

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN
CURSO DE DESIGN
TCC-TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



BRINQUEDO PARA TERAPIA DA MÃO DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

Autor: Renato Carneiro de Macêdo

Matricula: 109110150

Orientador: PhD. Wellington Gomes de Medeiros

Campina Grande, fevereiro de 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIDADE ACADÊMICA DE DESIGN
CURSO DE DESIGN
TCC-TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



BRINQUEDO PARA TERAPIA DA MÃO DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

Autor: Renato Carneiro de Macêdo

Matricula: 109110150

Orientador: PhD. Wellington Gomes de Medeiros

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, fevereiro de 2015.

BRINQUEDO PARA TERAPIA DA MÃO DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL

Relatório Técnico-científico defendido em 10 de março de 2015 e aprovado em 00 de março de 2015 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Dr. Carla Patrícia Araújo Pereira

Dr. João Batista Guedes

PhD. Wellington Gomes de Medeiros

Agradecimentos

Primeiramente a meu pai, Lenivaldo Costa de Macêdo (*in memorian*); a minha mãe, Maria Alves Carneiro de Macêdo, minhas primeiras inspirações de vida. Aos meus irmãos, Artur e Lorena que me fazem querer ir adiante.

Agradeço a Isabella Guimarães pelo amor e parceria. À Francisco Barbosa e Renan Medeiros pela amizade recíproca. Sem eles não teria conseguido.

Aos colegas de turma, Andrielly Fernandes, Camila Kellen, Camilla Rodrigues, Edson Lima, Janne Aline, Maria Rachel, João Neiva, Vinícius Previatello (*in memorian*), Taciana Lyra, Rebeca Alves, Lígia Saráiva, dona Luciana Mayer, Rennan Oliveira, Edinaldo Barbosa, Thamyres Oliveira, Camillo Esdras, Jéssica Cavalcante, Isabella Alencar, Rilávia Rocha e os demais colegas desistentes do curso. Com eles, pude superar todos os desafios da carreira acadêmica, e levarei comigo a amizade de cada um. Agradeço também aos colegas de curso de outras turmas: Thyago Pê, Yan Soares, Edson Martone, Tayssa Borborema, Fialho Jr., Eduardo Aguiar, Tulio Henrique, Elisa Sousa, Marcelo Lopes, Naína Veríssimo, Bruno Lucena, João Teodoro, Diego Silvestre, Raoni Oliveira, Ricardo Silva, Jonathan Alves, Thiago Vinícius, Kati Tomati, Marina Baracuhy e Ingrid Ellen. Agradeço a eles por tornarem minha vida de estudante bem mais suportável.

Agradeço por todos os mestres que encontrei na vida, desde a infância até a vida acadêmica, que influenciaram na minha identidade. Agradeço aos professores de outros departamento que encontrei. Sou feliz por cruzar minha vida com os professores da UADesign: Pablo Torres, Levi Galdino, Natã Morais, Ana Carolina, Abdon Meira, Rodrigo Motta, Grace Sampaio, Carla Pereira, João Batista Guedes, Luiz Felipe. Aprendi muito com eles. Passei por coisas boas com cada e coisas ruins com alguns, porém aprendi a absorver apenas o que é bom e que me serve para a etapa de vida seguinte.

Em especial a Itamar Ferreira e Cleone Sousa, que são ótimos professores e pela amizade fora da sala de aula. E por último, agradeço a Wellington Medeiros pela paciência em me orientar, pela sensatez e verdades, pela seriedade e flexibilidade, e todo conhecimento adquirido a partir dele. Tiveram total influencia na minha conquista.

Agradeço aos amigos que se puseram dispostos a ajudar nesta etapa da reta final, Élid Lima, Iandê Abá e Lucas Sampaio. Obrigado pelas gentilezas. Agradeço ao Estúdio Sergio Matos e os integrantes do AMI, Kinho, Igor e Beto pela confiança no meu trabalho. Sou agradecido por ter feito parte da equipe de Handebol da UFCG e pelas amizades que conquistei dentro e fora das quadras: Anselmo, Elvys, Igãõ, Rodrigo, Iandê, Lucas, Gustavo Negro, Guga Ramos, Matheus, Diego, Renan Di Pace, Pedro e Haryson.

Por fim, agradeço a todos que torceram por meu sucesso e aos que torceram pela minha derrota. Me fizeram ser uma pessoa forte, mesmo com os imprevistos da vida.

Dedicado a Vinícius Previatello da Silva e a
Lenivaldo Costa de Macêdo.

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Criança realizando atividade com auxílio de um adulto. | 11 |
| Figura 2 - Criança portadora de PC, realizando tratamento ocupacional manipulando objetos. | 12 |
| Figura 3 - Fisioterapeuta realizando terapia manual na mão esquerda de criança portadora de PC. Fonte: < http://fisioterapeutasgp.blogspot.com.br > | 13 |
| Figura 4 - Infográfico do Hemiplégico | 16 |
| Figura 5 - Mão infantil com leve grau de espasticidade. | 17 |
| Figura 6 – Painel de público infantil. | 18 |
| Figura 7 - Treino por biofeedback baseado na auto regulação. | 19 |
| Figura 8 - Terapia em plataforma vibratória. | 20 |
| Figura 9 - Indícios do apertar. | 20 |
| Figura 10 - Exemplo de brinquedo que possui feedback luminoso e sonoro, que são controlados por um estímulo do indivíduo, o apertar do gatilho. | 21 |
| Figura 11 - Extensão e flexão do punho. | 22 |
| Figura 12 - Movimentos do polegar. | 22 |
| Figura 13 - A: amplitude lateral dos dedos e punho. B: direcionamento correto dos dedos ao fechar a mão. | 23 |
| Figura 14 - Gráfico das médias coletadas em crianças de 7 a 10 anos, matriculadas na APAE. | 23 |
| Figura 15 - Produtos anti espásticos. | 25 |
| Figura 16 - Projeto Armeo da empresa Hocoma. | 25 |
| Figura 17 - Projeto IOTA do Instituto Wyss para o Hospital da Criança de Boston – MA, EUA. | 25 |
| Figura 18 – Infográfico das partes e materiais. | 26 |
| Figura 19 - Quadro das ações de uso (IOTA). | 26 |
| Figura 20 - Categorias de exercitadores de mão. | 27 |
| Figura 21 - Análise de brinquedo Squeeze Ball. | 27 |
| Figura 22 - Tecnologias a serem utilizadas neste projeto. | 29 |
| Figura 23 - Painel de Personagens e síntese morfológica e cromática. | 34 |
| Figura 24 - Painel de Personagens e síntese morfológica e cromática. | 34 |
| Figura 25 - Conceito 1. | 36 |
| Figura 26 - Conceito 2. | 37 |
| Figura 27 - Conceito 3. | 38 |
| Figura 28 - Conceito 4. | 39 |
| Figura 29 - Conceito 5. | 40 |
| Figura 30 - Alternativas geradas. | 42 |
| Figura 31 - Modelos volumétricos para estudos da anatomia da mão. | 42 |
| Figura 32 - Concepção estrutural. | 43 |
| Figura 33 - Concepção de Sistemas funcionais. | 44 |
| Figura 34 - Dimensões mínimas e máximas. | 45 |

| | |
|---|----|
| Figura 35 - Tarefa 1: Ligar | 46 |
| Figura 36 - Tarefa 2: Polegar. | 46 |
| Figura 37 - Tarefa 3: Opositores..... | 46 |
| Figura 38 - Componentes em tamanho real..... | 47 |
| Figura 39 - Sistema de Uso..... | 47 |
| Figura 40 – Perspectiva final. | 48 |
| Figura 41 – Perspectiva da vista posterior..... | 48 |
| Figura 42 – Vistas ortogonais. | 48 |
| Figura 43 - Desenvolvimento morfológico..... | 49 |
| Figura 44 - Aplicação das cores. | 50 |
| Figura 45 - Dimensionamento básico. | 51 |
| Figura 46 - Perspectiva posterior..... | 53 |
| Figura 47 – Vistas. | 53 |
| Figura 48 - Produto final em perspectiva | 53 |
| Figura 49 - Identificação das partes..... | 54 |
| Figura 50 - Encaixe das partes. | 54 |
| Figura 51 - Perspectiva Explodida..... | 54 |
| Figura 52 – Detalhe e corte da peça..... | 55 |
| Figura 53 - Peça que acomoda o polegar e o sistema interno..... | 56 |
| Figura 54 - Detalhe do encaixe. | 56 |
| Figura 55 - Detalhe do acionamento..... | 57 |
| Figura 56 - Perspectiva explodida da peça do polegar. | 57 |
| Figura 57 - Usabilidade do produto..... | 58 |
| Figura 58 - Funcionamento | 59 |
| Figura 59 - Cores escolhidas..... | 60 |
| Figura 60 - Produto no ambiente residencial. | 61 |
| Figura 61 - Desenho Técnico ilustrativo..... | 61 |
| Figura 62 - Formulários | 69 |
| Figura 63 - Formulários..... | 70 |
| Figura 64 - Hemiplegia, paraplegia e quadriplégica, respectivamente..... | 71 |
| Figura 65 - Hemiplegia, paraplegia e quadriplégica, respectivamente..... | 71 |
| Figura 66 - Luva em tecido misto de algodão e poliéster..... | 73 |
| Figura 67 - Sistema de velcro..... | 73 |
| Figura 68 - Luva de proteção de látex..... | 73 |
| Figura 69 - Palmilha ortopédica em silicone sólido..... | 73 |
| Figura 70 - Implante de silicone em gel..... | 74 |
| Figura 71 - Bico de mamadeira em borracha de silicone..... | 74 |
| Figura 72 - Espuma de PU, e efeito da ação lenta, conhecida como memory foam..... | 75 |
| Figura 73 - Cadeiras Phantom produzidas em polipropileno..... | 75 |
| Figura 74 - Pantufas de pelucia do personagem infantil Scooby Doo..... | 75 |
| Figura 75 - LED..... | 76 |

| | |
|--|----|
| Figura 76 - Placa de Circuito Impresso | 76 |
| Figura 77 - Sensores do tipo Reed Switches | 76 |
| Figura 78 - Ímãs de neodímio esféricos | 77 |
| Figura 79 - Micro alto falante..... | 77 |
| Figura 80 - Pilha 1,5v. | 77 |
| Figura 81 - Desenhos 1 | 78 |
| Figura 82 - Desenhos 2..... | 79 |
| Figura 83 - Desenhos 3 | 80 |
| Figura 84 - Desenhos 4..... | 81 |

Sumário

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 | Introdução..... | 11 |
| 1.2 | Oportunidade..... | 12 |
| 1.3 | Objetivos..... | 13 |
| 1.3.1 | Geral | 13 |
| 1.3.2 | Específicos | 13 |
| 1.4 | Justificativa | 13 |
| 1.5 | Público-Alvo..... | 14 |
| 2 | REVISAO BIBLIOGRAFICA | 15 |
| 2.1 | Patologia | 16 |
| 2.1.1 | Conclusão da Patologia..... | 16 |
| 2.2 | Público Alvo | 17 |
| 2.2.1 | O Modelo Lúdico..... | 18 |
| 2.2.2 | Conclusão sobre o Público Alvo..... | 19 |
| 2.3 | Treinamento Cognitivo | 19 |
| 2.3.1 | Sentido tátil | 20 |
| 2.3.2 | Sentido Visual | 20 |
| 2.3.3 | Sentido Auditivo | 21 |
| 2.3.4 | Conclusão sobre o Treinamento Cognitivo..... | 21 |
| 2.4 | Pesquisas sobre a Mão | 22 |
| 2.4.1 | Movimentos básicos..... | 22 |
| 2.4.2 | Antropometria | 23 |
| 2.4.3 | Conclusão sobre as Pesquisas sobre a Mão | 24 |
| 2.5 | Tecnologias Assistivas | 25 |
| 2.5.1 | Produtos Anti-Espásticos | 25 |
| 2.5.2 | Robótica..... | 25 |
| 2.5.3 | Equipamentos de treinamento da força | 27 |
| 2.5.4 | Tabela de Materiais..... | 28 |
| 2.5.5 | Conclusão sobre as Tecnologias Assistivas..... | 29 |
| 2.6 | Tecnologias..... | 29 |
| 2.7 | Diretrizes Projetuais..... | 30 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3 | Desenvolvimento..... | 32 |
| 3.1 | Anteprojeto..... | 33 |
| 3.1.1 | Painel de Personagens | 34 |
| 3.1.2 | Geração de Conceitos | 34 |
| 3.1.3 | Tabela de Avaliação dos..... | 41 |
| 3.1.4 | Desenvolvimento da Ideia..... | 42 |
| 3.1.5 | Composição Estrutural..... | 43 |
| 3.1.6 | Concepção Ergonômica | 45 |
| 3.1.7 | Rendering Final do Produto..... | 48 |
| 3.1.8 | Concepção Estética..... | 49 |
| 3.1.9 | Dimensionamento Básico | 51 |
| 4 | Projeto..... | 52 |
| 4.1 | Projeto | 53 |
| 4.2 | Estrutura | 54 |
| 4.2.1 | Detalhes..... | 55 |
| 4.3 | Usabilidade | 58 |
| 4.3.1 | Funcionamento do Produto | 59 |
| 4.4 | Cores..... | 60 |
| 4.5 | Produto no Ambiente | 61 |
| 4.6 | Detalhamento Técnico..... | 61 |
| 5 | Conclusões e Recomendações..... | 68 |
| 5.1 | Conclusões | 69 |
| 5.2 | Recomendações..... | 69 |
| 6 | Referências Bibliográficas..... | 68 |
| 7 | Apêndices..... | 68 |
| 7.1 | Formulários de coleta de dimensões | 69 |
| 7.2 | Patologia..... | 70 |
| 7.2.1 | Quadros da Paralisa Cerebral | 71 |
| 7.2.2 | Espasticidade | 72 |
| 7.3 | Levantamento de Materiais | 73 |
| 7.3.1 | Tecido de algodão e poliéster..... | 73 |
| 7.3.2 | Faixa de Nylon (<i>velcro</i>) | 73 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 7.3.3 | Látex (Borracha Natural)..... | 73 |
| 7.3.4 | Silicone..... | 74 |
| 7.3.5 | Espuma de Poliuretano | 75 |
| 7.3.6 | Polipropileno..... | 75 |
| 7.3.7 | Pelúcia..... | 75 |
| 7.4 | Levantamento de Tecnologias | 76 |
| 7.4.1 | LED branco..... | 76 |
| 7.4.2 | Placa de Circuito Impresso | 76 |
| 7.4.3 | Sensor Reed Switch | 76 |
| 7.4.4 | Ímãs de Neodímio | 77 |
| 7.4.5 | Micro Alto Falante | 77 |
| 7.4.6 | Bateria célula 1,5v | 77 |
| 7.5 | Desenhos a mão livre..... | 78 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

O presente relatório descreve o desenvolvimento de um brinquedo voltado para a recuperação terapêutica da mão de crianças com paralisia cerebral.

A paralisia cerebral (PC) é um distúrbio no desenvolvimento do movimento e da postura, causando limitação de atividades atribuídas a distúrbios não progressivos do cérebro fetal ou infantil, que também pode afetar a sensação, percepção, cognição, comunicação e o comportamento (RICHARDS; MALOUIN, 2013).

Nos últimos 40 anos, a ocorrência de PC no mundo é maior que 2 por 1000 nascidos vivos. A incidência em países desenvolvidos tem variado de 1,5 a 5,9/1000 nascidos vivos. No Brasil não existe pesquisa específica e oficial a respeito da incidência de portadores de deficiências física, sensorial ou mental. Porém, estima-se que a incidência de PC nos países em desenvolvimento seja de 7 para cada 1000 nascidos vivos (ODDING; ROEBROECK; STAM, 2006; DIAMENT, 2006; ROTTA, 2002; ZANINI; CEMIN; PERALLES, 2009; FONSECA, 2011).

A maioria dos portadores de paralisia cerebral tem síndrome espástica¹ (ODDING; ROEBROECK; STAM, 2006.) Geralmente outras deficiências acompanham as desordens motoras, tais como distúrbios da sensibilidade da pele, distúrbios de percepção e comunicação, cognitivos, comportamentais e problemas músculo-esquelético (ROSENBAUM, 2006).

A limitação da função da mão está entre as maiores deficiências funcional em crianças com paralisia cerebral unilateral e sua sensibilidade é prejudicada em cerca de metade das crianças com PC (ODDING; ROEBROECK, 2006; ODDING; ROEBROECK; STAM, 2006). Uma pesquisa realizada com 83 crianças com paralisia cerebral que investiga a associação entre a função motora grossa e fina e a

Figura 1 – Criança realizando atividade com auxílio de um adulto.



¹ Doenças hereditárias cuja principal característica é a rigidez progressiva e contração (espasticidade) nos membros inferiores, como resultado de disfunção dos nervos. (FINK, 2003).

presença de epilepsia e/ou deficiência mental, mostrou que a deficiência na habilidade motora está presente principalmente na paralisia cerebral com comprometimento dos dois hemisférios cerebrais. (GAJEWSKA; SOBIESKA; SAMBORSKI, 2014).

O desempenho funcional de crianças portadoras de PC é influenciado pelo ambiente social (cuidador), que pode interferir na rotina e, conseqüentemente, no aprimoramento das habilidades apresentadas por essas crianças, podendo exercer inclusive influencia negativa em sua independência funcional (MANCINI *et al*, 2002).

Diante do exposto percebe-se a necessidade de criar um dispositivo para assessorar a estimulação sensorial e motora da criança em casa, com auxílio familiar e com a participação de um especialista, de forma lúdica.

1.2 Oportunidade

No Brasil, existe uma tendência ao protecionismo em relação às crianças na realização das tarefas de rotina diária. Sem conhecimento adequado, os pais tendem a facilitar as atividades básicas diárias das crianças com PC, 'ajudando' a escovar os dentes, a se alimentarem e a se vestirem, por exemplo. Cabe o empenho da equipe terapêutica multidisciplinar em não se preocupar somente com aquisição de habilidades motoras e sensoriais no consultório, mas também em orientar os cuidadores para que eles estimulem a ação ativa da criança em atividade de rotina diária (MANCINI *et al*, 2002), tendo sempre em vista melhorar a função motora em todos os domínios de desempenho, enfatizando a qualidade de vida, e não somente em eliminar os déficits (RICHARDS; MALOUIN, 2013).

O tratamento realizado em pessoas na fase infantil tende a adquirir um comportamento mais eficaz ao passar os anos. Quanto mais vezes realiza o fortalecimento dos músculos e o treinamento cognitivo, a criança atingirá resultados melhores e mais rápidos em seu tratamento. Isso aumentará as

Figura 2 - Criança portadora de PC, realizando tratamento ocupacional manipulando objetos.



chances da criança se tornar um adulto com os resquícios reduzidos da deficiência física.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Desenvolver um objeto funcional e lúdico para estimular a função motora das mãos em crianças com paralisia cerebral.

1.3.2 Específicos

- Desenvolver sistema de treinamento cognitivo e muscular para crianças de 7 a 10 anos;
- Produzir um aparelho que permita aplicar o tratamento em clínicas e nas residências;
- Permitir uso em ambas as mãos e por ambos os sexos.

1.4 Justificativa

Existe um elevado número de crianças com paralisia cerebral nos países em desenvolvimento, havendo alta prevalência (cerca de 50%) dos déficits físico e motor na mão (MANCINI, 2002).

