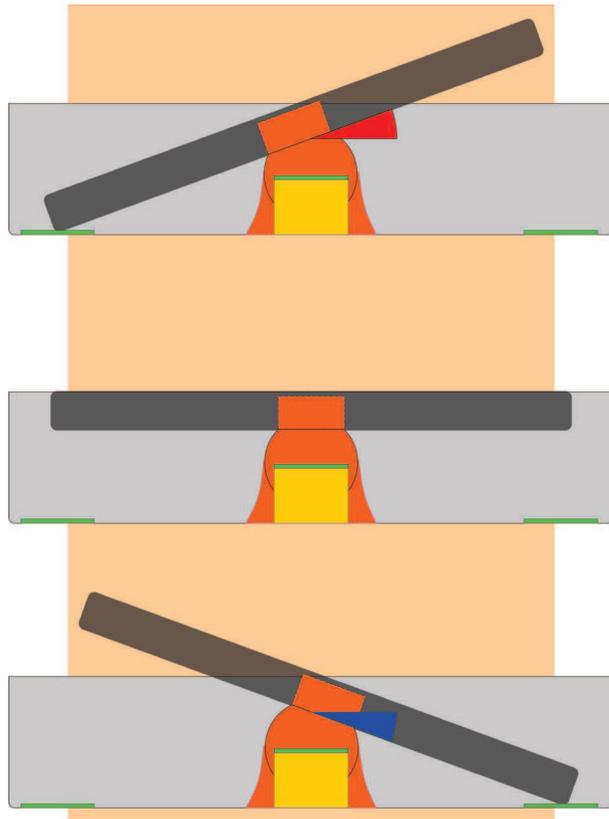


Figura 108: Representação da angulação do exercício de Dorsiflexão. Vista lateral.

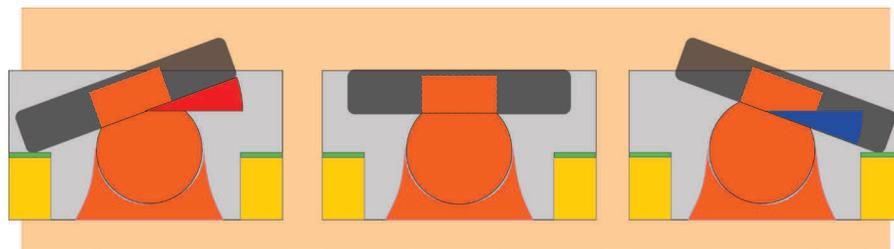


Figura 109: Representação da angulação do exercício da Articulação Subtalar. Vista frontal.

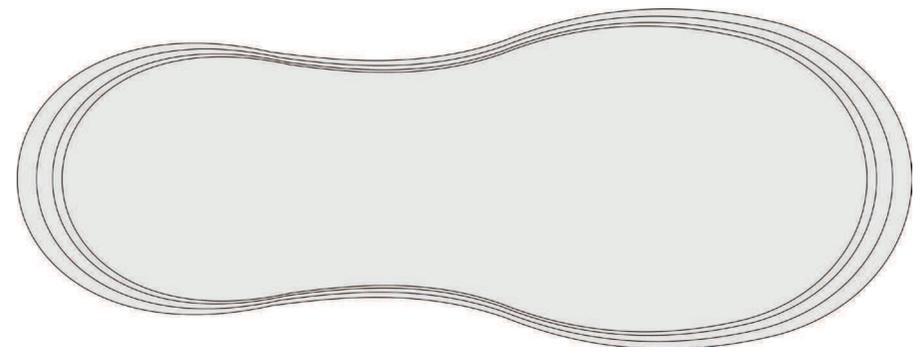


Figura 110: Proporções das palmilhas nas numerações de 36-37 ao 42-43.

