

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS
DESIGN BACHARELADO

RAMON FELIPE DE OLIVEIRA COSTA

**Design e Prototipagem de Prancheta Auxiliar ao Desenvolvimento da
Funcionalidade do Movimento de Crianças com AME**

São Luís
2026

RAMON FELIPE DE OLIVEIRA COSTA

**Design e Prototipagem de Prancheta Auxiliar ao Desenvolvimento da
Funcionalidade do Movimento de Crianças com AME**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Design, na
Universidade Federal do Maranhão, como
requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Design.

Orientadora: Prof. Dra. Karina Bontempo
Coorientador: Prof. Dr. Márcio Guimarães

São Luís
2026

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Costa, Ramon.

Design e Prototipagem de Prancheta Auxiliar ao
Desenvolvimento da Funcionalidade do Movimento de Crianças
com AME / Ramon Costa. - 2026.

49 f.

Coorientador(a) 1: Márcio Guimarães Márcio Guimarães.

Orientador(a): Karina Bontempo.

Monografia (Graduação) - Curso de Design, Universidade
Federal do Maranhão, Ufma, 2026.

1. Design. 2. Ame. 3. Terapia Ocupacional. 4.
Motricidade Fina. 5. Primeira Infância. I. Márcio
Guimarães, Márcio Guimarães. II. Bontempo, Karina. III.
Título.

RAMON FELIPE DE OLIVEIRA COSTA

**Design e Prototipagem de Prancheta Auxiliar ao Desenvolvimento da
Funcionalidade do Movimento de Crianças com AME**

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Karina Bontempo (Orientadora)

Prof. Dra. Andrea Costa (Examinador 1)

Prof. Dr. Denilson Moreira (Examinador 2)

AGRADECIMENTOS

Este trabalho vai além de uma simples conquista individual, deixo aqui meus mais sinceros agradecimentos a cada pessoa que caminhou ao meu lado. Agradeço aos meus pais e meus irmãos por me manter firme nos meus objetivos, não deixando faltar nada para mim durante a minha graduação, estes foram meu porto seguro em todos os momentos. Aos amigos, pelo apoio, pelas palavras de encorajamento e por tornarem a jornada mais leve. A minha orientadora, que foi a responsável por me guiar durante essa jornada, agradeço a paciência, pelas orientações precisas e por acreditar no meu potencial. Ao meu coorientador, agradeço por me apresentar ao campo de pesquisa em que atuo hoje, por acreditar em mim e por me auxiliar durante a escrita deste TCC. No mais, a todos que contribuíram, mesmo de forma discreta, deixo registrado meu mais sincero agradecimento. Sem vocês, este TCC não seria possível.

“O futuro pertence àqueles que se preparam hoje.”
(Malcolm X)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de prancheta voltado ao auxílio de atividades de Terapia Ocupacional destinadas ao estímulo da motricidade fina em crianças com Atrofia Muscular Espinhal (AME). A pesquisa fundamenta-se na importância do desenvolvimento motor na primeira infância e na necessidade de instrumentos adaptados que favoreçam o processo terapêutico em contextos hospitalares. Metodologicamente, adotou-se o *Design Science Research* (DSR), que orienta a investigação desde a compreensão do problema até a elaboração e análise do artefato proposto. Foi realizada uma revisão sistemática de literatura e uma análise paramétrica de produtos similares, que embasaram a construção conceitual e técnica do protótipo. Os resultados evidenciam o potencial do design como ferramenta interdisciplinar de apoio à fisioterapia, contribuindo para o desenvolvimento de soluções adaptadas e humanizadas que promovem a participação ativa e o bem-estar da criança no processo terapêutico.

Palavras-chave: Design; Atrofia Muscular Espinhal; Motricidade Fina; Terapia Ocupacional; Primeira Infância.

ABSTRACT

The present study aims to develop a clipboard prototype designed to assist in Occupational Therapy activities focused on stimulating fine motor skills in children with Spinal Muscular Atrophy (SMA). The research is based on the importance of motor development in early childhood and the need for adapted instruments that enhance the therapeutic process in hospital settings. Methodologically, the study adopted Design Science Research (DSR), which guides the investigation from problem understanding to the design and analysis of the proposed artifact. A systematic literature review, and a parametric analysis of similar products were conducted to support the conceptual and technical development of the prototype. The results demonstrate the potential of design as an interdisciplinary tool to support physiotherapy, contributing to the creation of adapted and humanized solutions that promote active participation and the well-being of children throughout the therapeutic process.

Keywords: Design; Spinal Muscular Atrophy; Fine Motor Skills; Occupational Therapy; early childhood

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Atrofia muscular espinhal e suas implicações no desenvolvimento motor	11
2.2 Movimento, desenvolvimento motor na infância e motricidade fina	12
2.3 A Terapia Ocupacional no auxílio ao desenvolvimento motor de crianças com AME .	14
2.4 O design como ferramenta auxiliar na Terapia Ocupacional.....	15
3 METODOLOGIA	17
3.1. Design Science Research (DSR).....	17
3.1.1 Entendimento do problema	17
3.1.2 Criação de alternativas	19
3.1.3 Elaboração do artefato.....	20
3.1.4 Avaliação	20
3.1.5 Conclusões e reflexões.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Revisão Sistemática de Literatura	21
4.2 Análise Paramétrica	25
4.3 Criação da alternativa.....	27
4.4 Elaboração do artefato	28
4.4.1 Modelo tridimensional digital	28
4.4.2 Impressão do protótipo em escala reduzida.....	33
4.4.3. Fabricação do protótipo em escala real.....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICES.....	46