O tratamento do portador de PC envolve atenção a múltiplas estruturas corporais. Dentre os objetivos de tratamento, podemos destacar a busca pela recuperação e/ou desenvolvimento da mobilidade e habilidade das mãos, para que os movimentos funcionais sejam realizados da forma mais independente possível. Esse tratamento funcional é realizado através da fisioterapia e da terapia ocupacional, e geralmente é realizado em apenas um momento do dia, um atendimento que tem duração aproximada de uma hora. Ao voltar pra casa e passar o restante do dia sem ter contato com os profissionais responsáveis pelo tratamento

Figura 3 - Fisioterapeuta realizando terapia manual na mão esquerda de criança portadora de PC. Fonte: <<http://fisioterapeutasgp.blogspot.com.br>>



funcional, o paciente portador de PC, na maioria dos casos, não recebe estímulo de ações, posições e movimentos que deveriam ser realizados para ajudar no desenvolvimento da mobilidade e funcionalidade das mãos que foram estimuladas durante o atendimento específico.

A finalidade da intervenção do design é auxiliar no tratamento da promoção da função motora da mão, com uma abordagem lúdica, educativa e progressiva até a fase adulta, tendo influência direta na qualidade de vida dos portadores de paralisia cerebral (ALVARENGA, 2006) com o desenvolvimento de um produto que irá ampliar os limites de tratamento. O produto poderá ser utilizado no próprio domicílio da criança, auxiliando o tratamento funcional realizado no serviço de saúde.

Desta forma, o produto irá auxiliar os familiares a aplicar o tratamento progressivo diário em suas casas, e em maior frequência, para que conseqüentemente, a criança consiga executar suas atividades diárias da melhor forma possível (OSTENSJO; CARLBERG; VOLLESTAD, 2003).

1.5 Público-Alvo

O público-alvo é formulado por indivíduos de ambos os sexos, com idade de **7-10 anos**, com diagnóstico clínico e/ou quadro de paralisia cerebral do tipo espástica, que consigam entender ordens simples, e que possuam dificuldade na abertura das mãos, classificadas no grau I, e II² segundo o *Manual Abilities Classification System (MACS)*³, inclusive aquelas que fazem uso de medicamentos anti convulsão.

² Grau I: Criança que manipula objetos facilmente e com sucesso. – Grau II: Manipula a maioria dos objetos, mas com a qualidade e / ou velocidade da realização um pouco reduzida (ELIASSON et al., 2005).

³ MACS é uma ferramenta desenvolvida para classificar as crianças com PC quanto às habilidades com as mãos ao manusear objetos e o uso colaborativo de ambas as atividades diárias (ELIASSON et al, 2006; FIDEL et al, 2014).

2 REVISAO BIBLIOGRAFICA

2.1 Patologia

A paralisia cerebral (PC), também denominada encefalopatia crônica não progressiva da infância, é uma seqüela de caráter não progressivo, que acomete o sistema nervoso central (SNC) imaturo e em desenvolvimento, ocasionando déficits posturais, tônicos e a execução dos movimentos. (CASTRO et al, 2008; KOMAN; SMITH; SHILT, 2004). Pode ser acompanhada por distúrbios sensoriais, perceptivos, cognitivos, de comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários, contribuindo para limitações no perfil de funcionalidade da pessoa (ROSENBAUM et al., 2007).

A PC é o problema de desenvolvimento mais comum nas crianças, principalmente em prematuros. A incapacidade mais ocorrente é a limitação motora de membros superiores, fazendo com que as crianças portadoras de PC tenham dificuldades em usar adequadamente os braços e as mãos.

2.1.1 Conclusão da Patologia

Por meio do conhecimento básico sobre a doença, percebe-se que o produto deveria combater a espasticidade (movimento involuntário) através de impulsos de ação (movimento voluntário), associado a interação consciente do usuário (ação cognitiva).

O produto deverá ser introduzido na rotina da criança e utilizado de forma paliativa ao tratamento terapêutico. O tratamento do problema juntamente com o cognitivo pode ser utilizado para melhorar ou preservar o intelecto das crianças.

O produto foi desenvolvido para crianças com Paralisia Cerebral Hemiplégica com Espasticidade leve. (Ver apêndice 6.2 - Patologia).



Figura 4 - Infográfico do Hemiplégico

2.2 Público Alvo

O projeto pode ser útil para o tratamento de diversos distúrbios que foram citados anteriormente, que apresentam o quadro de incapacidade motora e funcional nos antebraços, punhos e mãos. No entanto, o produto será direcionado um distúrbio particular: Paralisia Cerebral com Hemiplegia Espástica; e será destinada ao público infantil, entre os 7 e 10 anos, que estão realizando tratamento na cidade de Campina Grande, nos centros da APAE. Futuramente, testes serão realizados nessas clínicas, com objetivo de avaliar o produto através da mensuração de resultados.

O usuário deve apresentar estaticidade com grau leve ou moderado (Grau I e II no Sistema de Classificação das Habilidades Manuais – MACS), tendo déficit nos movimentos funcionais da mão, mas que seja capaz de manipular a maioria dos objetos. O produto é destinado aos usuários que tem a capacidade de mover a mão voluntariamente, mas que esse movimento é inibido devido ao padrão flexor característico da lesão que ocasionou a paralisia cerebral.

A criança é um ser dinâmico que a todo o tempo está interagindo com a realidade, relacionado ativamente com objetos, com o ambiente e com as pessoas ao se redor. A criança usuária do produto já tem passado do estágio pré-operatório⁴ e está no estágio das operações concretas⁵, em que passa da fase do aparecimento da inteligência simbólica, e chega à fase cognitiva, em que começa a prever situações mentalmente (TERRA, 2014).

Algumas características psicológicas de crianças de 7 a 10 anos:

- É o centro do seu próprio universo. Egocêntrica;
- Sabe tudo e quer tudo; e quer fazer tudo à sua maneira;
- Emocionalmente é excitável e desafiadora;
- Anseia o elogio e a aprovação;



Figura 5 - Mão infantil com leve grau de espasticidade.

⁴ **Estágio pré-operatório** (dos 2 aos 6/7 anos) – É a fase em que a criança reproduzem associações simbólicas para a realidade. É um pensamento intuitivo que se expressa na linguagem comunicativa, mas egocêntrica, pois seu pensamento está sempre voltado a si mesmo.

⁵ **Estágio das operações concretas** (dos 7 aos 11 anos) – É a fase que ocorre o aparecimento da capacidade da criança de interiorizar as ações, ou seja, ela começa a realizar operações mentalmente e não mais apenas através de ações físicas típicas da inteligência sensório-motor (TERRA, 2014).

- Capta mais coisas do que o que na realidade pode manejar;
- Toca, mexe e explora todos os materiais;
- A sua personalidade é mais expressiva, os seus gestos, são mais seus;
- O seu mundo imaginário é mais real que o verdadeiro;
- É a idade dos tesouros pessoais, muito cuidados e muito próprios, das coleções, embora não sejam organizadas;
- Procura viver, no entanto, segundo as normas dos demais;
- Sente-se mais identificada com a família e necessita dela – porque esta exerce, sobre ela, uma influência preponderante.

As crianças com paralisia cerebral sentem as mesmas necessidades de crianças sem deficiência. Porém, quando possuem o problema na mão, atividades de aprendizado, coordenação motora acabam sendo dificultadas no dia a dia.

2.2.1 O Modelo Lúdico

No universo infantil, o lúdico está presente na maioria dos produtos, pois desenvolve uma reação emocional da criança com o objeto. É derivado da ação de brincar, que está presente em varias etapas do desenvolvimento da criança e no dia a dia.

Com isso, o momento de brincar da criança no dia a dia será utilizado como terapia ocupacional, que consiste basicamente na incorporação da terapia em atividades do cotidiano, como cozinhar, assistir TV, brincar, etc. que requer participação ativa do indivíduo.

É um modelo que integra desenvolvimento motor, cognitivo e emocional, com participação ativa da pessoa. A aparência lúdica é necessária no produto, a fim de estabelecer uma relação psicomotora e afetiva.



Figura 6 – Painel de público infantil.

2.2.2 Conclusão sobre o Público Alvo

Será um produto que irá realizar terapia ocupacional através da ação do **brincar**. O produto irá abordar crianças que já passaram da fase de desenvolvimento cognitivo. Porém a princípio, deverá ser utilizado com o auxílio de um adulto, para que posteriormente a criança consiga utilizar e manusear por si só, com ajuda da mão saudável em busca do total domínio sobre o produto.

Proporcionará relação interativa, intuitiva e afetiva com a criança, possuindo elementos que remetam ao universo infantil.

2.3 Treinamento Cognitivo

Os sentidos primários de um indivíduo (tato, olfato, visão, audição e paladar) estão presentes nas maneiras mais diretas de comunicação com o cérebro na atividade neurológica.

Na medicina moderna existe estudos com base no **treino por biofeedback**, que consiste na interatividade do indivíduos com aparelhos eletrônicos que informam as condições fisiológicas do indivíduo, através de uma interface; e tem a finalidade de desenvolver a capacidade da auto regulação (TASSINO, 2014).

O projeto foi desenvolvido com base na representação desta interface através de sistemas de informação eletrônicos contidos na estrutura do produto.



Figura 7 - Treino por biofeedback baseado na auto regulação.

2.3.1 Sentido tátil

A exploração do sentido tátil tem sido abordado na fisioterapia como opção de tratamento. A terapia vibratória consiste em utilizar eletrodos vibratórios de baixa frequência e aplica-los em contato com músculos, tendões e articulações.

A vibração de baixa frequência, aplicada sob recomendação de um tratamento, tende a diminuir reflexos de tendões, com frequências de 100Hz (BISSCHOP *et al.* 2001).

Porém, a vibração provoca uma sensação de ilusão de movimento, pois o músculo que recebe o estímulo relaxa, enquanto músculos antagonistas contraem⁶.

Por isso, a interface do produto vai abordar o sentido tátil ser abordado de maneira mais simples, através da variação de texturas e variação de materiais.



Figura 8 - Terapia em plataforma vibratória.

2.3.2 Sentido Visual

Objetivando comunicação eficaz, a interface do produto irá abordar o sentido visual associado ao sentido tátil. O *feedback* luminoso tem função de transmitir informação para a criança sobre a qualidade do movimento da mão.

O uso de recursos tecnológicos com *feedback* visual e auditivo (luz e som) pode melhorar o desempenho motor e funcional de pacientes com déficit motor (PARKER; MOUNTAIN; HAMMERTON, 2011).



Figura 9 - Indicies do apertar.

⁶ **Resposta Vibratória Antagonista (RVA)** – O músculo apresenta uma resposta reflexa de contração sustentada e relaxamento simultâneo do seu antagonista. Se a vibração for aplicada no tendão haverá a produção de uma sensação ilusória de movimento. A sensação ilusória é comumente acompanhada de uma resposta tônica excitatória no músculo antagonista ao músculo que está sendo vibrado (ORTOLAN; REIS; MAGRO, 2005).

2.3.3 Sentido Auditivo

Utilizando uma tecnologia que trabalhe os três sentidos, a interface do produto simulada com auxílio do recurso eletrônico irá informar através da audição.

O feedback simultâneo dos dois sentidos podem ser componentes importantes para conseguir melhor desempenho, pois a informação repetida irá influir no reconhecimento da ação pelo usuário, e adquirir uma reposta mais rápida na ação da auto correção (PARKER; MOUNTAIN; HAMMERTON, 2011).



Figura 10 - Exemplo de brinquedo que possui *feedback* luminoso e sonoro, que são controlados por um estímulo do indivíduo, o aperto do gatilho.

2.3.4 Conclusão sobre o Treinamento Cognitivo

A partir da pesquisa sobre o treinamento cognitivo, percebeu-se que existe a necessidade de permitir o uso através do biofeedback, com objetivo da auto correção.

O produto estabelecerá comunicação com a criança através de uma interface de sistemas que responderá a impulsos motores. A interface irá se relacionar com três sentidos: o tátil, o auditivo, e visual. Utilizará tecnologias que permitam essa interação, com sistemas luminoso e sonoro para os sentidos visual e auditivo, e tratará do sentido tátil através da mudança de textura ou índices da ação (como exemplificados na figura 10).

2.4 Pesquisas sobre a Mão

Na maioria dos casos em que um dos membros superiores são comprometidos na PC do tipo espástica, o braço é submetido a uma tonificação exagerada (devido a espasticidade), o que dependendo do nível tende a tomar uma reação de extensão extrema do membro. Os dedos e o punho são os primeiros a contrair.

O tratamento eficaz consiste na realização de terapia manual realizada pelo fisioterapeuta. Deve-se aplicar o inverso do movimento forçado involuntariamente, ou seja, executar a flexão total das articulações.

É importante ressaltar que o produto não substitui ao tratamento com terapia manual, que tem o objetivo de ganhar graus de amplitude, aumentando a angulação do movimento.

O produto irá auxiliar no tratamento de reabilitação, ajudando na aquisição da habilidade voluntária de abrir a mão do usuário, mantendo a amplitude de movimento adquirida no tratamento fisioterapêutico, estimulando a habilidade motora manual com maior frequência, já que será possível utilizar o produto em domicílio aumentando a duração do tratamento de reabilitação motora, que geralmente é feito em clínicas de fisioterapia.

2.4.1 Movimentos básicos

Parte importante no sucesso evolutivo humano é a capacidade do polegar ser capaz de realizar oposição aos demais dedos da mão. É por causa dessa característica que somos capazes de manusear objetos para as diversas atividades que caracterizam o homem como ser humano.

O projeto aborda o treinamento cognitivo através do movimento funcional dos dedos e do punho, realizado por ele mesmo.

Sabendo disso, é necessário que o produto permita a livre movimentação do dedo polegar, a fim de realizar os movimentos demonstrados na figura 13.



Figura 11 - Extensão e flexão do punho.

Figura 12 - Movimentos do polegar.



A criança deve adquirir a capacidade de controlar todas as articulações da mão. O produto permitirá que os dedos opositores ao polegar possam movimentar-se individualmente, para que o usuário consiga o melhor aquisição da sua coordenação motora. Do segundo ao quarto quirodáctilo (do dedo indicador ao dedo mínimo), a movimentação deve ter a possibilidade de realização semelhante a uma mão "sadia", seja na amplitude de abertura, ou na amplitude da flexão total dos dedos, como exemplificado na figura 14.

2.4.2 Antropometria

A pesquisa antropométrica foi realizado na APAE de Campina Grande, com objetivo de coletar dados das dimensões das mãos, de crianças entre 7 e 10 anos, portadores de PC, com grau espástico leve ou moderado. Foram encontrados 7 indivíduos (3 meninas e 4 meninos) que possuem as características do público alvo (ver apêndice 6.1).

Foram consideradas as seguintes medidas necessárias para a realização do projeto, em que se dá necessário a coleta das medidas dos comprimentos e espessura dos dedos, da palma da mão e do punho. Foram calculados as médias das medidas, como mostra na figura 15 (obs: medidas em centímetros.).



Figura 13 - A: amplitude lateral dos dedos e punho. B: direcionamento correto dos dedos ao fechar a mão.

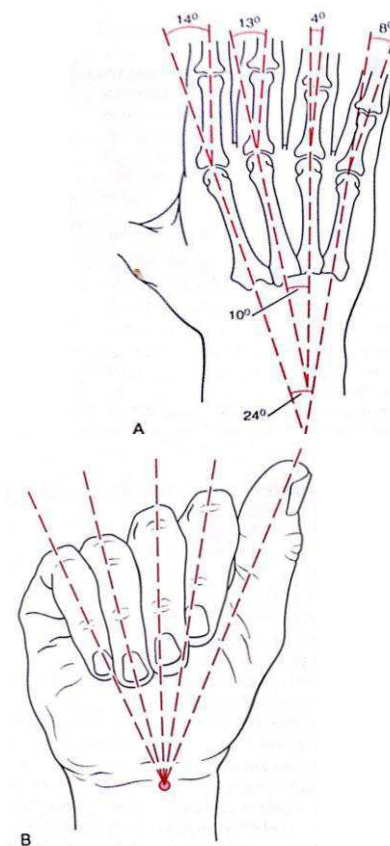


Figura 14 - Gráfico das médias coletadas em crianças de 7 a 10 anos, matriculadas na APAE.

2.4.3 Conclusão sobre as Pesquisas sobre a Mão

Através da pesquisa acerca dos movimentos básicos da mão, foi possível traçar os movimentos necessários que medem a qualidade da função motora das mãos. Ficou evidente que o produto não será responsável pelo aumento da amplitude do movimento, e sim da manutenção da amplitude conseguida por meio do tratamento terapêutico.

O produto deverá permitir o movimento básico do punho e dos dedos, e deve ter estrutura flexível, para que a criança consiga movimentar a mão livremente. Para isso, se dá necessário a fixação no antebraço, a fim da realização do movimento sem interferência alguma.

Possuirá dimensões de acordo com a média das mãos das crianças de 7 a 10 anos, portadoras de PC com espasticidade leve ou moderada, que se encontram matriculadas atualmente na APAE de Campina Grande.

2.5 Tecnologias Assistivas

Hoje a medicina conta com algumas tecnologias que auxiliam no tratamento e na recuperação da mão de pessoas hemiplégicas espásticas. Porém, nenhum desses produtos estão disponíveis no mercado atual pois muitos deles ainda estão em fase de desenvolvimento e testes em pessoas físicas.

2.5.1 Produtos Anti-Espásticos

Uma tipologia de produto do mesmo universo, são as próteses anti espasticidade. São produzidos em materiais poliméricos maleáveis que possuem a capacidade de moldagem com a mão e uma boa resistência para impedir a flexão extrema da mão. Quando ocorre a espasticidade, o produto impede que a mão se feche, diminuindo a tensão nas articulações e prevenindo a atrofia dos músculos e tendões.

Possuem uma fixação com o punho, mas a maioria mão permite movimentação das articulações. É um produto voltado para níveis altos de espasticidade.

2.5.2 Robótica

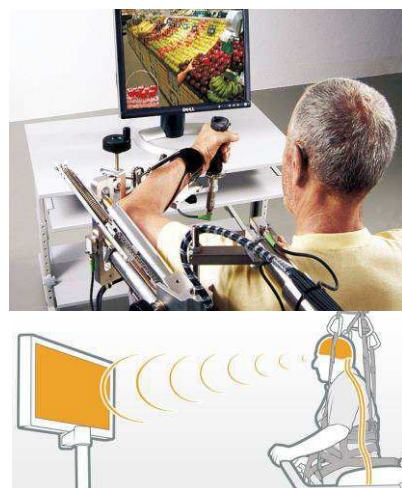
O projeto HOCOMA é a empresa líder no mercado global pelo desenvolvimento de produtos robóticos e sensoriais para a terapia funcional do movimento. A terapia é baseada no treinamento do *biofeedback* e na auto regulação. Possui um exoesqueleto robótico que permite a sustentação e movimentação do indivíduo. Dentre os demais produtos da empresa, o Armeo se destaca por se tratar de um produto exclusivo para o terapia da mão e do braço. Possui uma interface que simula um ambiente em que o usuário interage com ele. É um produto que permite o treinamento cognitivo associado ao movimento.

O Hospital da Criança de Boston desenvolveu um projeto que consiste em auxiliar o movimento do dedão da

Figura 15 - Produtos anti espásticos.