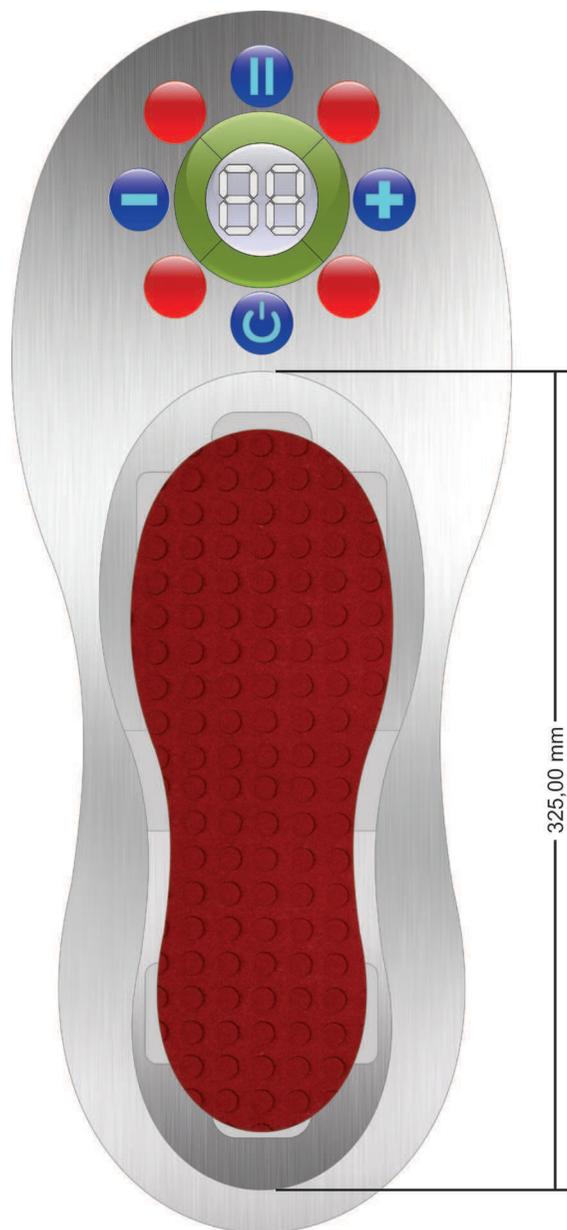


Figura 111: Vista superior do equipamento em proporções reais.

As dimensões do equipamento para exercitar o tornozelo foram embasadas nas medidas de comprimento da palmilha (27,9 cm) e sua largura (10,5 cm). Esta última, foi obtida por meio de medição do produto existente na Clínica de Fisioterapia da UEPB. Assim como o estabelecimento das curvas da palmilha, conforme por ser observado na figura abaixo.

O espaço criado no entorno da palmilha, foi criado com o intuito de permitir uma livre realização dos exercícios, podendo ser verificada esta informação, nas imagens da página anterior, de representação das angulações dos movimentos dos exercícios.



Figura 112: medidas da palmilha.

Para dimensionar os botões, foi definida a medida de 2,5cm, em que pudesse ser precionados utilizando a ponta do pé (o dedão). Esta proporção, pode ser verificada na imagem abaixo, comparando o pé com os botões. O pé possui 27,9 cm, em relação ao botão com 2,5cm. Logo a imagem não está em tamanho real, mas sim, em proporções reais.



Figura 113: Relação de proporção entre o pé e os botões.

4.4 Usabilidade

Para a utilização do equipamento, o idoso deverá estar sentado, não colocando em risco o seu equilíbrio.

Figura 114: Sequência de imagens representando a utilização do aparelho para a execução do exercício da Articulação Subtalar.

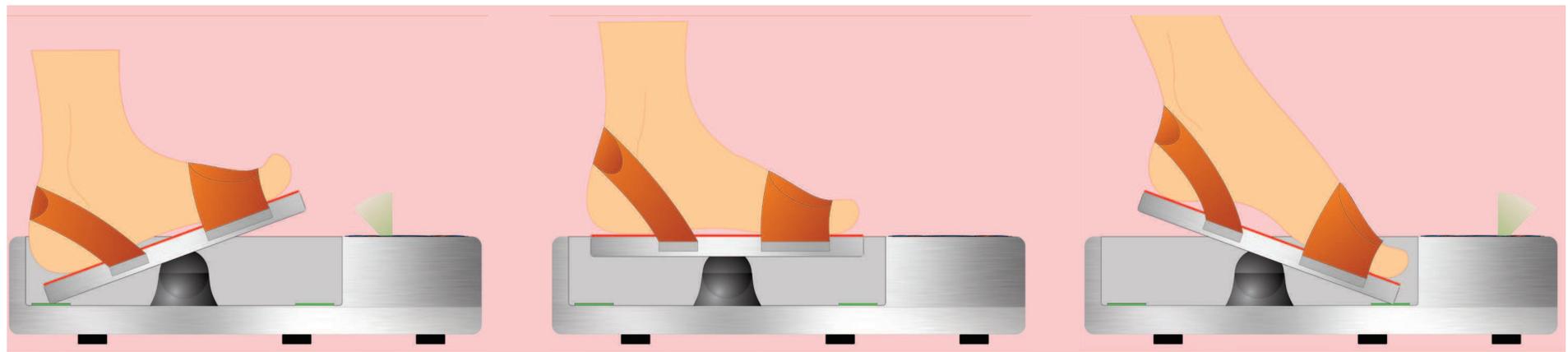
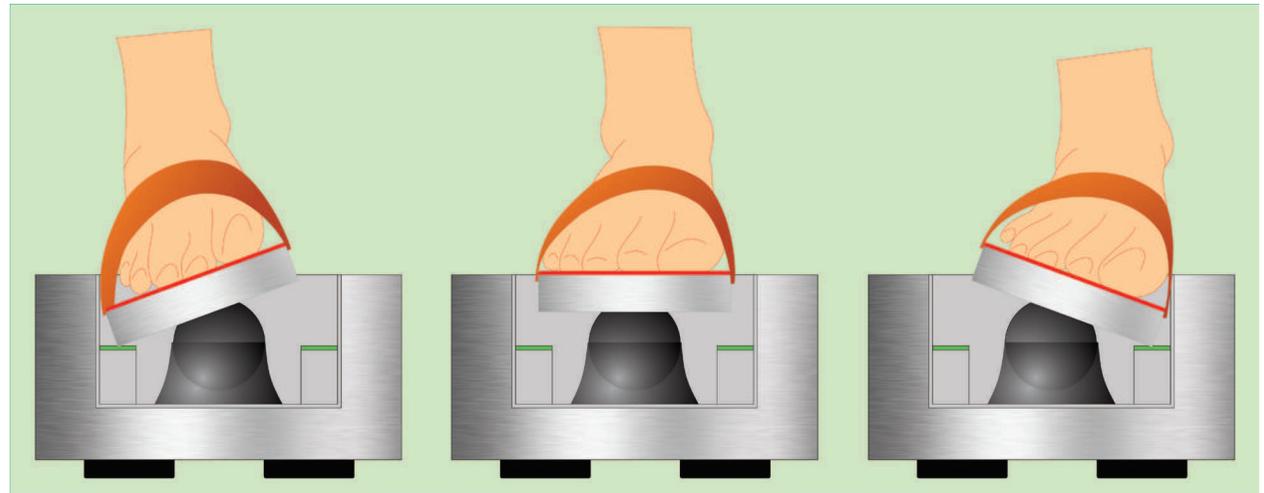