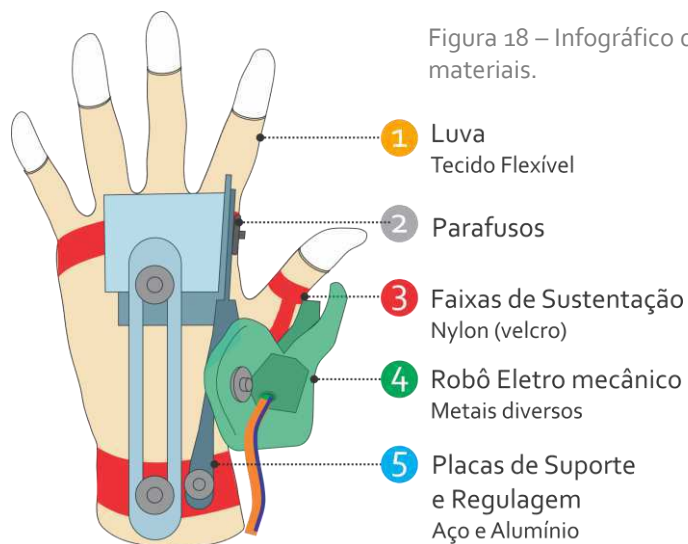
Figura 16 - Projeto Armeo da empresa Hocoma.



mão comprometida de crianças vítimas de paralisia cerebral hemiplégica com ajuda de um exoesqueleto robótico. O dispositivo se move de acordo com os movimentos naturais das articulações, para desenvolver o movimento de oposição do dedo. É um produto controlado pelo operador de computação responsável por programar o aparelho.



Figura 18 – Infográfico das partes e materiais.



Ações

1. Vestir a Luva
2. Conectar as faixas na mão
3. Adaptar produto a dimensão da mão
4. Controle eletro mecânico

Figura 19 - Quadro das ações de uso (IOTA).

2.5.3 Equipamentos de treinamento da força

Atualmente o mercado provê de um segmento de produtos que são voltados para a obtenção de **força** muscular. São os exercitadores de mão. Produtos destinados a pessoas com problemas funcionais devido à falta de força nos músculos e tendões dos antebraços e das mãos. Podem ser encontrados na reabilitação após intervenção cirúrgica de membros; terapia contra o stress com idosos; e também como brinquedos.

Não se caracterizam como concorrentes do produto em potencial, pois o projeto abordará o cognitivo em paralelo com o movimento, e desenvolverá o controle muscular e manual da criança – enquanto os produtos desta categoria são focados apenas na obtenção de força muscular.

Figura 20 - Categorias de exercitadores de mão.



Brinquedos



Fortalecedores



Produtos Terapêuticos



Figura 21 - Análise de brinquedo Squeeze Ball.

2.5.4 Tabela de Materiais

Os produtos das categorias acima foram organizado em uma tabela com objetivo de levantar os materiais utilizados, para futuramente definir os materiais compatíveis com o projeto.

| | Material | Processo de fabricação |
|---|---|---|
|  | ABS | Impressão 3D |
|  | Tecido Flexível Faixas de Nylon Material robótico | Corte e costura + Montagem específica |
|  | Látex | Molde a vácuo |
|  | Látex | Injeção |
|  | Borracha Theraband® | Vulcanização e corte |
|  | Espuma em PU | Injeção |
|  | Poliestireno Polipropileno Borracha SBR | Injeção |
|  | Borracha de silicone Poliuretano | Injeção |
|  | Poliestireno Borracha SBR Polipropileno | Injeção e extrusão |
|  | Gel de silicone Silicone Polipropileno | Injeção e sopro |
|  | Gel de silicone Polipropileno | Injeção |
|  | Silicone Polipropileno | Injeção |
|  | Silicone Pelúcia | Corte e costura + Injeção |

Tabela 1 - Tabela de materiais e processos.

2.5.5 Conclusão sobre as Tecnologias Assistivas

Através das análises sobre as tecnologias que assistem ao tratamento, foi possível perceber as particularidades de cada categoria, que irão contribuir no desenvolvimento do projeto.

O projeto não possui nenhum concorrente, pois será o primeiro produto a tratar do avanço cognitivo em relação ao movimento. Analisando os produtos robóticos, foi capaz de perceber a evolução da tecnologia para o tratamento, juntamente com a complexidade do tema.

O produto do projeto IOTA (figura 18) contém objetivo semelhante ao presente relatório. Porém possui partes complexas, que dependem da ação de profissionais para o manuseio do produto.

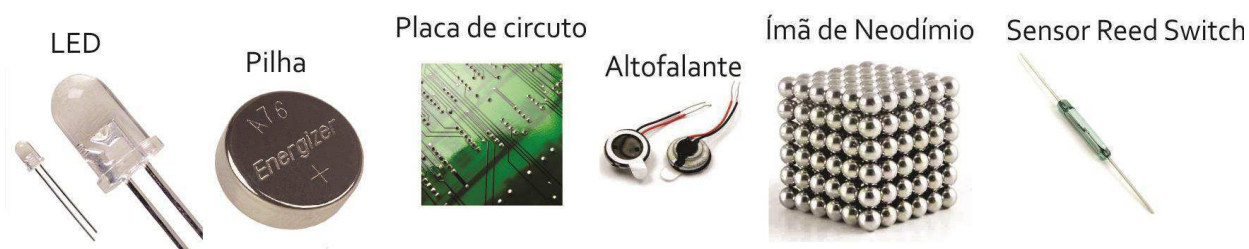
A categoria dos produtos para treino da força muscular, auxiliou o levantamento de diversos materiais que são compatíveis para a aplicação no produto. A análise do brinquedo pode concluir que a variação de textura será aproveitado no projeto. Através de uma tabela, foi possível listar os processos de fabricação para uma análise da viabilidade de produção.

Os materiais que mais se destacaram como mais compatíveis ao projeto são: O tecido flexível, faixas de nylon, o látex, o silicone, o gel de silicone, a borracha de silicone, a espuma de PU, o polipropileno e a pelúcia. (Ver apêndice 6.3 – Levantamento de Materiais)

2.6 Tecnologias

Foram pesquisados algumas tecnologias que são facilmente encontradas no mercado, para serem aplicadas na configuração da interface do produto: (Ver anexo 6.4 – Levantamento de tecnologias).

Figura 22 - Tecnologias a serem utilizadas neste projeto.



2.7 Diretrizes Projetuais

Requisitos e Parâmetros

Após o levantamento e análise dos dados, serão traçados diretrizes que irão delimitar o projeto através da função estética e simbólica, função ergonômica e função estrutural.

Tabela 2 – Requisitos e Parâmetros.

| | Requisitos | Parâmetros |
|------------|--|---|
| 1 | Estéticos / Semânticos | |
| 1.1 | Deve possuir elementos que remetam ao lúdico; | Uso de cores extraídas de painéis semânticos e formas do universo infantil. |
| 1.2 | Proporcionar interação intuitiva do usuário com o produto; | Utilizar formas cômicas e apresentar sistemas de informação direto. |
| 2 | Estruturais / Funcionais | |
| 2.1 | Desenvolver sistema que permita o movimento da mão sem interferência; | Velcro, botões e presilhas, e sistemas de encaixe. |
| 2.2 | Permitir comunicação através de uma interface de sistemas, de acordo com o impulso motor; | Utilizar sistema sensor <i>reed switch</i> e ímãs para a ativação da interface. |
| 2.3 | Estimular o sentido visual, auditivo e tátil da criança; | Configurar sistema eletrônico luminoso e sonoro, e utilizar a mudança de textura através da variação de material ou densidade |
| 2.4 | Apresentar sistema de alimentação eficiente e possibilidade ativação/desativação e regulagem de som; | Utilizar bateria tipo moeda, botão de liga/desliga e botões de regulagem do volume. |

| 3 | Ergonômicos | |
|-----|--|--|
| 3.1 | Permitir os movimentos básicos da mão e dos dedos (ver figura 13); | Utilizar materiais flexíveis que permitam o movimento (ver Levantamento de Materiais em apêndice 6.3). |
| 3.2 | Possuir dimensões condizentes com o público-alvo; | Utilizar medidas antropométricas coletadas na APAE (média de 6cm da espessura da palma). |
| 3.3 | Apresentar estrutura de acomodação aos dedos, a fim de permitir o movimento de oposição; | Estruturas como 'aneis' faixas e <i>affordances</i> , que acomodem os dedos. |
| 3.4 | Permitir a fácil conexão com a mão da criança; | Forma anatômica da mão e encaixes nos dedos |

3 Desenvolvimento

3.1 Anteprojeto

Esta etapa propõe a geração de alternativas para a proposta do novo produto, através das diretrizes do projeto traçadas anteriormente. Foram utilizadas técnicas de criatividade e a ferramenta do desenho manual para produzir ideias. Em seguida, foi escolhido o conceito que melhor se adequou aos objetivos e requisitos do projeto, para o desenvolvimento de sua estrutura, estética e usabilidade. Por fim, a concepção da interface proveniente dos sistemas elétricos embutidos.

De acordo com Baxter (2011), os produtos devem apresentar uma aparência visual que se adéque à sua função, ou seja, eles devem expressar visualmente sua tipologia e sua funcionalidade, sendo essa a essência da semântica do produto. Com isso, para dar início a geração de conceitos, serão buscadas palavras chaves que estejam ligados ao signo do produto. Foram retirados das diretrizes as palavras-chave: **cômico e flexível**.

Após gerar as ideias, os conceitos foram avaliados em relação aos requisitos do projeto. A ideia que mais se destacou, passou a ser desenvolvida de alternativas, que passaram por outro processo de avaliação para assim ser selecionado a melhor ideia. Em seguida foi desenvolvido a estrutura, ergonomia e estética do novo produto, através de sketches e esquemas informativos. Foi produzido um modelo volumétrico para auxiliar na concepção ergonômica, e produzido um modelo virtual que serviu de referência visual na execução do projeto.

3.1.1 Painel de Personagens

Com objetivo de traduzir o conceito cômico, foram buscados imagens de alguns personagens de desenhos animados para compor as referências visuais de formas e cores.

Figura 23 - Painel de Personagens e síntese morfológica e cromática

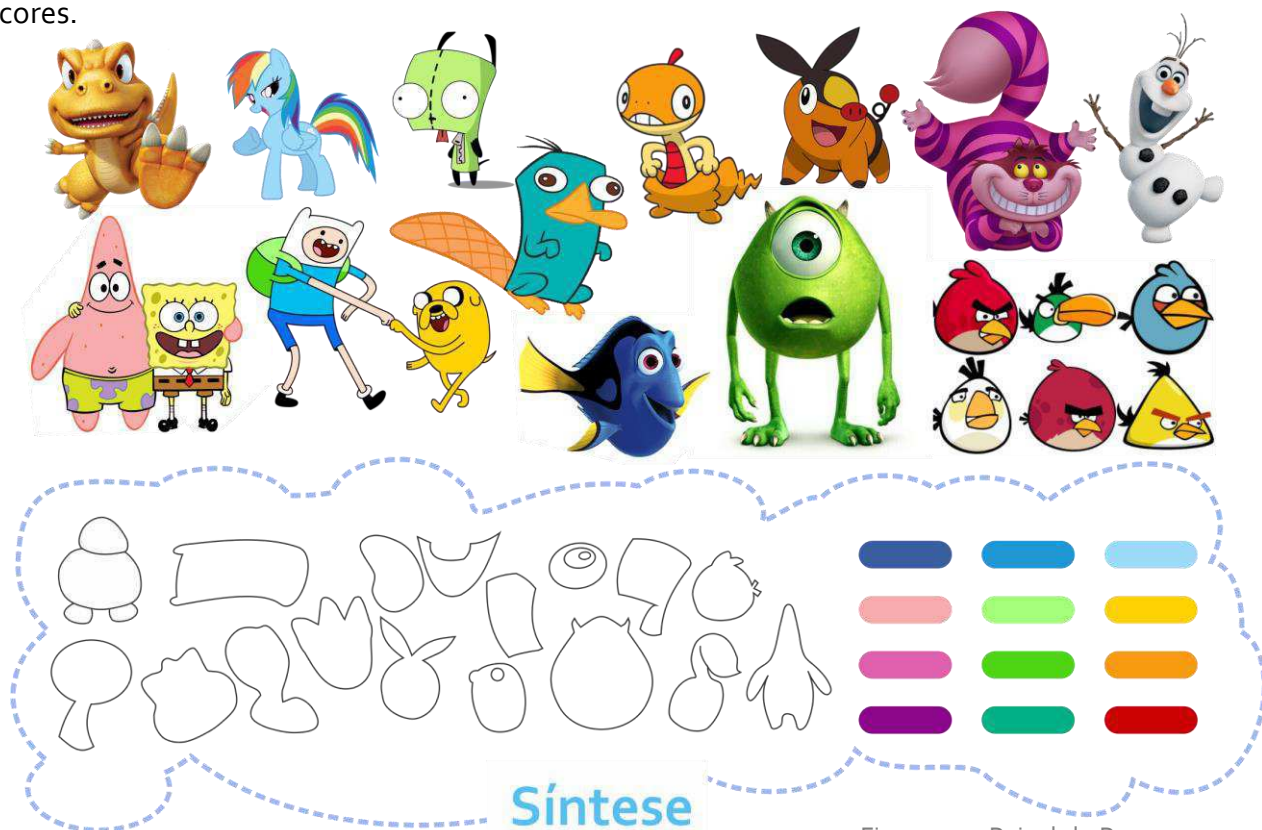


Figura 24 - Painel de Personagens e síntese morfológica e cromática.

O painel foi formulado utilizando alguns personagens da televisão e de jogos eletrônicos. As formas de alguns deles serviram como referências para as formas dos conceitos. As cores que mais se repetiram no painel de personagens foram selecionadas para compor a paleta de cores a ser exploradas nos estudos posteriores.

3.1.2 Geração de Conceitos

Foram desenvolvidos cinco ideias para o novo produto. Posteriormente, os conceitos serão avaliados a partir de cada um dos requisitos. Serão dadas notas de 1 a 3 aos requisitos estéticos, notas de 1 a 4 para os requisitos ergonômicos e notas de 1 a 5 para os requisitos funcionais. Os diferentes pesos para a avaliação dos conceitos servirão como equilíbrio,

pois são os requisitos mais importantes os funcionais, depois os ergonômicos e por fim, os estéticos.

O conceito melhor avaliado irá passar pelo refinamento da forma, que consistirá na composição de algumas alternativas através do desenho e de *sketch models*. A alternativa que mais atender aos objetivos do projeto, irá passar pela concepção funcional, ergonômica e estética.

3.1.2.1 Conceito 1

Baseado no fantoche tradicional, esse conceito é basicamente feito em pelúcia, poliéster e gel de silicone. Sua estrutura é toda costurada e bordada, e possui a fiação e componentes eletrônicos embutidos no revestimento em espuma.

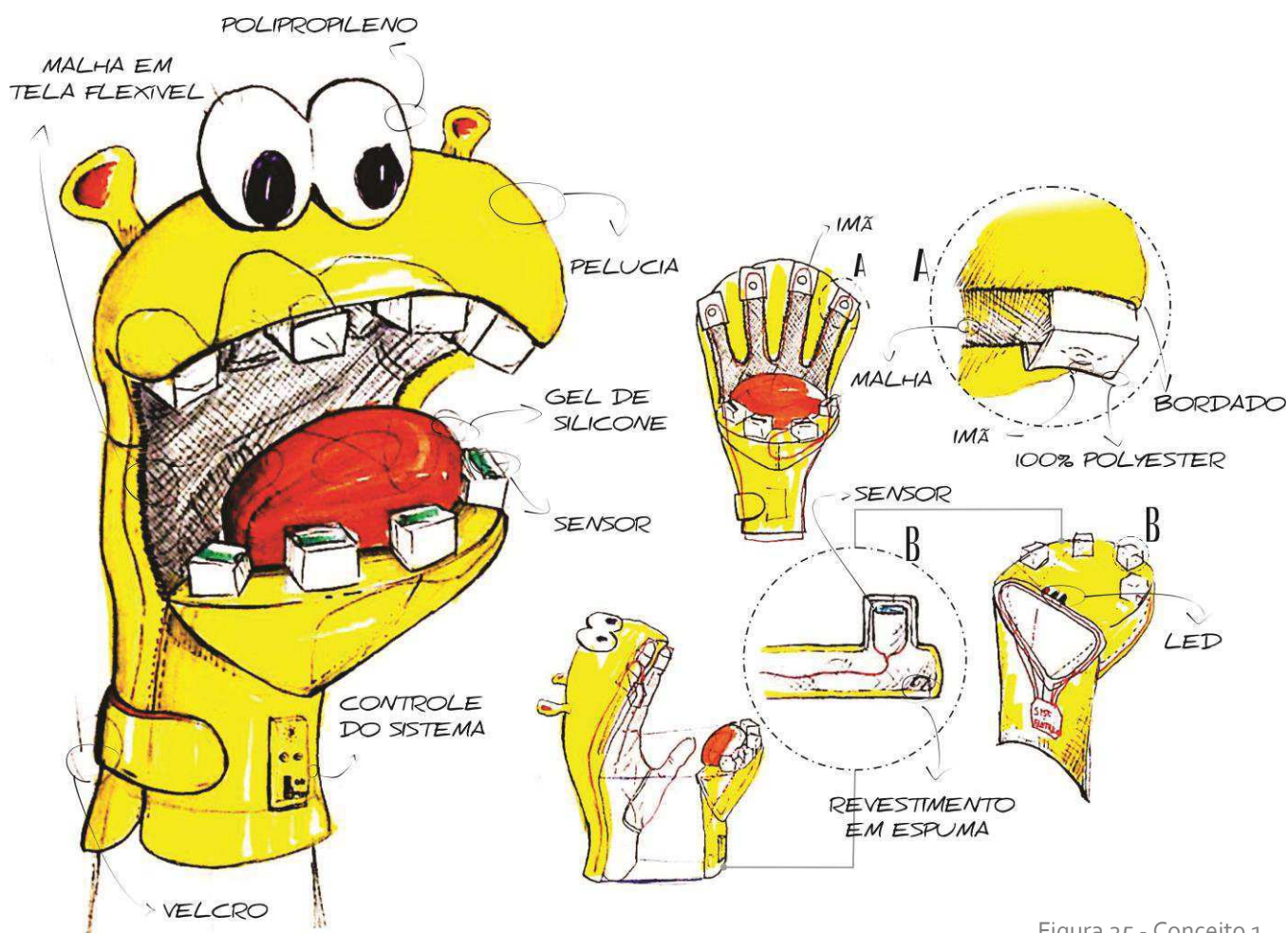


Figura 25 - Conceito 1.

[IMPRIMIR EM A3...

3.1.2.2 Conceito 2

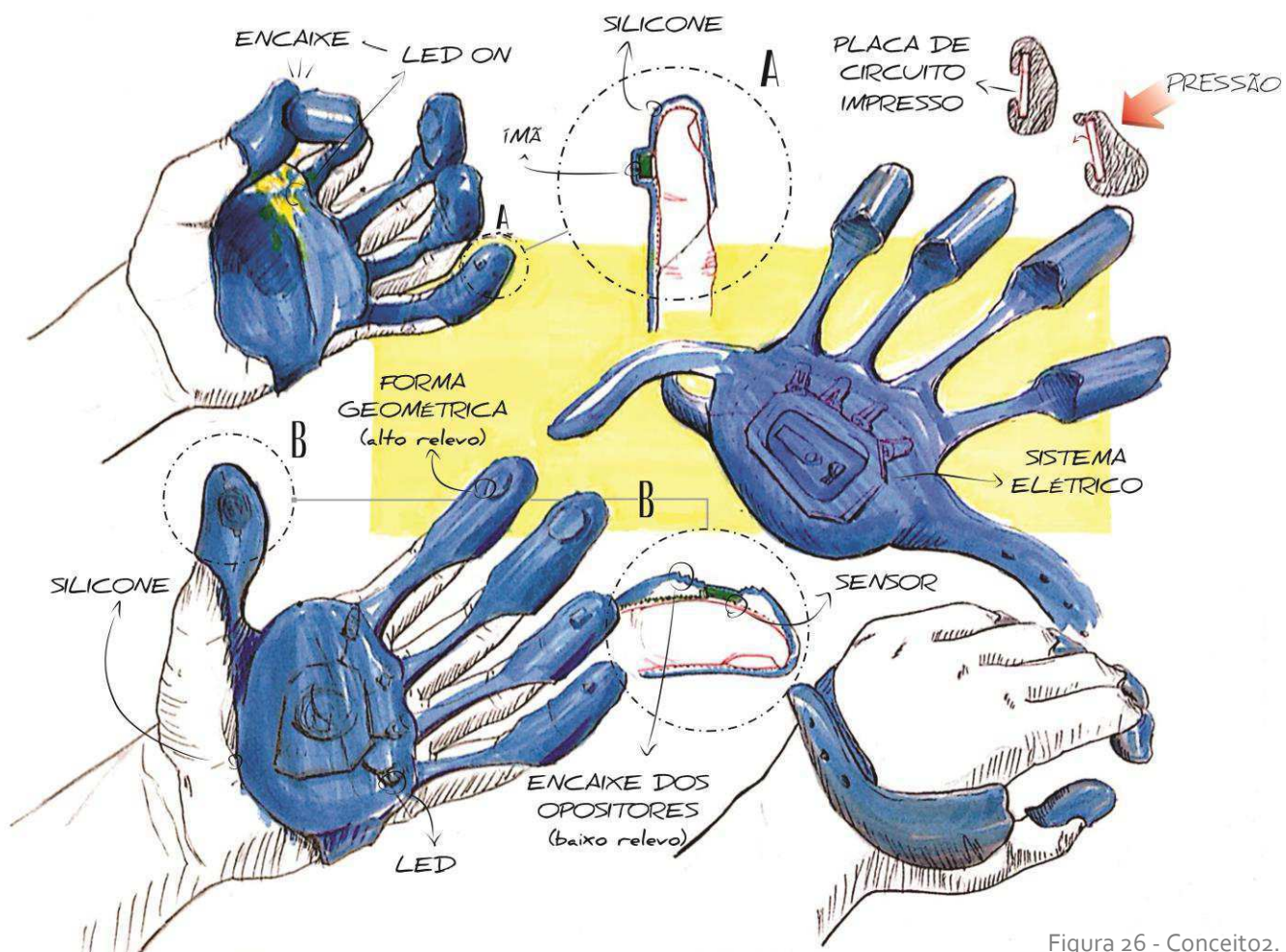


Figura 26 - Conceito2.

3.1.2.3 Conceito 3

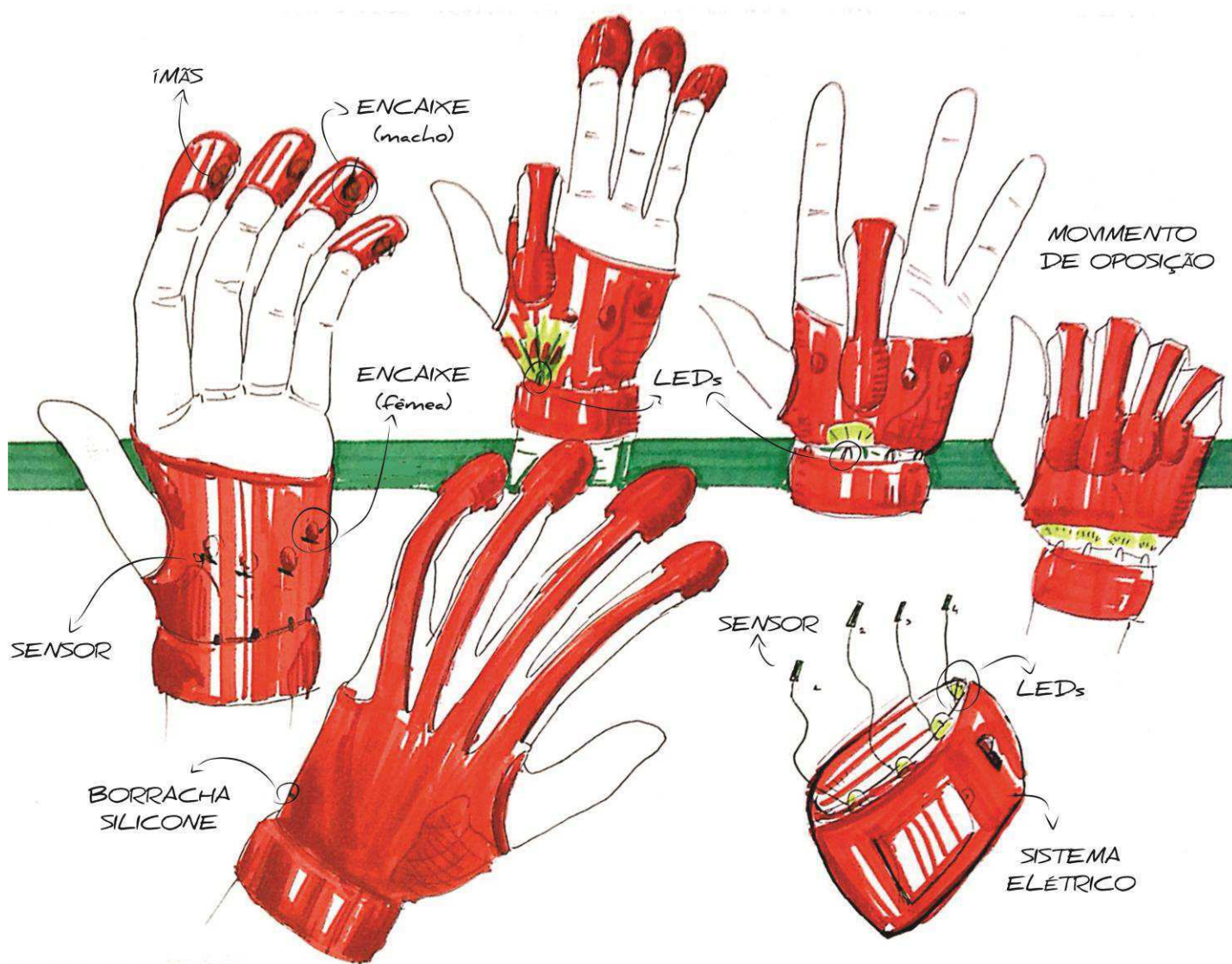


Figura 27 - Conceito 3.

3.1.2.4 Conceito 4

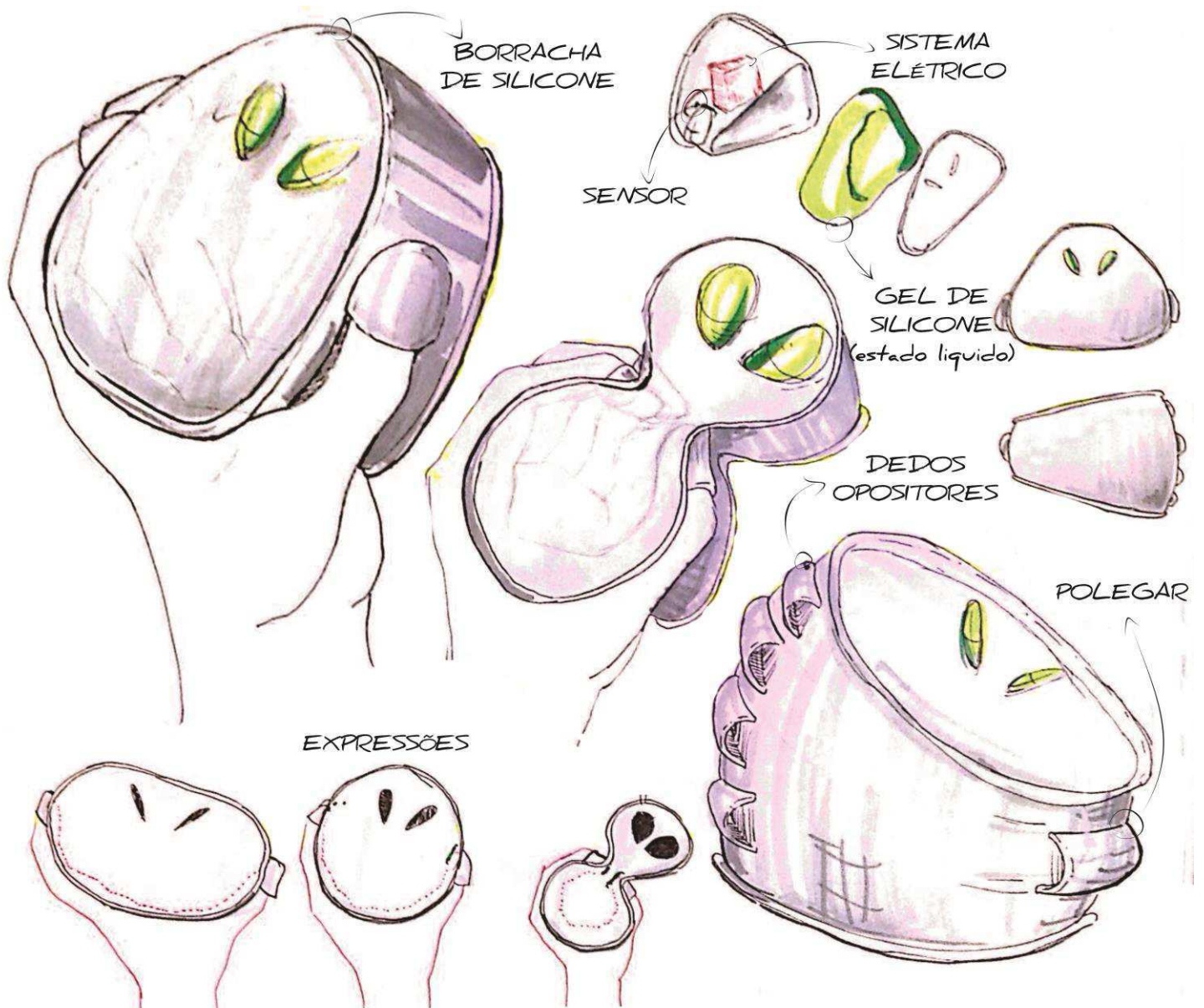


Figura 28 - Conceito 4.

3.1.2.5 Conceito 5

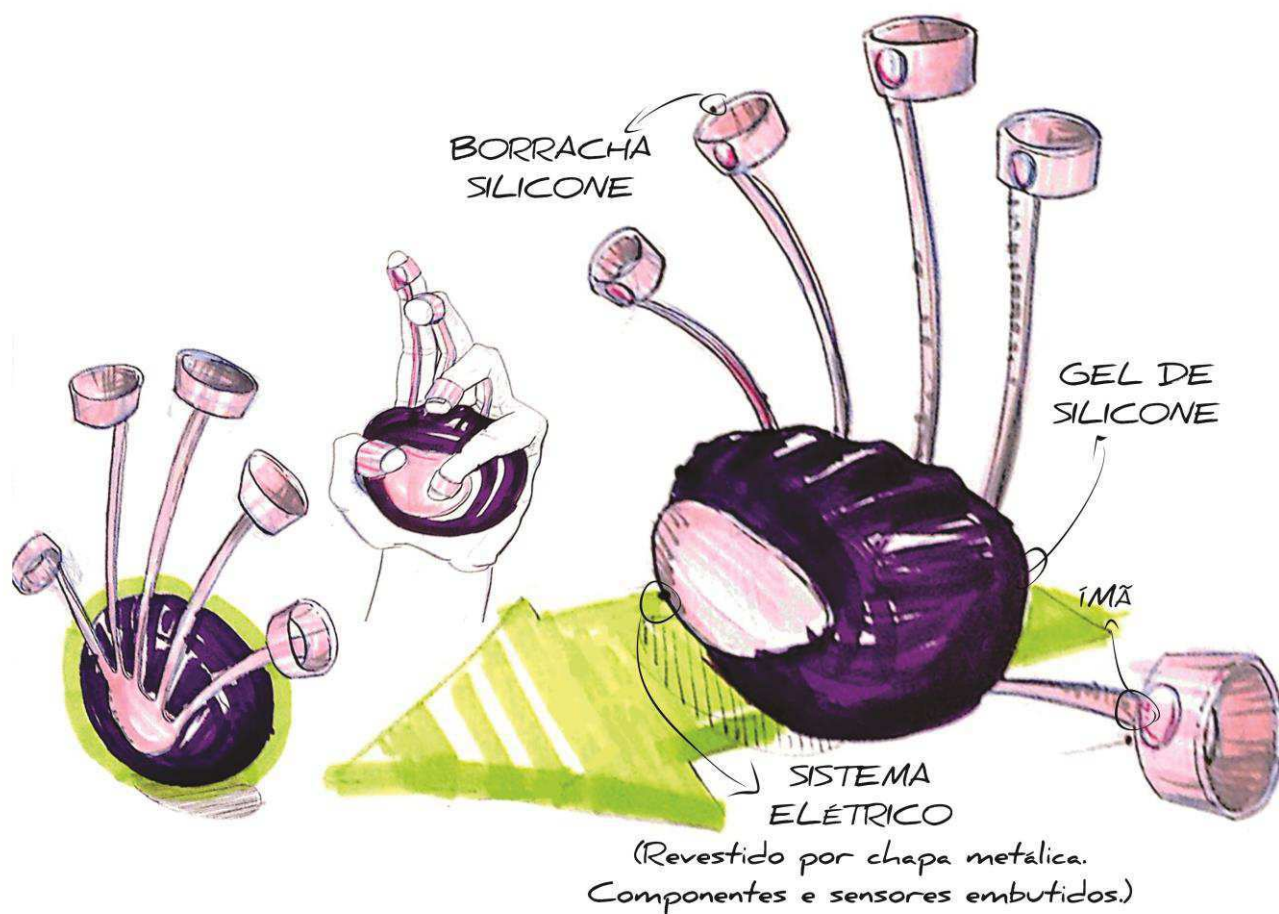


Figura 29 - Conceito 5.

...IMPRIMIR EM A3]

3.1.3 Tabela de Avaliação dos



| Diretrizes | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Peso Max |
|--------------|-----|----|----|----|----|----|----------|
| Estéticos | 1.1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | |
| | 1.2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | |
| Peso Max : 3 | | | | | | | |
| Estruturais | 2.1 | 1 | 5 | 3 | 4 | 3 | |
| | 2.2 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | |
| | 2.3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | |
| | 2.4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| Peso Max : 5 | | | | | | | |
| Ergonômicos | 3.1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | |
| | 3.2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | 3.3 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | |
| | 3.4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | |
| Peso Max : 4 | | | | | | | |
| | | 30 | 34 | 30 | 38 | 35 | |

Processo de Seleção

O processo de seleção iniciou por meio a uma votação. Foi elaborada uma tabela com os números dos requisitos, de modo que cada alternativa fosse avaliadas em todos eles.

Cada grupo de diretriz recebeu notas de acordo com sua importância no projeto. Nos requisitos mais importantes, os estruturais e funcionais, os conceitos receberam nota de 1 a 5; enquanto nos ergonômicos receberam nota de 1 a 4; e nos estéticos, 1 a 3.

A ideia melhor avaliada entre os requisitos foi o conceito 4, pois recebeu maior pontuação em relação aos demais.

3.1.4 Desenvolvimento da Ideia

O desenvolvimento do conceito foi iniciado através da execução de três alternativas, que foram avaliadas, e escolhida a melhor entre elas, levando em consideração a viabilidade de produção, usabilidade e simplicidade formal.

Tabela 3 - Avaliação das Alternativas

| | A | B | C |
|--------------|------|-------|------|
| Viabilidade | Ruim | Ótimo | Bom |
| Simplicidade | Bom | Ótimo | Ruim |
| Usabilidade | Ruim | Bom | Bom |

A alternativa B se destacou pela viabilidade produtiva e pela simplicidade formal. Possui boa adaptação a mão do usuário por possuir estruturas que acomodam os dedos e permitir o movimento deles. Sua usabilidade, estrutura e configuração serão desenvolvidas para cumprir com os demais requisitos do projeto.

Confecção de *Sketch Model*

Para estudos formais e volumétricos, foi desenvolvido um *mock-up* com massa de modelar, bexiga de assopro e arame. O modelo foi utilizado para estudar a forma anatômica da mão, e auxiliar no posicionamento dos dedos. A concepção ergonômica a seguir, foi realizada utilizando o *sketch model* como referência.

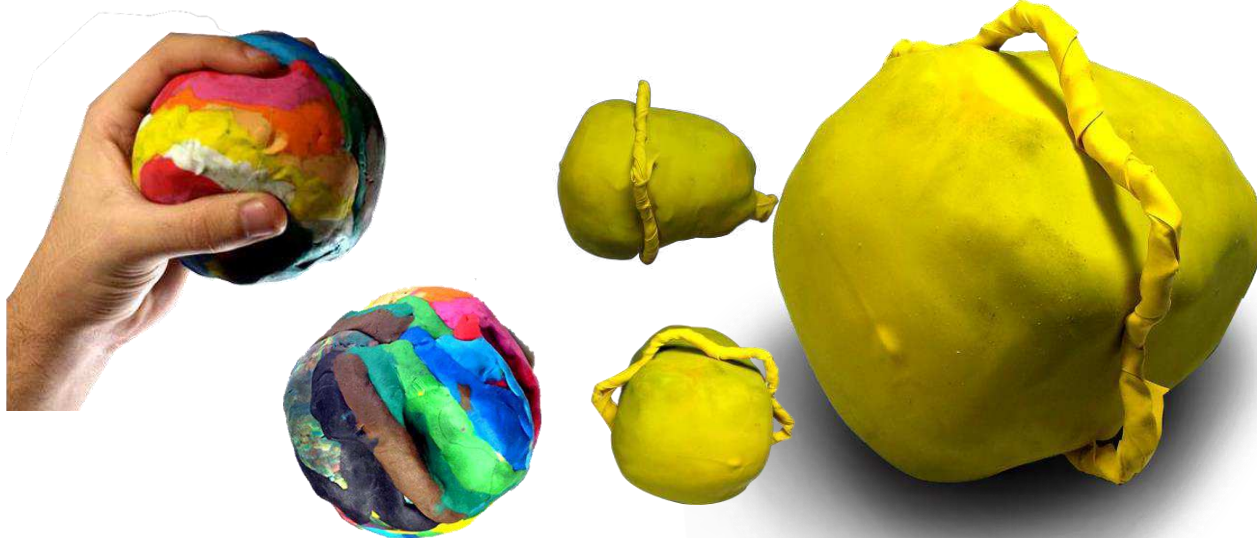


Figura 30 - Alternativas geradas.