Figura 115: Sequência de imagens representando a utilização do aparelho para a execução do exercício de Dorsiflexão do Tornozelo.



Figura 116: Sequência de imagens mostrando etapas de limpeza da palmilha.

4.4.1 Higienização do Equipamento

Para o processo de limpeza do equipamento, são realizadas duas tarefas: uma para limpar a peça da palmilha e a outra para higienizar a carenagem.

A limpeza da palmilha é efetuada da seguinte forma: retira-se a peça do equipamento, em seguida leva-se para a pia e lava com água e sabão, posteriormente enxuga-se a mesma.

Na higienização da carenagem, pega-se uma flanela ou papel toalha, umedece com desinfetante e passa sobre toda a superfície do equipamento.



Figura 117: Sequência de imagens mostrando etapas de limpeza da carenagem.



Figura 118: Placa de alumínio anodizado.

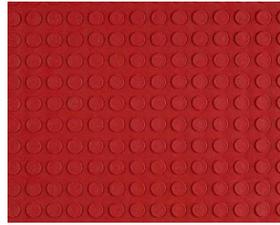


Figura 119: Emborrachado colorido.



Figura 120: Polipropileno em placas translúcidas e em flocos opaco.



Figura 121: Fita de velcro..



Figura 122: LED

4.5 Materiais

Os materiais propostos para a fabricação do equipamento serão os mesmo identificados nos produtos similares analisado para este projeto, são eles:

- Alumínio anodizado: utilizado para a carenagem do equipamento, por ser um material leve (permitindo que o produto tenha menos de 2 quilos ao todo) e resistente a impactos mecânicos, não arranha com facilidade e pode receber pintura em sua superfície;
- Fitas de velcro: auxiliando na fixação do pé do idoso em dois pontos de apoio, calcanhar e frente do pé, pois permitirá melhor adequação as dimensões deste membro no momento de prendê-lo junto à palmilha;
- Emborrachado antiderrapante: no intuito de evitar deslizos do pé sobre a palmilha e do equipamento sobre o chão, permitindo mais firmeza durante os exercícios;
- LED: aplicado no sistema de *feedback* luminoso, por ser um tipo de luz de baixo consumo elétrico;
- Polipropileno: utilizado para a produção dos botões, das superfícies do *feedback* luminoso e do sistema funcional do produto, pois é um polímero de alta tenacidade, de fácil pigmentação (semi-brilho) durante sua moldagem, com excelente resistência química, resistência a detergentes e agentes de limpeza, resistente ao suor, mofo e intempéries, possui baixa absorção de umidade, permite reciclagem e é um material leve.

Lista de Materiais	
Número	Material
1	Alumínio Anodizado
2	Velcro
3	Emborrachado Antiderrapante
4	LED
5	Polipropileno



Figura 123: Materiais selecionados.

Nomenclatura - Sistema PANTONE



PANTONE Trans. White
CMYK: 0-0-0-0



PANTONE Cool Gray 1 C
CMYK: 10-7-14-0



PANTONE Black 6 C
CMYK: 80-69-60-84



PANTONE 2726 C
CMYK: 80-80-0-0



PANTONE Process Blue C
CMYK: 87-35-0-0



PANTONE 104 C
CMYK: 38-33-100-5

PANTONE 167 C
CMYK: 18-84-100-13

4.6 Estudo de Cores

Na fase da Análise Comparativa de Produtos Similares encontrados no mercado, foi verificado que as cores mais presentes nos artefatos foram: o cinza (em tons claro e médio) e o preto. Porém, achou-se mais interessante que houvesse, também, outras cores que pudessem indicar a sua funcionalidade para o usuário. Facilitando a usabilidade do produto, tornando-os mais claros e perceptivos pelos idosos.

Para se conseguir tais cores, e que elas também tornassem o produto mais atraente e sofisticado, foi selecionada a imagem, que tivesse mais cores, do painel semântico Características da Forma. Em seguida, foi realizado o *upload* da imagem no site da Adobe Color CC, selecionado no item ‘Modo de cores’ a opção ‘Sem som’, captando automaticamente 5 cores. Logo abaixo, vê-se a imagem e o resultado deste processo.