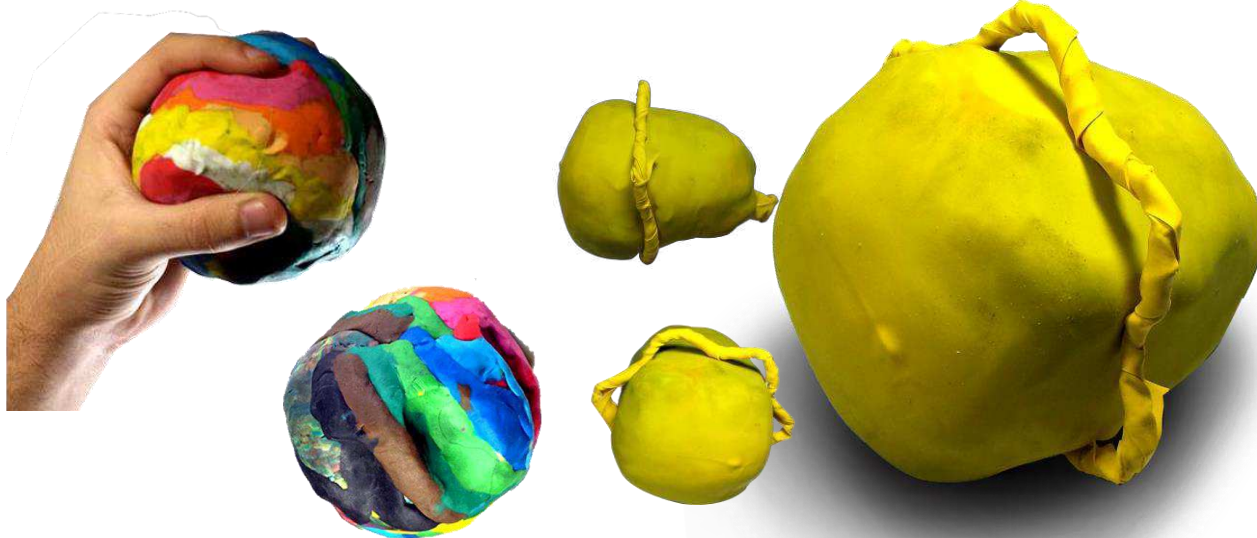
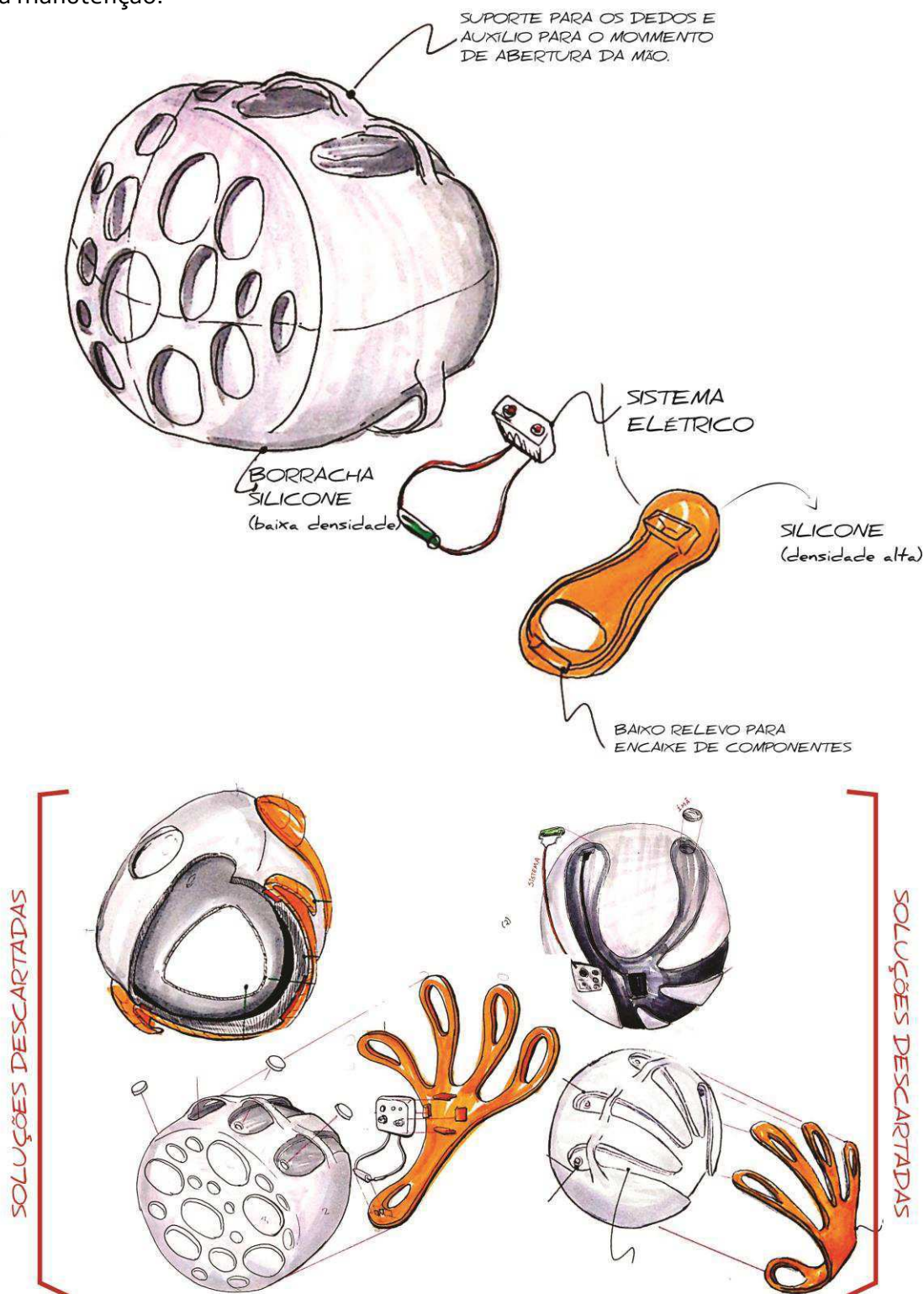


Figura 31 - Modelos volumétricos para estudos da anatomia da mão.

3.1.5 Composição Estrutural

Foi realizada a concepção da estrutura. O produto é composto por duas partes, em que uma delas comporta o sistema elétrico, enquanto a outra é responsável por comportar a mão do usuário. A estrutura foi projetada afim de conectar todos os componentes de maneira simples, que dá acesso a manutenção.

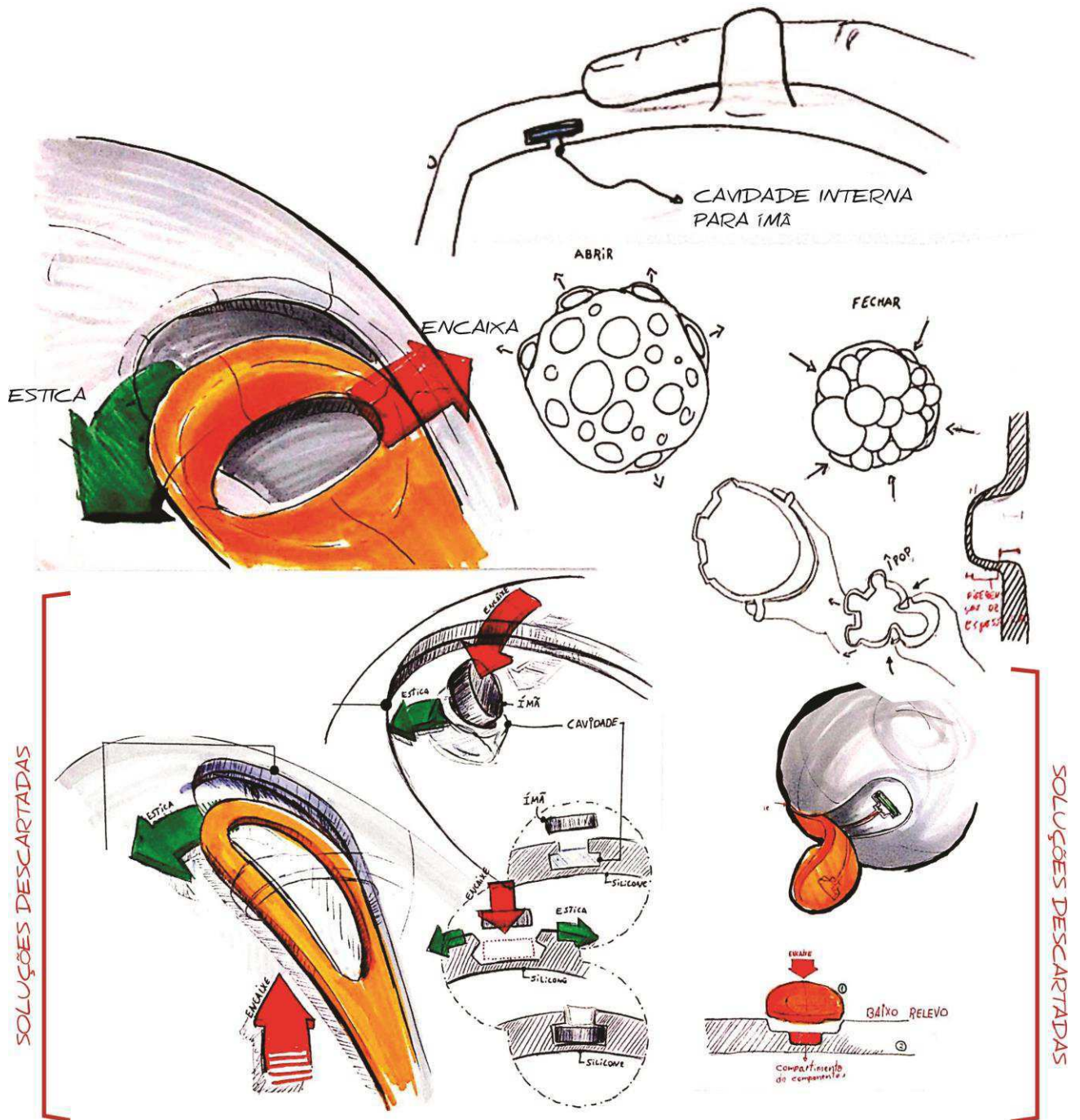
Figura 32 - Concepção estrutural



3.1.5.1 Sistemas Funcionais

Os sistemas funcionais do produto foram baseados nos encaixes por cavidade comuns em alguns produtos de silicone. Consiste em um orifício responsável por acomodar os componentes, que é encaixado através da propriedade elástica da borracha em silicone. As variações de espessura são responsáveis pela interação do usuário com o produto, através da movimentação dos dedos e da mão.

Figura 33 - Concepção de Sistemas funcionais.



3.1.6 Concepção Ergonômica

Utilizando as medidas antropométricas coletadas anteriormente, foram definidas os posicionamentos dos dedos, bem como a acomodação da mão. A fim de cumprir o terceiro objetivo específico ('Permitir uso em ambas as mãos'), as medidas que acomodam os dedos foram alteradas respeitando a **simetria**, considerando as medidas dos dedos maiores para a confecção do produto.

A limitação técnica indicada na imagem, indica os suportes dos dedos num mesmo eixo comum. Isso devido a viabilidade técnica do projeto do molde que compõe a fabricação da peça.

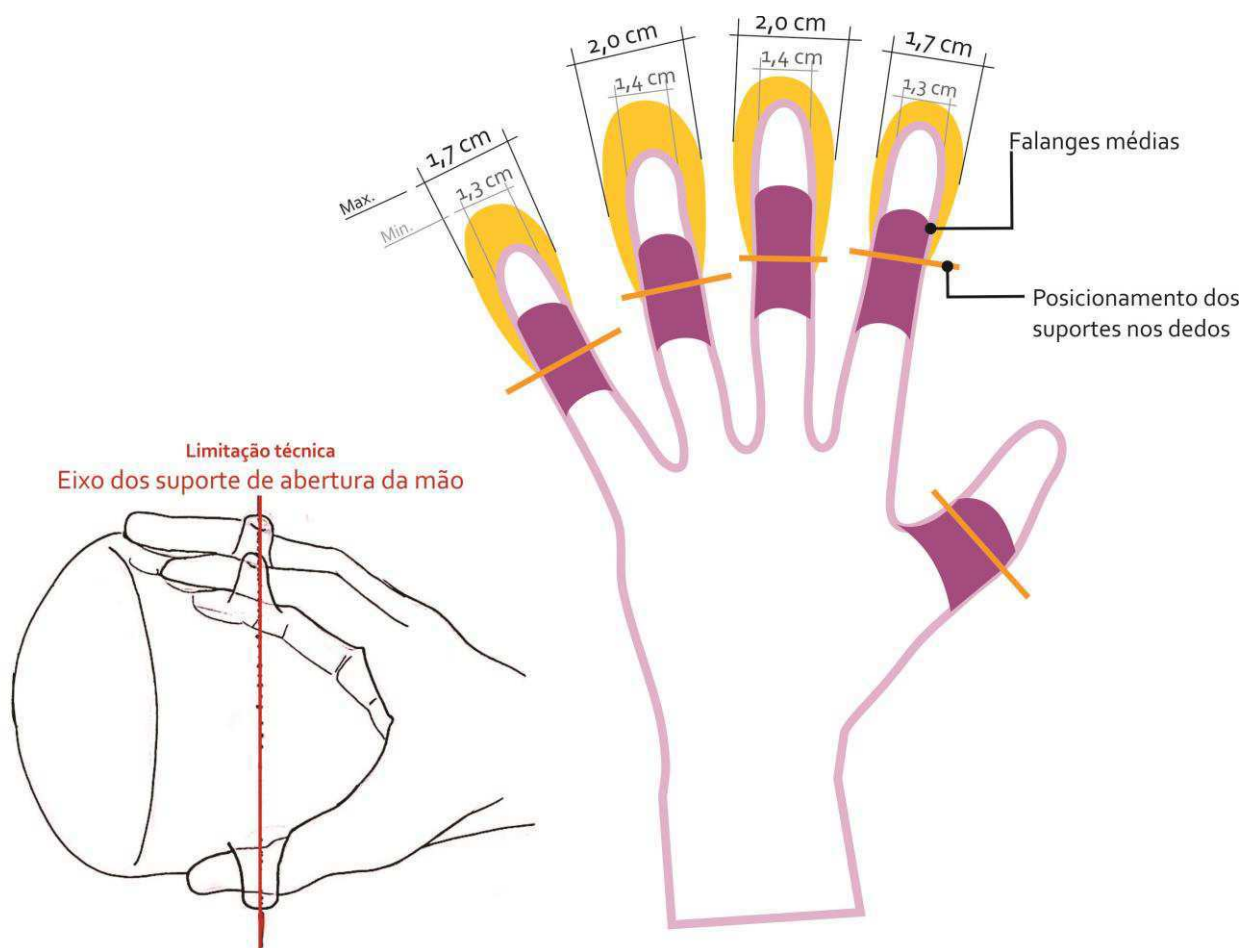


Figura 34 - Dimensões mínimas e máximas.

3.1.6.1 Tarefas

Por se tratar de um produto terapêutico, o uso se inicia por incentivo de um adulto. A conexão da mão com problema e o produto será realizado pelas mãos do adulto. Para a concepção ergonômica, foram identificadas as tarefas que cercam o uso do produto de maneira geral:

Tarefa 1: Ligar produto;

Ainda na mão do adulto, o produto é ativado através de um botão liga/desliga;

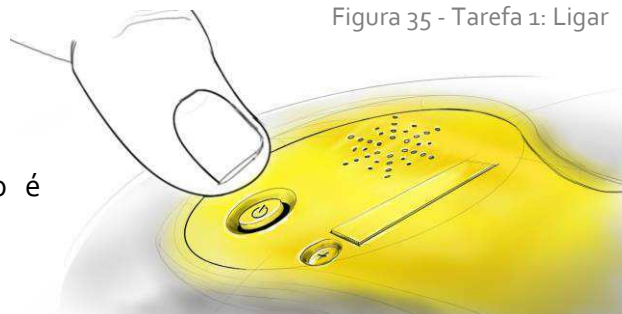


Figura 35 - Tarefa 1: Ligar

Tarefa 2: Encaixe do dedo polegar;

Com o produto em mãos, o adulto conduz o dedo polegar do usuário ao produto;

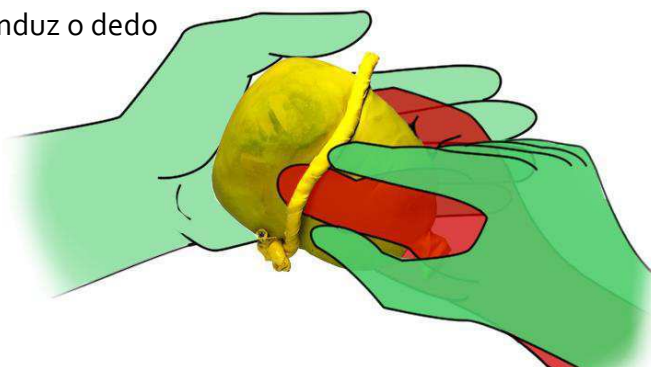


Figura 36 - Tarefa 2: Polegar.

Tarefa 3: Encaixe dos dedos opositores;

Após ligar o produto e sustentar o polegar, o adulto irá agora encaixar os dedos opositores nos seus respectivos espaços na configuração do produto.

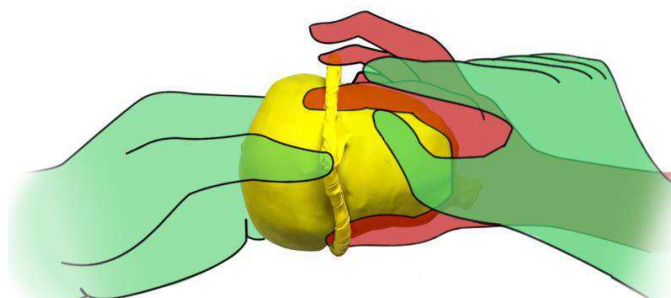


Figura 37 - Tarefa 3: Opositores.

3.1.6.2 Concepção do Sistema Elétrico

A concepção do sistema eletrônico iniciou-se no levantamento de tecnologias, onde foram selecionados os componentes presentes no projeto. Através das medições dos componentes, foi realizado um estudo de layout para melhor se adequar a montagem do brinquedo.

Sistema de Uso

Para comunicar o sistema de uso do produto, foi realizado um infográfico que informa que o LED e o Autofalante são ativados, quando o ímã entra no campo de alcance do sensor. No produto final, esses ímãs estarão posicionados nos dedos opostos e o sensor no polegar. Ao realizar o movimento de oposição, a criança ativará o brinquedo, que emitirá a luz e o som, com intuito de realizar o treinamento cognitivo pelo impulso do *biofeedback*.

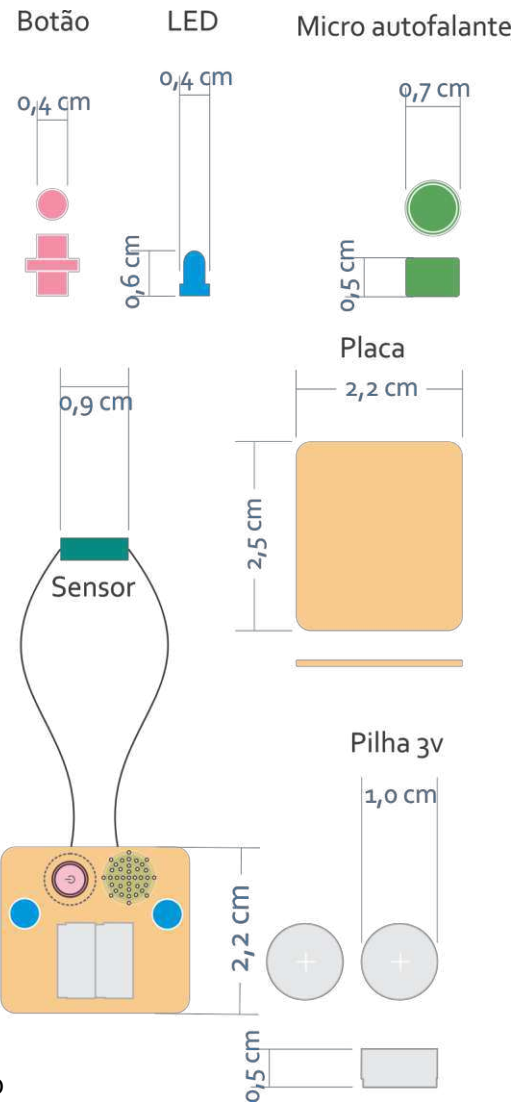
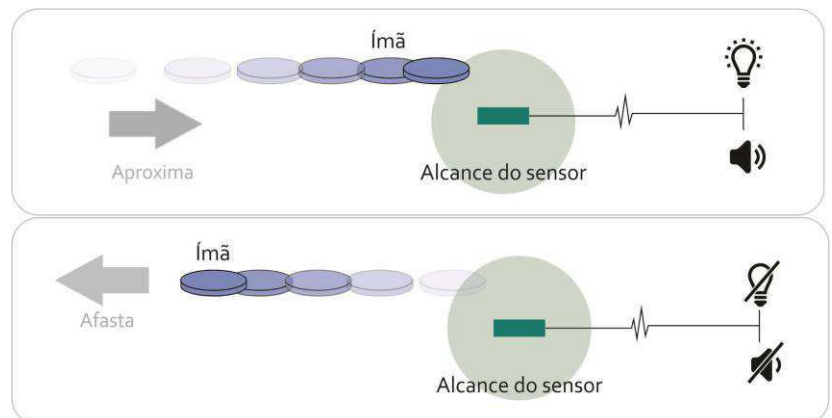


Figura 38 - Componentes em tamanho real.

Figura 39 - Sistema de Uso



3.1.7 Rendering Final do Produto



Figura 40 – Perspectiva final.



Figura 41 – Perspectiva da vista posterior.

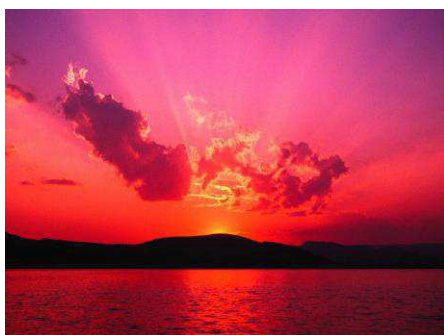


Figura 42 – Vistas ortogonais.

3.1.8 Conceção Estética

A partir da definição da estrutura, foi realizado a concepção estética, a fim de desenvolver a configuração formal do produto.

Utilizando a técnica do morfograma, alguns estudos de grafismos da forma frontal foram executados levando em conta a característica lúdica.

O estudo que melhor se enquadrou foi o exemplo 4, por possuir formas que mais se assemelham a forma total do produto, o que expressa unidade formal.

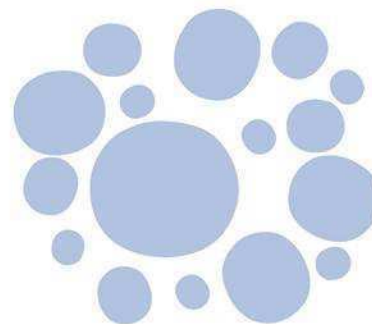
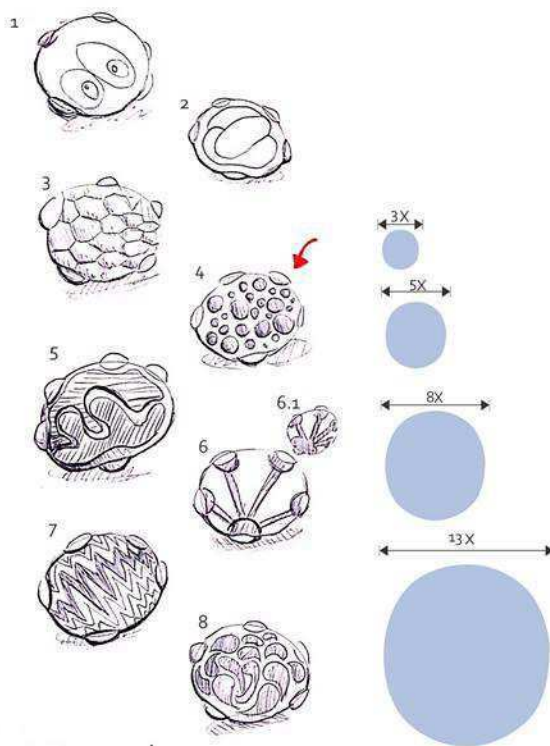
Após selecionar o estudo, foi aplicado no dimensionamento dos elementos a proporção áurea, de forma que adquira maior equilíbrio visual.

Aplicação Cromática

Utilizando as cores selecionadas no painel de personagens, foi realizado a aplicação das cores no produto. O silicone é um material que permite pigmentação em diversas cores, e diversas opacidades. Sabendo dessa propriedade do material, o produto passou por estudos relacionados a transparência e opacidade do mesmo.

Foram realizados exemplos do produto em silicone com opacidades média-alta e em média-baixa (translúcido).

As cores foram aplicadas respeitando a característica de unidade que o produto possui, então ambas as partes receberam a mesma cor, com objetivo de homogeneizar a configuração formal.

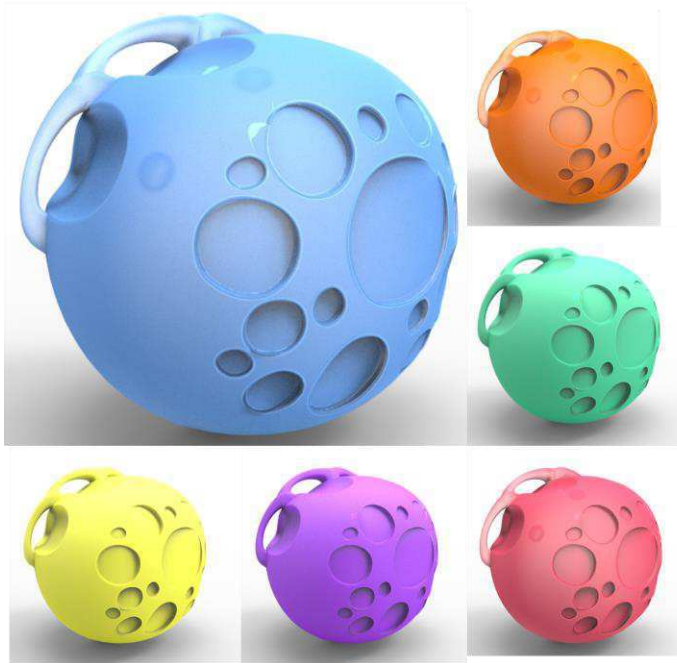


Disposição final dos elementos visuais

Figura 43 - Desenvolvimento morfológico.

Devido à emissão de luz do produto, a opacidade média-alta foi determinada para executar o projeto. Isso porque a luz emitida através do silicone opaco irá intensificar a pigmentação do produto, em quanto a luz emitida através silicone translúcido iria manter a intensidade alta da lâmpada.

Opacidade média-alta



Opacidade média-baixa



Figura 44 - Aplicação das cores.

3.1.9 Dimensionamento Básico

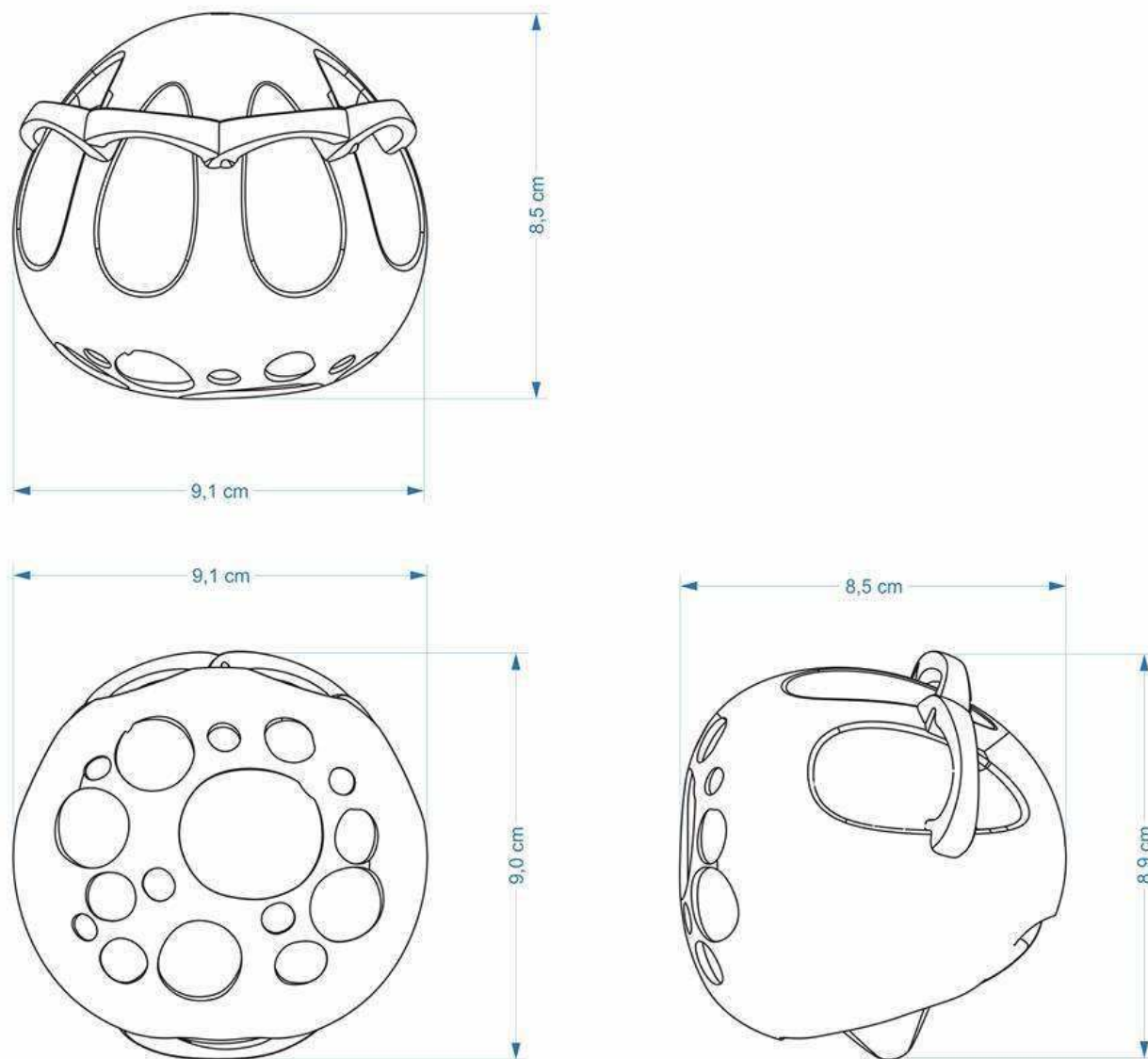


Figura 45 - Dimensionamento básico.

4 Projeto

4.1 Projeto

Nesta etapa, serão apresentadas as soluções finais estabelecidas no desenvolvimento deste projeto. O produto será discriminado, quanto a sua estrutura, usabilidade, funcionalidade, estética e seu detalhamento técnico.

Produto Final

Figura 47 – Vistas.

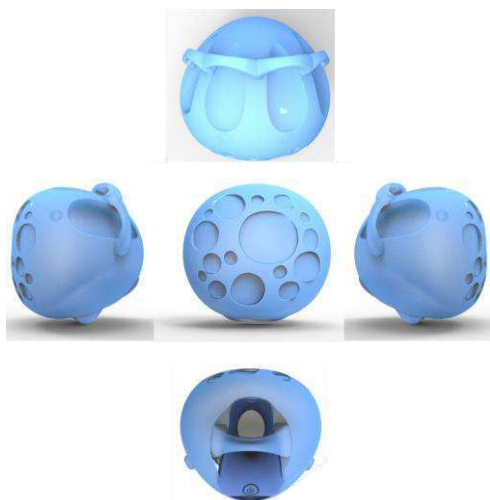
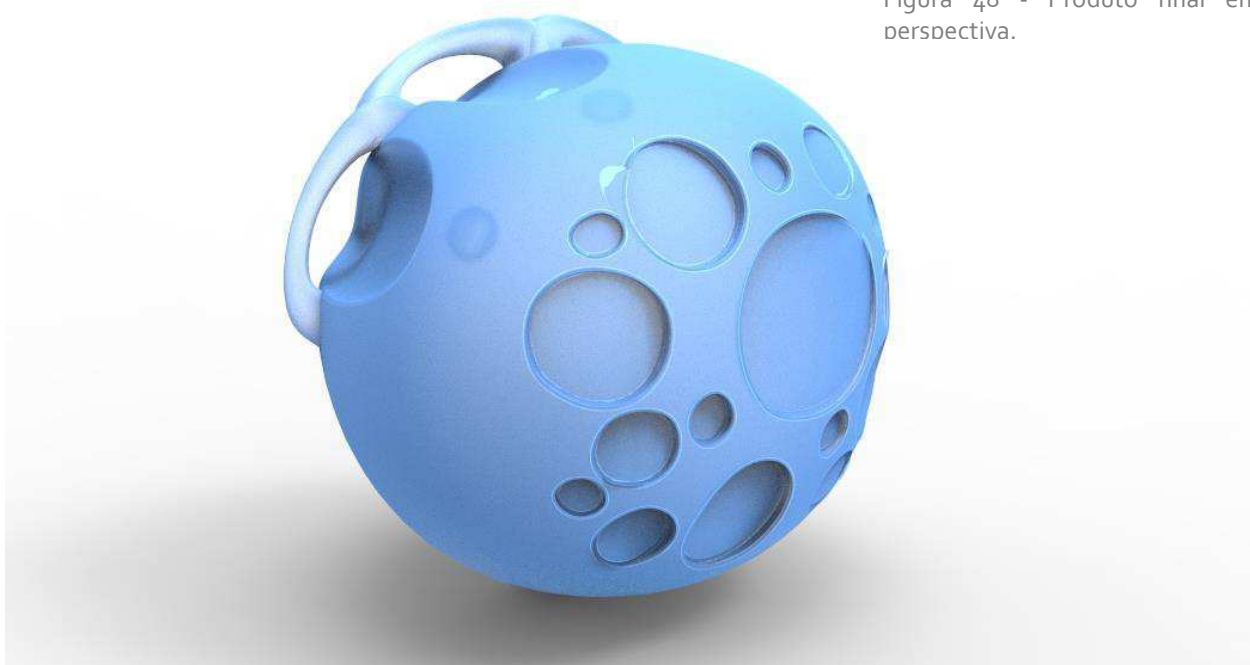


Figura 46 - Perspectiva posterior.



Figura 48 - Produto final em perspectiva.



4.2 Estrutura

Identificação das Partes



Figura 49 - Identificação das partes.



Figura 50 - Encaixe das partes.



Figura 51 - Perspectiva Explodida.



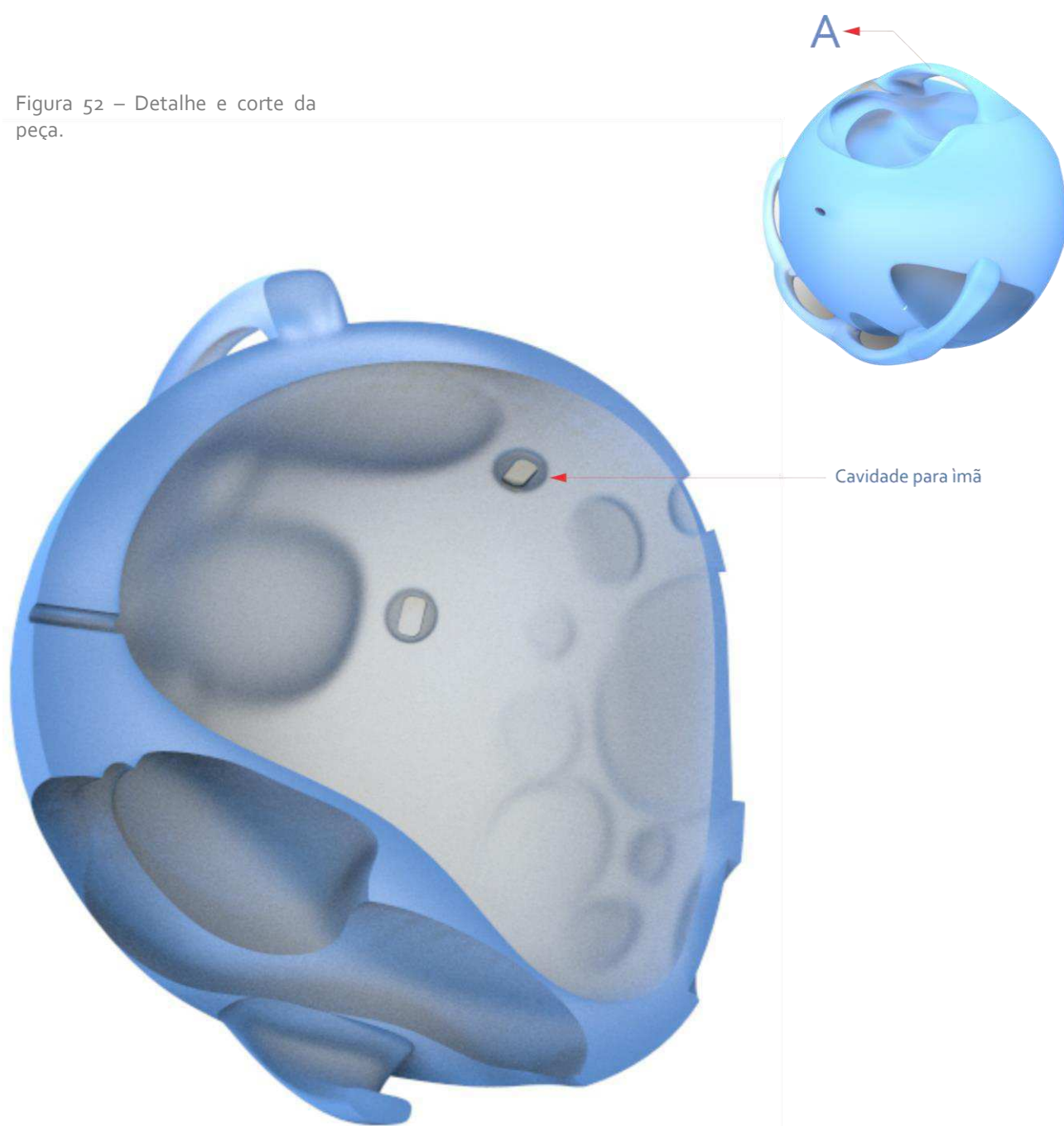
Tabela 4 - Nome, quantidade e processos.

4.2.1 Detalhes

Peça da mão:

É o encaixe do produto com os dedos opositores e a mão da criança. As alças presentes na estrutura (A) permitem que os dedos não percam o contato com o produto durante o uso. É responsável por estruturar a parte do polegar e o sistema elétrico. Possui cavidades na superfície interna responsáveis por acomodar os ímãs que ativam produto, ao realizar o movimento de oposição.

Figura 52 – Detalhe e corte da peça.



Peça do Polegar

A peça responsável por acomodar o dedo polegar possui estruturas que permitem o encaixe do sistema interno e os demais componentes. Possui um baixo-relevo capaz de conter o polegar e que informa um *affordance* simultaneamente. Sua forma possui sistemas que encaixam e acomodam a 'carenagem' que possui o sistema elétrico. É nessa parte que é realizado o acionamento do produto.

Figura 53 - Peça que acomoda o polegar e o sistema interno.