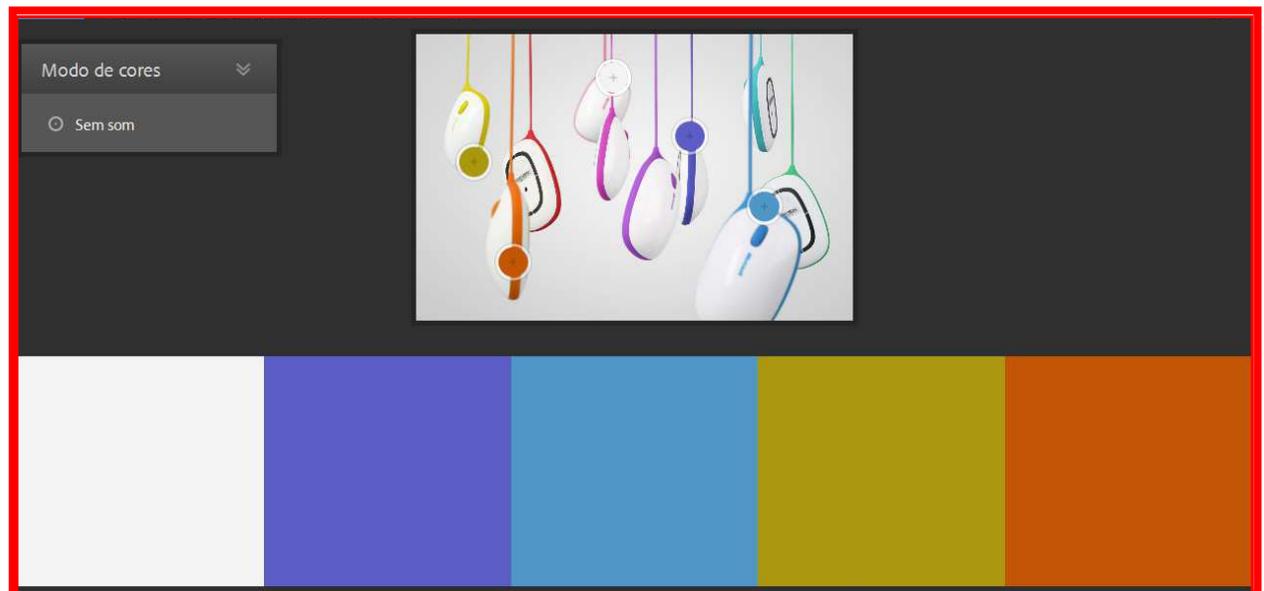




Figura 124: Base cinza, palmilhas amarela, branca, preta e laranja, e velcros em preto.



Figura 125: Base cinza, palmilhas azul e laranja, e velcros em preto e laranja.

4.6.1 Aplicação de Cores no Produto

Para o estudo de aplicação de cores no produto, utilizou-se a combinação de acromática (branco, cinza ou preto) e alumínio liso e alumínio escovado, contrastando com algumas das 4 cores definidas no tópico anterior. Visando deixar o produto com um aspecto visual de leveza e simplicidade. A variação das cores ocorreu na carenagem do produto, nas fitas de velcro e na palmilha.

Dentre as opções de combinações de cores aqui mostradas, para selecionar uma delas, foi respeitado o quesito a respeito da estética do equipamento, encontrado nos Requisitos e parâmetros, definindo que: o produto deverá transmitir leveza visual por meio do uso de cores predominantemente claras no produto, neste caso, na carenagem; e que deveria-se utilizar cores contrastantes no sistema de informação, neste caso, o de informar a parte em que são realizados os exercícios. Então, a combinação selecionada foi a que possui a palmilha e velcros laranjas, pois além de se encaixar nas exigências acima, também possui unidade visual em sua parte de apoio para o pé, amenizando a quantidade de informação do produto, tornando-o armônico.



Figura 126: Base branca, palmilhas pretas, e laranja, velcros em preto.



Figura 127: Base em alumínio escovado, palmilhas pretas, velcros em preto e laranja.

4.7 Perspectiva Explodida



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Lista de Peças	
Item	Nome
1	Fita de velcro
2	Palmilha
3	Poio para o pé
4	Painel Digital
5	<i>Feedback</i> Luminosos Verde
6	<i>Feedback</i> Luminoso Vermelho
7	Botões
8	Parte Superior da Carenagem
9	Bola do Sistema Funcional tipo <i>Roll-On</i>
10	Parte Inferior da Carenagem
11	Parafuso Philips
12	Peças de apoio do produto no chão

Figura 128: Vista explodida do equipamento.

4.8 Desenho Técnico

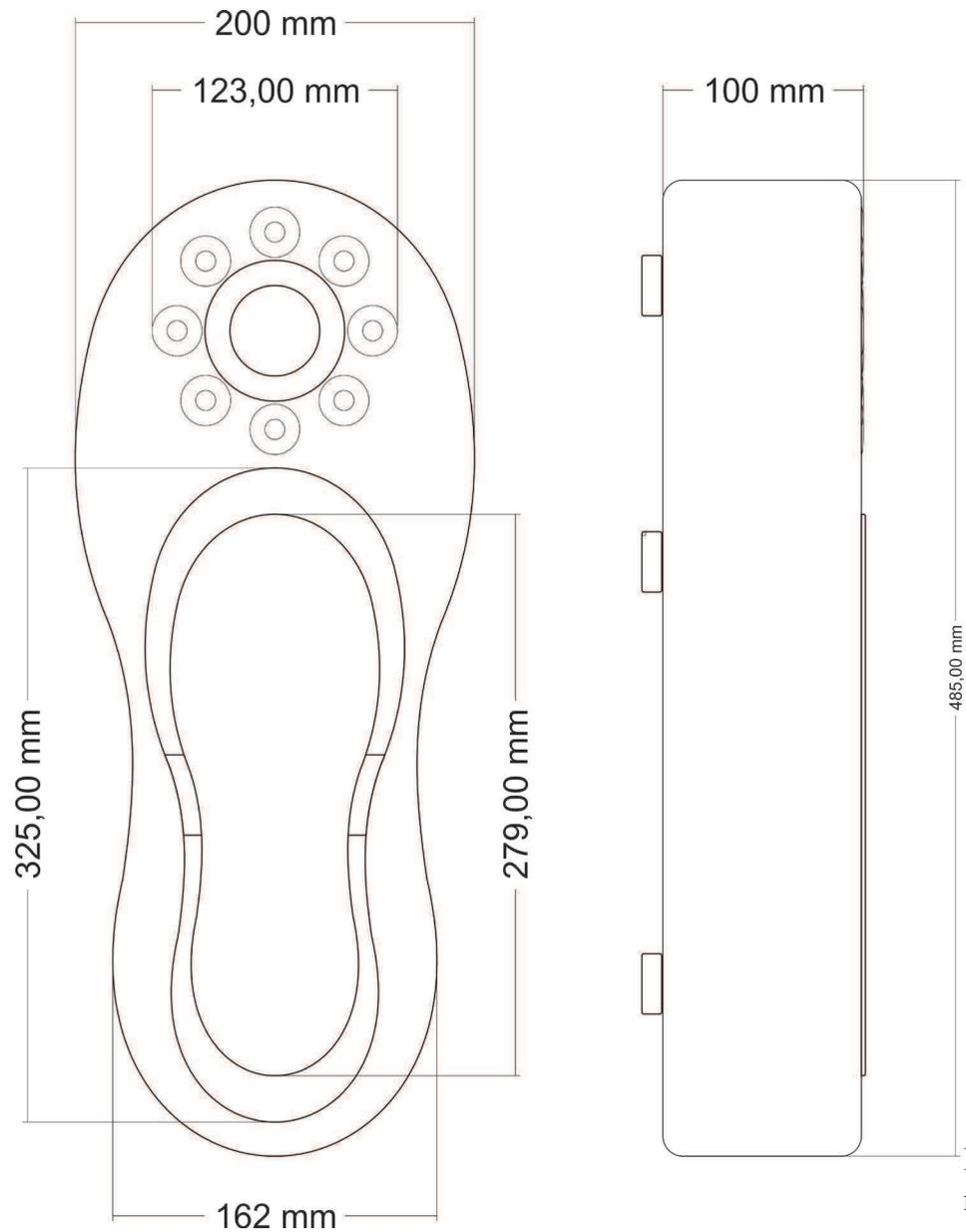


Figura 129: Principais medidas do equipamento.

4.9 Tecnologia

As tecnologias utilizadas no projeto do equipamento aqui desenvolvido, foram:

- *LED* - Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz): foi utilizado devido seu baixo consumo elétrico, e baixa emissão de calor;
- Painel digital: foi inserido no produto, como forma automática e eletrônica para a contagem do número de repetições dos exercícios.



Figura 130: *LED*



Figura 131: *Painel digital circular.*

4.10 Produto Final



Figura 132: Sequência de imagens demonstrando o acionamento do *feedback* luminoso verde.



Figura 133: Vistas dos produtos finais.

4.11 Conclusões

O objetivo deste projeto foi o de apresentar o desenvolvimento de um produto que permitisse aos idosos, a prática em domicílio de exercício físico nos membros inferiores. Outras características desejadas incluíram a fácil utilização por parte dos usuários, a presença de um sistema de feedback que informasse a correta execução do exercício físico, a adaptação do produto à antropometria e às limitações físicas do público alvo.

Justificado pelo aumento mundial da população idosa, este projeto do produto foi concebido de forma a facilitar o dia-a-dia do idoso, efeito conseguido a partir do sistema de utilização simplificado, de fácil e rápido manuseio, utilização domiciliar, presença de feedback luminoso e de vibração. O produto atende aos requisitos de segurança, pois foi projetado para ser usado com o idoso em posição sentada, não colocando em risco o seu equilíbrio.

Durante o desenvolvimento do produto, foi adotado um processo de concepção e design que consistiu nas seguintes etapas: (i) pesquisa, levantamento e análise de dados referentes aos exercícios que melhoram a circulação de membros inferiores; (ii) formulação dos requisitos funcionais, materiais, ergonômicos, antropométricos, estéticos e de segurança; (iii) geração de conceitos, fundamentados no estudo dos exercícios fisioterápicos e nos requisitos e parâmetros estudados; (iv) detalhamento técnico do produto.