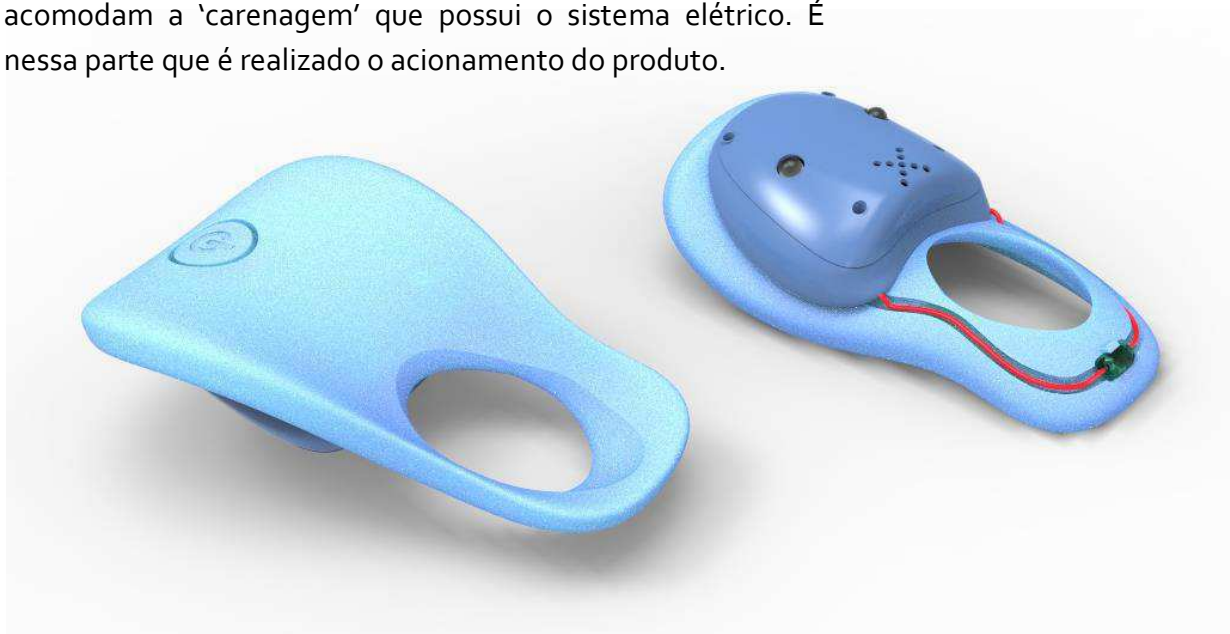
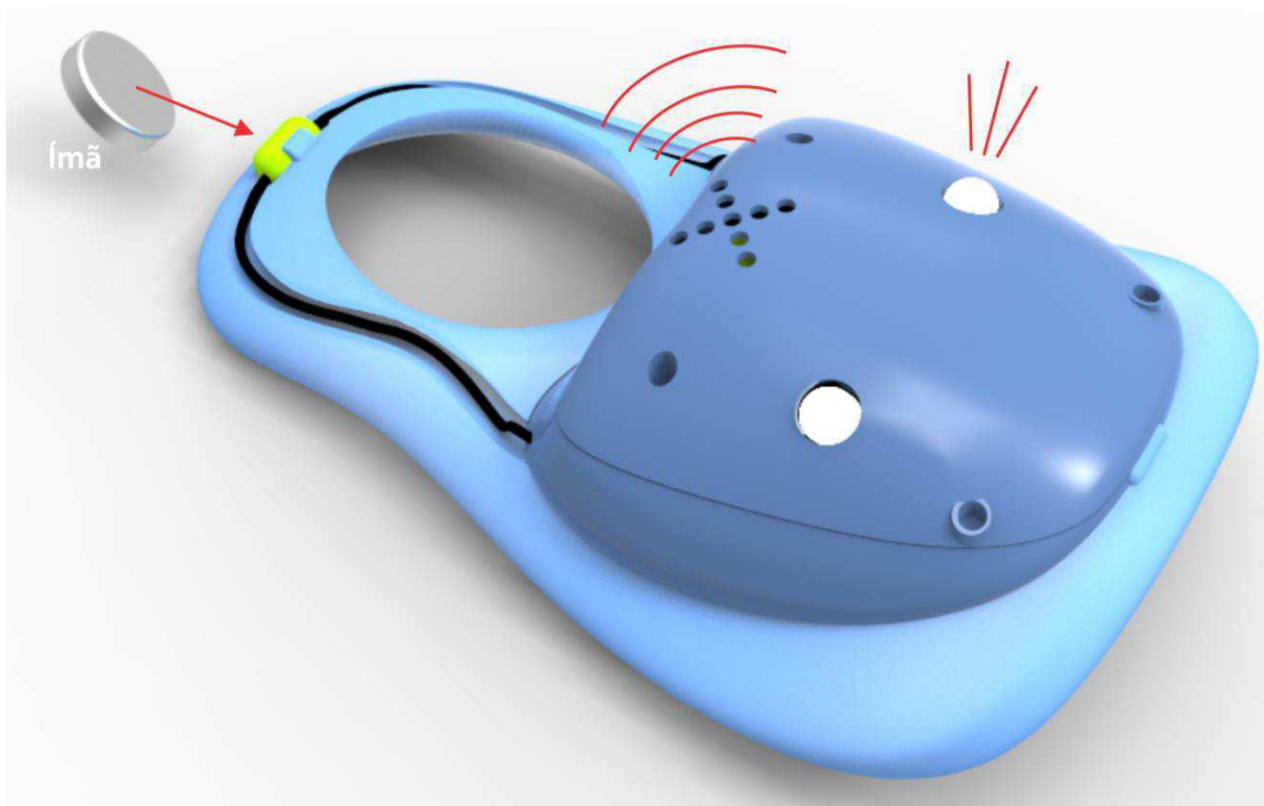


Figura 54 - Detalhe do encaixe.



O sistema é ativado quando o ímã é aproximado do sensor posicionado na extremidade da peça.

Figura 55 - Detalhe do acionamento.



Uma vez que um dos ímãs forem posicionados próximo ao sensor, é realizado a ativação dos feedback luminoso e sonoro, que irão ter a função de comunicar ao usuário a resposta de acordo com o impulso motor dos dedos e da mão.

Com objetivo de reforçar a informação, o sistema sonoro irá produzir um som "onomatopeico", que é emitido após um intervalo de 3 segundos do acionamento do sensor. Esse intervalo servirá como reforço da informação para comunicar que é necessário o impulso motor (abrir) para desativar o sistema luminoso e sonoro.

Figura 56 - Perspectiva explodida da peça do polegar.



4.3 Usabilidade



Figura 57 - Usabilidade do produto.

4.3.1 Funcionamento do Produto

Inicia-se com o adulto responsável por aplicar o tratamento ocupacional na criança:

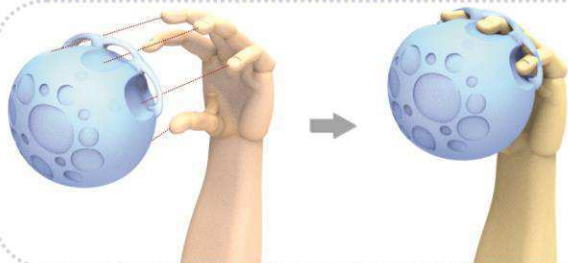
Figura 58 - Funcionamento

I. Acionar o produto:



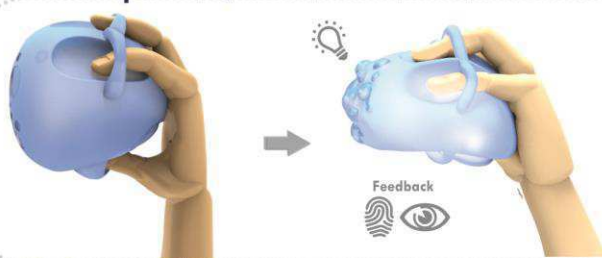
Para iniciar o uso, o responsável por aplicar o tratamento deve acionar o produto, através do botão *on/off* presente na peça do polegar.

II. Conectar com o usuário:



Após o acionamento, o responsável vai conectar o produto a mão da criança, encaixando os respectivos dedos nas posições apropriadas.

III. Apertar / Realizar movimento de oposição:



O usuário terá facilidade em fechar a mão, o que logo ativará a interface. O produto reagirá acionando os LEDs e exibindo a variação de espessura, o que remetem aos sentidos tátil e visual da criança.

IV. Interface acionada por mais de 3 segundos:



Ao manter a interface ativada por mais de 3 segundos, o auto faltante emite um som 'onomatopéico'. A criança receberá o 3º *feedback* sobre a ação, porém será uma informação retardada, com intuito de repetir a informação.

V. Desativar interface:



Após receber vários *feedbacks* do produto, e ainda o incentivo do responsável pelo tratamento, a criança perceberá que deve abrir a mão para desativar a interface. A partir da repetição desta ação, conclui-se o movimento terapêutico do abrir da mão.

4.4 Cores

Conforme definido na aplicação cromática, foram selecionadas cinco possibilidades de cor no produto. As partes possuem material com opacidade média, e acabamento fosco

Seguem abaixo as cores nas quais o produto está disponível e os respectivos códigos Pantone.

Figura 59 - Cores escolhidas.



4.5 Produto no Ambiente



Figura 60 - Produto no ambiente residencial.

4.6 Detalhamento Técnico

Os desenhos técnicos das partes e componentes do produto foram elaborados conforme as normas da ABNT NBR 10067, 8404, 10064 e 10126, e podem ser encontrados a seguir.

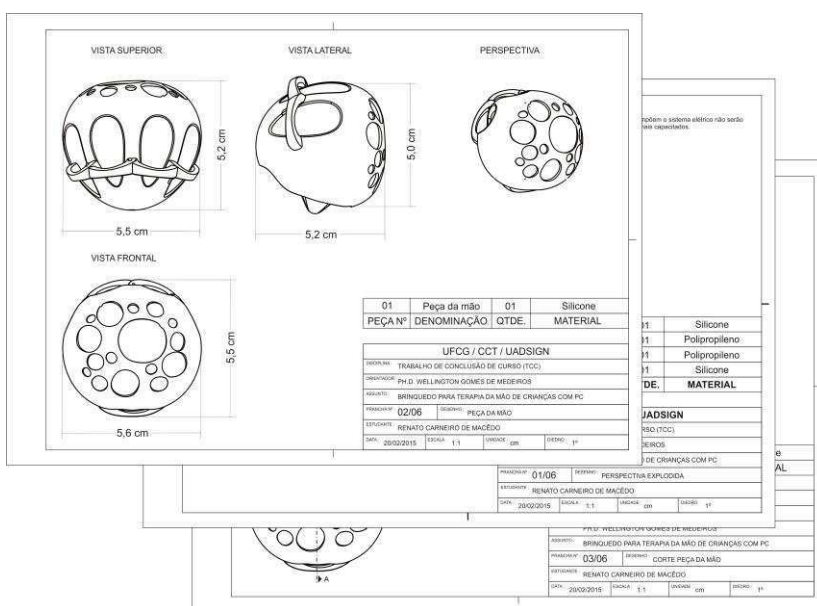


Figura 61 - Desenho Técnico ilustrativo.

5 Conclusões e Recomendações

5.1 Conclusões

Este projeto buscou entender o universo da criança com Paralisia Cerebral para projetar um produto inovador, que possa ser utilizado na recuperação física, possibilitando assim uma melhora na qualidade de vida a longo prazo.

Sabendo que se trata de um produto de saúde, foi possível obter um resultado satisfatório em relação ao Design. O brinquedo do projeto possui diversos elementos que estimulam a capacidade cognitiva da criança, além de possuir a função lúdica.

O contato direto com profissionais e professores das áreas adjacentes, como fisioterapia, engenharia de materiais, engenharia elétrica e engenharia mecânica, foi um fator determinante no sucesso do produto, pois coube ao Design unir de todas essas ciências e traduzir no produto em questão.

Este projeto pode ser adaptado a outros públicos que possuem a mesma condição em comum, a hemiplegia.

Conseguiu-se alcançar os objetivos traçados inicialmente, pois o produto final pôde atender a todos os requisitos identificados.

5.2 Recomendações

Para o desenvolvimento pleno e efetiva produção deste produto é necessário passar por uma revisão de profissionais especialistas em cada área que o projeto abrange. Os tópicos a seguir tratam de alguns pontos que precisam de revisão ou melhorias para a finalização do projeto:

- A forma das peças podem ser modificadas devido as limitações técnicas relacionados ao projeto do molde no processo de fabricação;
- Por se tratar de um público com alta disparidade antropométrica, o produto deve ser revisado quanto o dimensionamento, que foi realizado no projeto utilizando uma pequena amostra de pessoas;

- Para maior fundamentação e validade científica, é necessário que haja testes em pacientes reais, que seja possível a mensuração e avaliação de resultados. Para tal, uma versão mais simples do projeto pode ser desenvolvida, aproveitando apenas o sistema elétrico e utilizando o mesmo princípio do novo produto;
- É necessário utilizar a engenharia de materiais para especificar a densidade dos materiais de maneira mais precisa, pois o funcionamento do produto depende diretamente da densidade e flexibilidade do material;

6 Referências Bibliográficas

Bibliografia

AGNE, Jones E. **Eletrotermoterapia: teoria e prática**. Rio Grande do Sul: Orium, 2006.

ARNOULD, C; BLEYENHEUFT, Y; JEAN-LOUISTHONNARD. Hand functioning in children with cerebral palsy. **Frontiers in Neurology**. v.5, n. 48, 2014

ALVARENGA, Flavia Bonilha. **Uma abordagem metodológica para o projeto de produtos inclusivos**. 2006. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000405823>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

BISSCHOP G, BISSCHOP E, COMMANDRÉ F. Vi- brações Mecânicas. In:_____. **Eletrofisioterapia**. São Paulo,SP: Santos,2001

BAX, M. et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, [S.l.], v. 47, n. 8, p. 571-576, Aug. 2005.

BAXTER, M. Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos. Trad. Itiro lida. 3º ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

BRASIL, Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 02 jul. 2014;

BONSIEPE, G. Teoría y Práctica del Diseño Industrial: elementos para una manualística crítica - Colección Comunicación Visual. Barcelona: Gustavo Gilli, 1978.

Castro CC, Batistela F, Martini G, Fonseca J, Montesanti L, Oliveira MC. Correlação da função motora e o desempenho funcional nas atividades de auto-cuidado em grupo de crianças portadoras de paralisia cerebral. *MedReabil*. 2006;25(1):7-11.

CESÁRIO, C.M.M.; PENASSO, P.; OLIVEIRA, A.P.R. Impacto da disfunção motora na qualidade de vida em pacientes com Acidente Vascular Encefálico. **Rev. Neurociência**. V. 14, n. 1, São Paulo, 2006.

CHAGAS, PSC *et al.* Classification of motor function and functional performance in children with cerebral palsy. *Rev Bras Fisioter.* v.12, n.5, p. 409-16, 2008.

COIMBRA, Associação de Paralisia Cerebral de. **Paralisia Cerebral**. Disponível em: <http://www.apc-coimbra.org.pt/?page_id=65>. Acesso em: 20 out. 2014.

DIAMENT, A. Encefalopatia crônica na infância (paralisia cerebral). In: Diament A & Cypel A, editores. **Neurologia Infantil**. 3ª ed. São Paulo: Atheneu; 1996. p.781-98.

ELIASSON, AC *et al.* The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. **Developmental Medicine and Child Neurology**. 2005. Disponível em: <http://www.macs.nu/files/MACS_Portuguese-Brazil_2010.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

ELIASSON, AC *et al.* The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scaled development and evidence of validity and reliability. **Dev Med Child Neurol**. 2006;48(7):549-54.

FIDEL, KM *et al.* Improvements in hand function after intensive bimanual training are not associated with corticospinal tract dysgenesis in children with unilateral cerebral palsy. **Exp Brain Res**. v. 232, p. 2001-2009, 2014;

FINK, John K. **The Hereditary Spastic Paraplegias: Nine Genes and Counting**. 2003. Disponível em: <<http://archneur.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=784483>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

FONSECA, LF. *et al.* Encefalopatia crônica (paralisia cerebral). In: FONSECA, L. F.; XAVIER, C. C.; PIANETTI, G. **Compêndio de neurologia infantil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2011. p. 669-679;

GAJEWSKA, E; SOBIESKA, M; SAMBORSKI, W. Associations between Manual Abilities, Gross Motor Function, Epilepsy, and Mental Capacity in Children with Cerebral Palsy. **Iran J Child Neurol**. v.8, p. 45-52, 2014;

Koman LA, Smith BP, Shilt JS. Cerebral palsy. *Lancet*. 2004;363(9421):1619-31

LEITE, J; PRADO, G. Paralisia Cerebral - Aspéctos Fisioterapeúticos e Clínicos. **Revista de neurociências**. v.12, n.01, p.41-45, 2004;

MANCINI, MC. Comparaçã do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. *ArqNeuropsiquiatria* . v.60, n.2-B, p.446-452, 2002.

MANDALESON, Aet al. Classifying Cerebral Palsy: Are We Nearly There? **J Pediatr Orthop**. 2014.

MASSOCO, Daniela Zanatto da Silva; LUCINIO, Luana Aparecida; SANTOS, Rosangela Monteiro dos. Hemiplegia: Uma Revisão Bibliográfica. **3º Encontro Científico do GEPro**. Jahu, p. 3-4. jul. 2013. Disponível em: <<http://geprofatecjahu.com.br/anais/2013/24.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2014.

MINISTERIO DA SAUDE. Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral. Brasília, 2013;

ODDING, E; ROEBROECK, ME; STAM, HJ. The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors. **Disabil Rehabil**. v.28, n.4, p.183-191, 2006.

ORTOLAN, Rodrigo Lício; REIS, Graziela Saraiva; MAGRO, Lúcia Souza. Tratamento de terapia vibratória em pacientes com espasticidade. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 1, n. 18, p.67-74, jan. 2005. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/RFM?dd1=536&dd99=pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2014.

PARKER, Jack; MOUNTAIN, Gail; HAMMERTON, Jackie. A review of the evidence underpinning the use of visual and auditory feedback for computer technology in post-stroke upper-limb rehabilitation. **Disability And Rehabilitation. Assistive Technology**. Sheffield, p. 456-472. fev. 2011.

QUIROFISIO ULISSES GAMA (Campinas). **Terapia manual**. Disponível em: <<http://quirofisio.com/fisioterapia-terapia-manual/>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

RICHARDS, C.; MALOUIN, F. Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation. **Elsevier B.v.**, Quebec, v. 111, n. 1, p.1-2, maio 2013. Disponível em:

<http://www.researchgate.net/publication/236457423_Cerebral_palsy_definition_assessment_and_rehabilitation>. Acesso em: 03 nov. 2014.

ROSENBAUM, P. et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy april 2006. *Developmental Medicine and Child Neurology*, [S.l.], v. 49, n. 2, p. 8-14, 2007.

Rotta NT. Paralisia cerebral, novas perspectivas terapêuticas. *Jornal de Pediatria - Vol. 78, Supl.1*, 2002

TERRA, Márcia Regina. **O Desenvolvimento Humano na Teoria de Piaget**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/iel/site/alunos/publicacoes/textos/d00005.htm>>. Acesso em: 26 out. 2014.

TESSIER, DW; HEFNER, JL; NEWMeyer, A. Factors Related to Psychosocial Quality of Life for Children with Cerebral Palsy. *Int J Pediatr*. v.2014, p.1-6, 2014

TASSINO, Márcio. O que é Biofeedback. Disponível em: <http://www.tassino.com.br/biofeedback_oquee.htm>. Acesso em: 03 nov. 2014.