Durante a pesquisa realizada, os mecanismos propostos para o funcionamento do produto foram fundamentados em exercícios físicos recomendados de duas fontes

distintas: profissionais da área de Fisioterapia, em especial os professores do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), e os exercícios contidos no livro Exercícios Terapêuticos (KISNER, 2005). Durante o processo de realização deste Trabalho de Conclusão de Curso, verificou-se a importância da multi e interdisciplinaridade para a formação do profissional da área de Design, uma vez que, a realização de um projeto demandou a busca por conhecimento em várias áreas e a capacidade de traduzi-los em um produto, em especial, dos profissionais de fisioterapia.

Após a etapa de pesquisa, seguiu-se com a formulação dos requisitos funcionais para o problema estudado. Nesta etapa, ocorreu o estudo dos requisitos: materiais, tais quais a resistência a impacto mecânico e segurança no uso, ergonômicos, tais quais a facilidade de manuseio por meio de mecanismo simplificado, utilização confortável e a fácil visualização das informações, antropométricos, tal qual a utilização por uma gama variada de usuários, estéticos, com a aparência de leveza, utilizando cores predominantemente claras e cores contrastantes no sistema de informação.

Na etapa de geração de conceitos, foram propostos oito conceitos fundamentados no estudo dos exercícios fisioterápicos e nos requisitos e parâmetros estudados. Após a análise dos conceitos, foram selecionados aqueles que se melhor adequaram aos requisitos e parâmetros definidos na etapa anterior. A partir dos conceitos selecionados, foram geradas seis alternativas de produtos, os quais foram detalhados tecnicamente. Adicionalmente, houve o auxílio de painéis semânticos na concepção de forma das alternativas de produto propostas.

Finalmente, após o refinamento da forma das alternativas dos produtos, os requi-

sitos e parâmetros foram utilizados para selecionar a alternativa que daria origem ao produto final. No processo ora utilizado para a concepção do produto, evidenciou-se a importância do envolvimento do Designer com a área de fisioterapia, visando ao melhor entendimento do problema estudado. Em especial, houve o empenho no estudo de possibilidades variadas de resolução do problema em questão, ao serem apresentadas oito alternativas iniciais de produtos. Ressalta-se, assim, a importância desse projeto para o desenvolvimento enquanto profissional da área de Desenho Industrial / Design de Produto.

O produto apresentado teve como base de concepção as características antropométricas e as necessidades da vida cotidiana do idoso, por exemplo, a manutenção da saúde das pernas, por meio da utilização de um produto engajado com o tema da ergonomia e da usabilidade. O equipamento foi projetado para exercitar os tornozelos dos idosos, que visa a melhorar a circulação dos fluidos corporais, minimizando a ocorrência de problemas causados pela má circulação, assim como, retardando a perda do movimento do tornozelo.

Este projeto foi, portanto, uma tentativa de aumentar a autonomia do idoso e promover maior sociabilidade, auto-estima e melhor qualidade de vida para o mesmo. Adicionou-se a esse produto uma relação eletrônico-digital (feedback luminoso e de vibração) em conjunto aos aspectos físicos e motores evidenciados durante a pesquisa. O Design foi, deste modo, o instrumento responsável pela união entre preocupação social e princípios ergonômicos na intenção de gerar um produto com interface amigável, ocasionando uma boa relação do usuário com o produto.

4.12 Recomendações

Para garantir a eficiência e facilidade no manuseio do equipamento, seria essencial realizar estudos à respeito dos esforços com os pés e as pernas, empregados para a realização de cada uma das tarefas, como: ligar/desligar o produto, definir o número de repetições do exercício, prender o pé na palmilha com o velcro e a execução do exercício.

Por se tratar de um produto novo no mercado, seu custo é desconhecido, seria importante o levantamento de custos dos materiais, e caso seja necessário, o uso de alternativas para minimizar o preço, sem prejudicar sua qualidade.

Para melhorar o transporte do equipamento pelo usuário, seria indicada a colocação de uma alça. Se fazendo necessário estudos antropométricos para uma pega adequada ao público alvo deste projeto, e que pudesse ter um sistema retrátil, não prejudicando a forma ou o tamanho do produto.

A elaboração de um manual de utilização, explicando com imagens e textos de boa legibilidade para os idosos, o funcionamento de todos os sistemas do equipamento.

Outra sugestão, seria o engajamento deste projeto com o curso superior de Fisioterapia e Engenharia Elétrica, para desta maneira, gerar outras alternativas ainda mais eficazes e eficientes deste produto.

5 Referências Bibliográficas

_____. **Como melhorar a má circulação nas pernas.** Disponível em: <<http://melhorcomsaude.com/melhorar-ma-circulacao-pernas/>>. Acesso em: 19/01/2015.

_____. **Brasil, Tamanho do Calçado.** Disponível em: <<http://www.convert-world.com/pt/tamanho-do-calcado/Brasil.html>>. Acesso em: 07/02/2015.

_____. **Inchaço nos tornozelos, pés e pernas.** Disponível em: <http://www.farmaciasaude.pt/site/index.php?option=com_content&view=article&id=415:inchaco-dos-tornozelos-pes-e-pernas&catid=53:sintomasdoenca&Itemid=280>. Acesso em: 17/11/2014.

_____. **Dicas - Doença Linfática.** Disponível em: <<http://www.angio.com.br/conteudo/dicas/doencalinfatica.html>>. Acesso em: 16/01/2015.

_____. **O que acontece quando temos problemas com as pernas.** Disponível em: <http://www.hospitalsantarosa.com.br/mostrar_noticias.asp?id=3412>. Acesso em: 17/11/2014.