ZANINI, Graziela; CEMIN, Natália Fernanda; PERALLES, Simone Nique. Paralisia Cerebral: Causas e Prevalências. **Fisioterapia em Movimento**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p.1-4, set. 2009.

7 Apêndices

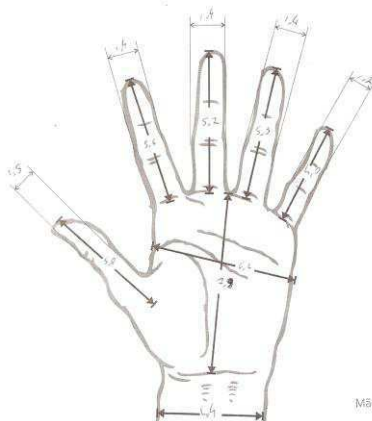
7.1 Formulários de coleta de dimensões



 Universidade Federal de Campina Grande

Dimensionamento Antropométrico

FORMULÁRIO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EM CRIANÇAS
 7 - 10 anos

Nome da criança: Henrique Sexo: F M
 Nome da mãe ou responsável: _____ Telefone: _____
 Data de nascimento: / / Idade: 1 ano Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____
 Patologia associada: N S Qual? _____

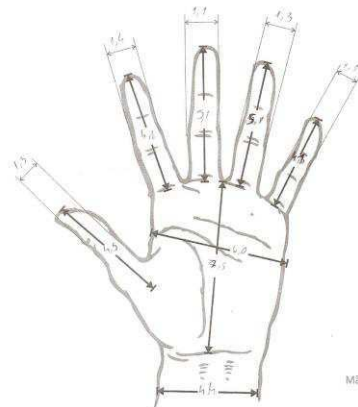




 Universidade Federal de Campina Grande

Dimensionamento Antropométrico

FORMULÁRIO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EM CRIANÇAS
 7 - 10 anos

Nome da criança: Thales Aral Sexo: F M
 Nome da mãe ou responsável: Luciana Telefone: _____
 Data de nascimento: 05/08/2009 Mãe: 8,20m Peso: 5,0kg Altura: _____ IMC: _____
 Patologia associada: N S Qual? _____

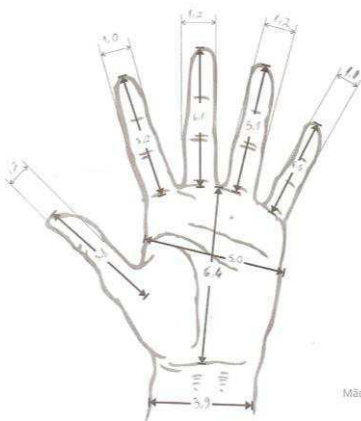




 Universidade Federal de Campina Grande

Dimensionamento Antropométrico

FORMULÁRIO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EM CRIANÇAS
 7 - 10 anos

Nome da criança: Drone Sexo: F M
 Nome da mãe ou responsável: Tereza Telefone: _____
 Data de nascimento: 21/12/2009 Idade: 7 Peso: 2,7kg Altura: _____ IMC: _____
 Patologia associada: N S Qual? _____




 Universidade Federal de Campina Grande

Dimensionamento Antropométrico

FORMULÁRIO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EM CRIANÇAS
 7 - 10 anos

Nome da criança: Thales Sexo: F M
 Nome da mãe ou responsável: _____ Telefone: _____
 Data de nascimento: / / Idade: 7 Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____
 Patologia associada: N S Qual? Diagnose

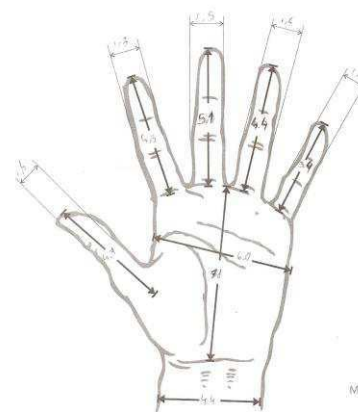


Figura 62 - Formulários

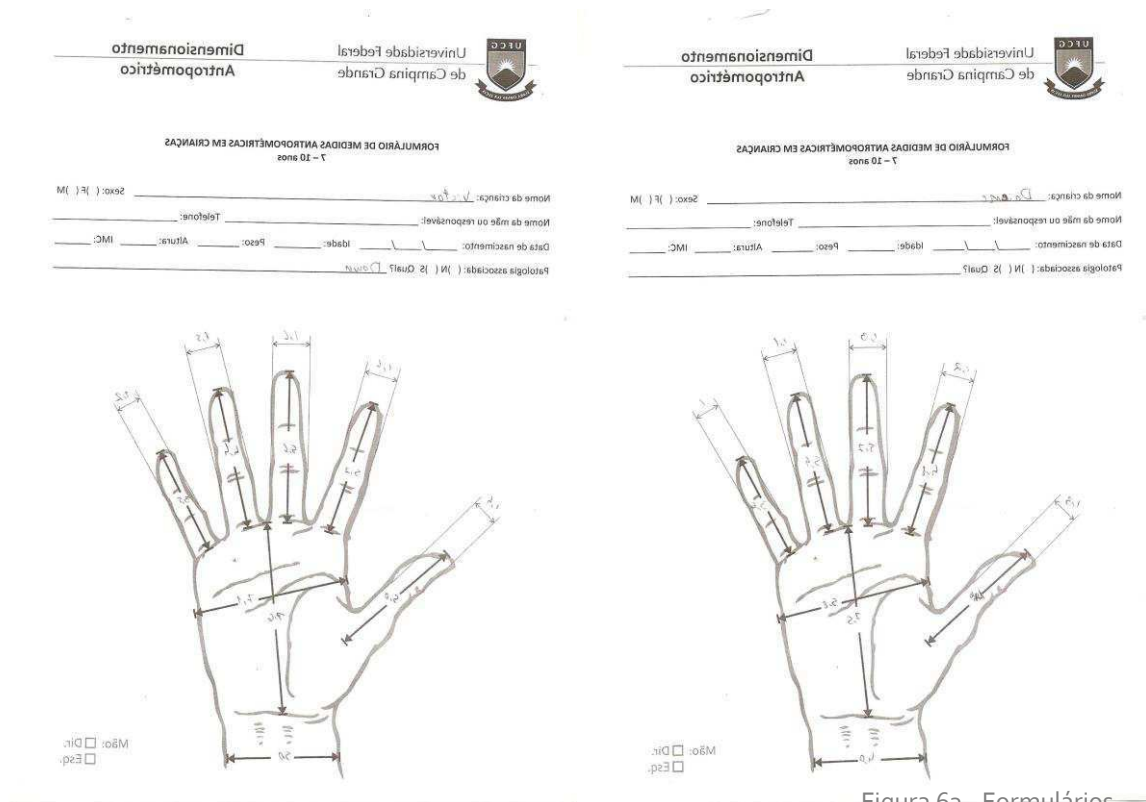


Figura 63 - Formulários.

7.2 Patologia

A paralisia cerebral (PC), também denominada encefalopatia crônica não progressiva da infância, é uma seqüela de caráter não progressivo, que acomete o sistema nervoso central (SNC) imaturo e em desenvolvimento, ocasionando déficits posturais, tônicos e a execução dos movimentos. (CASTRO et al, 2008; KOMAN; SMITH; SHILT, 2004). Podendo ser acompanhada por distúrbios sensoriais, perceptivos, cognitivos, de comunicação e comportamental, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários, contribuindo para limitações no perfil de funcionalidade da pessoa (ROSENBAUM et al., 2007).

O comprometimento do SNC nos casos de PC decorre de fatores endógenos e exógenos, que em diferentes proporções estão presentes em todos os casos. Ou seja, há a interação da predisposição genética e os desencadeantes ambientais intra e extrauterinos. (DIAMENT, 1996, ROTTA, 2002; BRASIL, 2010). A severidade dos comprometimentos destas crianças está

associada às limitações das atividades e à presença de comorbidade. Esta última está fortemente associada a diminuição da qualidade de vida psicossocial. (BAX et al., 2005, TESSIER; HEFNER; NEWMeyer, 2014).

A PC é o problema de desenvolvimento mais comum nas crianças, principalmente em prematuros. A incapacidade mais ocorrente é a limitação motora de membros superiores, fazendo com que as crianças portadoras de PC tenham dificuldades em usar adequadamente os braços e as mãos.

7.2.1 Quadros da Paralisia Cerebral

O indivíduo com paralisia cerebral pode ser classificado com relação aos mais diversos aspectos: momento da lesão, o local da lesão, a etiologia, a sintomatologia, distribuição topográfica do acometimento, nível de independência funcional. (ROTTA,2002; ROSENBAUM *et al.*, 2007). Porém, Atualmente, a literatura tem demonstrado a preferência em classificá-la de acordo com sua independência funcional nas funções motoras grossas e finas (MANDALESON *et al.* 2014; CHAGAS *et al.*, 2008; ELIASSON, *et al.*, 2006).

A criança portadora de paralisia cerebral pode ter inteligência normal, ou até acima do normal. Mas também pode apresentar atraso no intelecto às vezes por decorrência das lesões cerebrais, mas também pela falta de treinamento e experiência resultantes de suas deficiências.

Além da perturbação motora há também, muitas vezes, déficits sensoriais, deficiência visuais e auditivos, dificuldades perceptivas, deficiência na fala e epilepsia, o

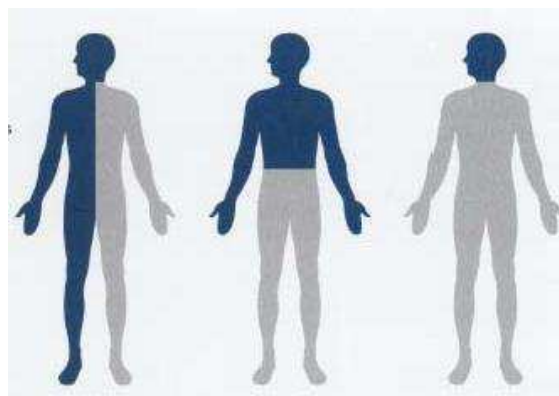


Figura 64 - Hemiplegia, paraplegia e quadriplégica, respectivamente.

Figura 65 - Hemiplegia, paraplegia e quadriplégica, respectivamente.

que interferem no desenvolvimento intelectual da criança, o que torna o quadro mais complexo.

7.2.1.1 Hemiplegia ou Hemiparalisia

A hemiplegia é um dos quadros mais comum da paralisia cerebral é a paralisação total ou parcial de um dos hemisférios do corpo, que ocorre tipicamente através na lesão do hemisfério cerebral oposto ao do corpo (MASSOCO, 2014).

Tem tendência a manter-se em posição de assimetria postural, com distribuição do peso menor no lado afetado, e conseqüentemente a transferência de peso corporal para o lado oposto. Essa assimetria e a dificuldade em suportar o peso no lado afetado interferem na capacidade de manter o controle postural, impedindo a orientação e estabilidade para realizar movimentos com o tronco e membros (CESÁRIO, 2006).

7.2.2 Espasticidade

As atividades diárias das crianças podem ser dificultadas devido ao elevando número de contrações musculares, derivado da espasticidade.

É um distúrbio frequente nas lesões no Sistema Nervoso Central que atinge milhões de pessoas no mundo. Pode apresentar incapacidade, pois afeta o sistema músculo-esquelético, limitando a função motora normal.

A espasticidade é uma desordem motora caracterizado pela paralisia e aumento da tonicidade dos músculos resultantes de lesões no córtex. Pode haver apenas um lado afetado (hemiplegia), os quatro membros afetado (tetraplegia), ou os membros inferiores (diplegia).

Surge em situações clínicas de acidente vascular cerebral, paralisia cerebral, lesões medulares, neoplasias, traumas crânio-encefálico, doenças hereditárias degenerativas, e desmielinizantes entre outras alterações do neurônio motor superior. (Sociedade Brasileira de Medicina Física e Reabilitação/2001).

Segundo o Prof. Dr. Jones E. Agne, a escala mais amplamente utilizada na avaliação da espasticidade é a Escala

Modificada de Ashworth que classifica os graus da condição em:

- Grau 1 (leve) – espasticidade é percebida, porém não interfere na função:
- Grau 2 (moderada) – espasticidade é percebida e interfere na função:
- Grau 3 (grave) – espasticidade impede o desempenho do função.

7.3 Levantamento de Materiais

A partir dos materiais compatíveis para a aplicação no projeto, foram levantados as características e propriedades dos materiais.

7.3.1 Tecido de algodão e poliéster

Tecido misto de fibra natural (algodão) e fibra sintética (poliéster). Herda a propriedade do conforto e leveza do algodão, e a propriedade elástica, durável e dificuldade de amassar do poliéster. São tecidos que possuem maior elasticidade que o algodão puro, porém amassam e encolhem bem menos. Possui alta aplicabilidade no mercado da moda, que provê de tecidos com as mais variadas porcentagens de algodão e poliéster, dependendo das propriedades que cada produto requer.

7.3.2 Faixa de Nylon (*velcro*)

Inventada originalmente para compor roupas de astronautas, o sistema de *velcro* consiste em um lado com pequenos ganchos em fios sintéticos, e o outro com pequenos laços em fios muito finos. Com o contato das duas partes, as faixas de nylon se unem, formando assim, um sistema de abrir e fechar de fácil utilização.

7.3.3 Látex (Borracha Natural)

O látex, ou borracha natural, é obtido a partir da seiva de seringueiras. Tem aparência branca e leitosa, e

Figura 66 - Luva em tecido misto de algodão e poliéster.



Figura 67 - Sistema de velcro.



Figura 68 - Luva de proteção de látex.



necessita do processo de vulcanização para produzir o produto emborrachado. Pode ser aplicada em diversos materiais, como preservativos, luvas cirúrgicas e pneumático, porém requer a adição de cargas específicas para melhoramento de propriedades físicas e mecânicas do material. Devido a adição de diversas cargas, o látex final pode apresentar alta possibilidade de reação alérgica com o contato tátil.

7.3.4 Silicone

São compostos inertes, inodoros e incolores, resistentes a decomposição pelo calor, água, ou oxidantes. Sua matéria prima, o silício, é encontrada em abundância em toda o mundo. Suas propriedades inertes, permitem que seja um produto usado em grande escala pela indústria medicinal, como próteses, implantes, etc. Podem ser sintetizados nas mais variadas densidades, o que define sua dureza e maleabilidade.

7.3.4.1 Gel de Silicone

Derivado do silicone líquido, é sintetizado até adquirir característica do meio termo entre o sólido e o líquido. A substância em gel é muitas vezes utilizados em implantes de seios por ser possível a produção em todas as densidades. Pode possuir propriedade líquida, até propriedade mais sólida, dependendo da proximidade de suas moléculas.

7.3.4.2 Borracha de Silicone

Sintetizado como um elastômero, o silicone adquire propriedades de elásticas. A indústria utiliza como molde na produção de vários produtos, por conter a propriedade elástica o que permite a fácil desmoldagem, enquanto volta rapidamente para sua forma original. Estão presentes em muitos produtos do cotidiano, como bicos de chupeta e mamadeiras, formas de bolos, protetores bucais, fones de ouvido interauricular, etc. Também possui capacidade de

Figura 70 - Implante de silicone em gel.



Figura 71 - Bico de mamadeira em borracha de silicone.



produção nas mais variadas densidades, o que delimita sua capacidade elástica.

7.3.5 Espuma de Poliuretano

Produto derivado da cadeia molecular de poliuretano. É um composto de alta porosidade e baixa densidade. Utilizado no mercado como isolante térmico e acústico, esponjas de lavar pratos, colchoes e estofados. É um material altamente inflamável e podem se apresentar como espumas rígidas ou flexíveis.

Figura 72 - Espuma de PU, e efeito da ação lenta, conhecida como *memory foam*.



7.3.6 Polipropileno

Termoplástico de baixo custo e fácil moldagem. O custo benefício faz com que seja o polímero de maior aplicabilidade na indústria. A resistência e dureza podem variar de acordo com a densidade. Aplicado em carenagens de controle remoto, cadeiras plásticas, tubos e conexões, embalagens, etc.

Figura 73 - Cadeiras Phantom produzidas em polipropileno.



7.3.7 Pelúcia

Material têxtil aveludado, feito de lã, seda, ou material sintético que simula a textura de pelos, em que é geralmente felpudo em um dos lados. Geralmente encontrado a partir do poliéster, é amplamente utilizado na confecção de bichos de pelúcia, se tornando sinônimo para tais brinquedos, e pode ser encontrado em roupas de dormir, pijamas e pantufas.

Figura 74 - Pantufas de pelúcia do personagem infantil Scooby Doo.



7.4 Levantamento de Tecnologias

Foram pesquisados algumas tecnologias que são facilmente encontradas no mercado, para serem aplicadas na configuração da interface do produto. Ressaltando suas características e propriedades;

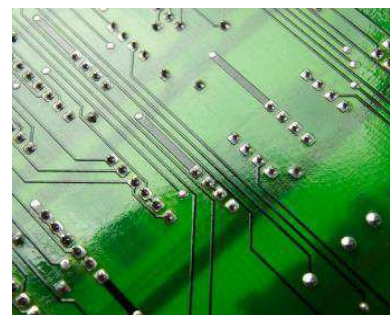
7.4.1 LED branco

O LED (*Light emitter diode*) é um dispositivo que transforma energia elétrica em luz. Tem alta aplicabilidade na indústria, devido ao seu baixo consumo energético, alta eficiência e manutenção mínima. São mais seguras que lâmpadas incandescentes, e dez vezes mais econômica. Possui vida útil média de 40 mil horas acesas intermitentemente. O LED RGB é capaz de emitir luz na cor azul, vermelha ou verde.

Figura 75 - LED



Figura 76 - Placa de Circuito Impresso



7.4.2 Placa de Circuito Impresso

Placa isolante elétrica, que tem função de organizar o sistema e estruturar componentes. Conecta todos os subsistemas e distribui de modo que o circuito funcione com eficiência.

7.4.3 Sensor Reed Switch

Sensores ativados via magnetismo que funciona como um botão de liga/desliga. Possui lâminas de metal flexíveis que reagem ao ímã, e entram em contato, realizando assim o impulso de ligar/desligar. São fornecidos em diversos tamanhos, que devem ser aplicadas de acordo com a corrente total do sistema.



Figura 77 - Sensores do tipo Reed Switches

7.4.4 Ímãs de Neodímio

Ímãs neodímio-ferro-boro oferecem produtos da mais alta energia comercialmente disponíveis hoje, em uma grande variedade de formas, tamanhos e graus. São susceptíveis à corrosão, por isso o revestimento é sempre recomendado. O mercado dispõe geralmente de ímãs, retangulares, cilíndricos e circulares, porém podem ser produzidos sob qualquer medida.



Figura 78 - Ímãs de neodímio esféricos

7.4.5 Micro Alto Falante

Possui controle de áudio e boa qualidade no som. Toques polifônicos permitem maior qualidade e quantidade de tipos de som. Tem capacidade de controle de volume do toque.



Figura 79 - Micro alto falante

7.4.6 Bateria célula 1,5v

Bateria de lítio e manganês. Possui tensão semelhante as baterias convencionais de zinco-carbono ou alcalina (1,5v). São amplamente utilizadas na indústria de eletroportáteis, e aparelhos críticos que exigem longa vida útil, como marca passos cardíacos.



Figura 80 - Pilha 1,5v.

7.5 Desenhos a mão livre



Figura 81 - Desenhos 1



Figura 82 - Desenhos 2



Figura 83 - Desenhos 3



Figura 84 - Desenhos 4