_____. **Pernas pesadas.** Disponível em: <<http://www.fisioterapiaparatos.com/p/problemas-de-circulacao/pernas-pesadas/>>. Acesso em: 20/11/2014.

_____. **Problemas de circulação.** Disponível em: <<http://www.fisioterapiaparatos.com/p/problemas-de-circulacao/>>. Acesso em: 17/11/2014.

_____. **Tabela de Referência: Tabela da American Medical Association.** Disponível em: <http://www.saudeemmovimento.com.br/saude/tabelas/tabela_de_referencia_fangulares.htm>. Acesso em 19/02/2015.

_____. **Tecnologia na prevenção de arritmias cardíacas.** Disponível em: <<http://www.einstein.br/einstein-saude/tecnologia-e-inovacao/Paginas/tecnologia-na-prevencao-de-arritmias.aspx>>. Acesso em: 17/11/2014.

BBC. **Número de idosos no Brasil vai quadruplicar até 2060, diz IBGE.** Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2013/08/130829_demografia_ibge_populacao_brasil_lgb.shtml>. Acesso em: 31/07/2014.

BIANCHI, Paula. **Brasil vai se tornar um país de idosos já em 2030, diz IBGE.** Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/brasil/brasil-vai-se-tornar-um-pais-de-idosos-ja-em-2030-diz-ibge,91eb879aef2a2410VgnVCM10000098cceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 31/07/2014.

BRASIL. Lei nº 8842, de janeiro de 1994.

BRIDA, Ana Paula *et al.* **Estudo dos problemas e doenças causados pela má circulação sanguínea.** Disponível em: <<http://dormenciaeamacirculacaosanguinea.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 15/01/2015.

BRITO, Thaís. **Brasil terá 32 milhões de idosos, aponta estudo do IBGE.** Dis-

ponível em: <<http://www.opovo.com.br/app/opovo/cotidiano/2013/09/28/noticiasjornalcotidiano,3137628/brasil-tera-32-milhoes-de-idosos-aponta-estudo-do-ibge.shtml>>. Acesso em: 31/07/2014.

COORDENAÇÃO GERAL DOS DIREITOS DO IDOSO. **Dados sobre o envelhecimento no Brasil**. Disponível em: <<http://www.sdh.gov.br/assuntos/pessoa-idosa/dados-estatisticos/DadossobreoenvelhecimentoNoBrasil.pdf>>. Acesso em: 31/07/2014.

DALIO, Marcelo Bellini. **Inchaços**. Disponível em: <<http://www.drmarcelobdallo.com.br/problemas-vasculares/inchaco>>. Acesso em: 17/11/2014.

DELIBERATO, Paulo César Porto. **Fisiologia preventiva: fundamentos e aplicações**. Manole: Barueri – SP. 2002.

Einstein Saúde na Veia. **O coração no ritmo certo** Disponível em: <<http://www.einstein.br/einstein-saude/pagina-einstein/Paginas/o-coracao-no-ritmo-certo.aspx>>. Acesso em 01/10/2014.

FRAZÃO, Arthur. **Sintomas de má circulação nas pernas**. Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/sintomas-de-ma-circulacao-nas-pernas/>>. Acesso em: 19/01/2015.

Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA) e HelpAge International. **Envel-**

hecimento no Século XXI: Celebração e Desafio. Disponível em: <<http://www.helpage.org/resources/ageing-in-the-21st-century-a-celebration-and-a-challenge/>>. Acesso em: 02/07/2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: população do Brasil é de 190.755.799 pessoas.** Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?busca=1&idnoticia=1866&t=primeiros-resultados-definitivos-censo-2010-populacao-brasil-190-755-799-pessoas&view=noticia>>. Acesso em: 10/01/2015.

KISNER, Carolyn. **Exercícios Terapêuticos.** Barueri, SP: Manoel, 2005.

LIMA, Ana Luiza. **Inchaço nas pernas.** Disponível em: <<http://www.tuasaude.com/inchaco-nas-pernas/>>. Acesso em: 17/11/2014.

LOYOLA FILHO, Antônio Ignácio de *et al* . Causas de internações hospitalares entre idosos brasileiros no âmbito do Sistema Único de Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília , v. 13, n. 4, dez. 2004 . Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742004000400005&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em: 20/01/2015.

PAES, Elioenai. **Conheça as causas do inchaços nas pernas.** Disponível em: <<http://saude.ig.com.br/minhasaude/2013-11-12/conheca-as-causas-do-inchaco-nas-pernas.html>> . Acesso em:14/11/2014

PINHEIRO, Pedro. **Inchaços e edemas | Causas e tratamentos**. Disponível em: <<http://www.mdsaude.com/2009/02/inchaco-e-edema.html>>. Acesso em: 17/11/2014.

RABELO, Gislaine. **Má circulação nos pés**. Disponível em: <<http://www.outrame-dicina.com/1277/ma-circulacao-nos-pes>>. Acesso em: 17/11/2014.

SPINA, Luciana Diniz Carneiro. **Entendendo o diabetes: Dr. Luciana Spina**. Disponível em: < <http://www.portaldiabetes.com.br/novidades-artigos/diabetes-artigos/entendendo-diabetes-draluciana-spina/>>. Acesso em: 19/01/2015.

VARELLA, Drauzio. **Quando as varizes se tornam um problema**. Disponível em: < <http://drauziovarella.com.br/mulher-2/quando-as-varizes-se-tornam-um-problema/>>. Acesso em 15/01/2015.

VARELLA, Drauzio. **Trombose**. Disponível em: < <http://drauziovarella.com.br/letras/t/trombose/>>. Acesso em 15/01/2015.

6 Apêndice

6.1 Apêndice 01 - Entrevista com Fisioterapeutas

Foram entrevistados pessoalmente 4 professores de fisioterapia, todos atuantes.

Segue abaixo as perguntas efetuadas na entrevista e suas respectivas respostas compiladas.

01	Quais exercícios/movimentos físicos são indicados para os membros inferiores com o objetivo de evitar problemas de má circulação nos mesmos em pessoas idosas?
	Flexão e extensão do quadril; Flexão e extensão dos joelhos; Flexão e extensão dos tornozelos; Elevação dos membros inferiores; Contração e relaxamento dos músculos.
02	Utiliza-se peso ou resistência para a execução de algum desses exercícios?
	Recomenda-se utilizar pouco peso e baixa resistência, pois estamos lidando com idosos que podem ter outros tipos de doenças que não permita grande esforço físico. Procurar utilizar mobilidade e estabilidade no produto.
03	Quantas repetições são indicadas para cada exercício? Quantas séries de repetições são necessárias por exercício? Quantas séries devem ser realizadas por dia/semana?
	A quantidade de repetições e o número de séries a serem executadas só poderão ser definidos após uma avaliação médica. Para qualquer tipo de exercício é indicado no mínimo três seções por semana.
04	Quais os benefícios específicos de cada exercício executados?

	<p>Melhorada circulação no corpo;</p> <p>Melhorada tonicidade muscular nas pernas;</p> <p>Melhora da força nos membros inferiores;</p> <p>Melhora ou mantem a amplitude articular;</p> <p>Promove a independência funcional;</p> <p>Evita perda de mobilidade;</p> <p>Melhoradas Atividades da Vida Diárias (AVDs);</p> <p>Preserva a marcha (caminhar) do idoso.</p>
05	<p>Quais doenças podem ser prevenidas com a execução desses exercícios?</p> <p>Artroses;</p> <p>Trombose Venosa Profunda (TVP);</p> <p>Osteoporose;</p> <p>Linfedemas nos membros inferiores;</p> <p>Ameniza as ocorrências de varizes.</p>
06	<p>Quais as implicações na saúde, principalmente do idoso, em não prevenir problemas de circulação nos membros inferiores?</p> <p>Perda de independência física funcional;</p> <p>Adoecer com mais frequência;</p> <p>Adoecer com mais facilidade.</p>
07	<p>Há uma idade em que a partir dela se é recomendado ter maior atenção com os membros inferiores?</p>

A partir dos 35 anos de idade o organismo do ser humano entra em um processo de regressões físicas e funcionais. Podem desde esta idade iniciar um estilo de vida que propicie uma velhice mais saudável.

Chegando aos 50 anos de idade se deve ter a atenção redobrada, pois o risco em não se ter um estilo de vida saudável acarreta em problemas mais graves para a saúde que quem não se exercita.

08 Poderia indicar um livro, site ou revista que contém estes exercícios principais?

Sites de artigos científicos:

Scielo (palavras-chave: exercício – físico – idoso – diminuição da circulação);

Cochrane -> revisão de literatura.

Livro:

Exercícios Terapêuticos – Fundamentos e Técnicas. Da autora Carolyn Kisner.

6.2 Apêndice 02 - Análise Comparativa dos Produtos Similares



Nome	Exercitador de pé e tornozelo	Pedal do Elétron	Leg Exerciser	Anel Pilates – Acte Sports
Preço Médio	R\$ 850,00	R\$ 90,00	R\$ 350,00	R\$ 100,00
Dimensões (AxLxP)	18 x 13,5 x 30,5 cm	38 x 16,5 x 33 cm	31,5 x 37 x 14 cm	38 cm de diâmetro
Grupo muscular trabalhado	Extensão e contração do Tríceps Sural (panturrilha) e dos Dorsiflexores (canela)	Extensão e contração dos Glúteos, dos Quadríceps (coxa), dos Dorsiflexores (canela); Flexão dos Adutores (músculo à cima da coxa), dos tornozelos, e dos joelhos	Mantêm as pernas em movimento, mas sem esforço muscular	Adução e Abdução (músculos internos e externos da coxa)
Feedback	Não possui	Não possui	Não possui	Não possui
Material da Carenagem	Polietileno, borracha antiderrapante e alumínio anodizado	Polietileno e alumínio anodizado	Polietileno e borracha antiderrapante	ABS e EVA
Cores	Branco, preto e prata	Cinza e preto	Cinza e preto	Cinza e preto
Acabamento	Liso, polido, fosco e textura antiderrapante	Liso, polido e fosco	Liso, fosco e textura antiderrapante	Poroso e textura antiderrapante

6.3 Apêndice 03 - Estudos para Definição do *Layout* do Sistema de Informação do Equipamento Proposto