1 INTRODUÇÃO

Conforme Gallahue et al. (2013), a motricidade é um aspecto importante no que diz respeito ao desenvolvimento humano e a partir dela torna-se possível realizar tarefas simples e complexas do dia a dia. Os autores ainda apontam que a motricidade fina, por sua vez, faz parte do desenvolvimento motor, caracterizando-se pela capacidade de realizar movimentos de forma eficiente e precisa com os menores músculos do corpo, com foco especial nos músculos das mãos. Conforme exposto por Liddle e Yorke (2007), essa etapa do desenvolvimento situa-se ainda nos primeiros anos de vida dos indivíduos e engloba o aperfeiçoamento de movimentos como apertar, pegar, pressionar e torcer.

O Relatório de Recomendações nº 492 (2019), que dispõe do protocolo clínico e diretrizes terapêuticas da atrofia muscular espinhal, infere que as Atrofias Musculares Espinhais (AME) são um conjunto de desordens genéticas que afetam o neurônio motor da medula espinhal. Essa enfermidade, por manifestar-se ainda na infância, gera, dentre outros transtornos, dificuldades no desenvolvimento motor, impedindo os indivíduos afetados de realizar atividades cotidianas no futuro, necessitando muitas vezes de intervenção por parte da equipe responsável pelo seu bem-estar.

Deste modo, por conta dos aspectos que dificultam o desenvolvimento motor da criança com AME, é possível inferir que as intervenções terapêuticas realizadas com esses indivíduos devem dispor de uma apreciação mais cuidadosa e multidisciplinar.

É nesse contexto que o Design se apresenta como uma ferramenta auxiliar dentro do ambiente hospitalar e terapêutico da criança com AME e dos profissionais responsáveis por ela. O Design, conforme exposto por Montagna *et al.* (2012), caracteriza-se por ser uma área multifacetada, capaz de conversar e contribuir eficientemente com outras áreas que envolvem o desenvolvimento de ferramentas táteis e visuais, sejam elas físicas ou digitais. Deste modo, a literatura atual aponta algumas contribuições do design no contexto da Terapia Ocupacional, dispondo de instrumentos planejados ou adaptações de baixo custo para atender demandas específicas.

A integração de tecnologias específicas para o auxílio nos setores terapêuticos de hospitais é algo fundamentado pela Lei n.º 12.401, promulgada em 28

(dia) de abril de 2011 (Brasil, 2011), que dispõe da assistência terapêutica e a incorporação de tecnologias em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde-SUS. No entanto, considerando a realidade vivenciada pelo público de interesse, que se trata das crianças com AME inseridas no Hospital da Criança em São Luís do Maranhão, nota-se uma escassez de mobiliário adequado para as atividades de desenvolvimento da motricidade fina.

Direcionando a discussão para o contexto dessa proposta, o presente trabalho de conclusão de curso busca suprimir a necessidade da construção de uma prancheta adequada para a realização das atividades de desenvolvimento da motricidade fina de crianças com Atrofia Muscular Espinhal. Deste modo, integrando às atividades desenvolvidas junto ao grupo de pesquisa Tato Ativo Design Inclusivo para a Infância, no qual o proponente realizou atividade de pesquisa em iniciação científica, este trabalho culminou na elaboração de um protótipo de prancheta para atender a demanda apresentada.

1.1 Objetivo geral

Projetar uma prancheta que auxilia Terapeutas Ocupacionais na realização de atividades direcionadas à crianças com Atrofia Muscular Espinhal (AME) .

1.2 Objetivos específicos

- Identificar recursos e dispositivos de tecnologia assistivas similares ao produto proposto;
- Elaborar o design de uma prancheta adaptada que estimule atividades motoras finas;
- Desenvolver um protótipo funcional da prancheta, considerando materiais adequados, usabilidade e acessibilidade.

Para que esses objetivos sejam alcançados, o presente trabalho de conclusão de curso contemplará um breve referencial teórico onde serão abordados temas relacionados à atrofia muscular espinhal (AME), desenvolvimento motor na infância, a importância da Terapia Ocupacional no tratamento de crianças com AME e por fim, as implicações do design nesse contexto.

Em seguida será exposta uma breve descrição da metodologia usada, seguida pela apresentação dos resultados obtidos a partir da mesma.

Por fim será apresentada as considerações finais do autor, onde será exposta uma breve descrição do projeto, seguido dos planos futuros para ele.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente tópico aborda-se a Atrofia Muscular Espinhal (AME) e suas implicações no desenvolvimento motor infantil, com ênfase na importância da motricidade fina para a autonomia e qualidade de vida das crianças. São discutidos os estágios do desenvolvimento motor nos primeiros anos de vida, destacando a relevância das intervenções terapêuticas no estímulo dessas habilidades diante das limitações impostas pela AME. Além disso, apresenta-se a necessidade de uma abordagem multidisciplinar no cuidado, ressaltando como o design pode atuar como ferramenta auxiliar na Terapia Ocupacional, contribuindo com soluções inovadoras, adaptadas e humanizadoras para favorecer o tratamento e o bem-estar do paciente.

2.1 Atrofia muscular espinhal e suas implicações no desenvolvimento motor

A Atrofia Muscular Espinhal é uma comorbidade rara e degenerativa que afeta os neurônios motores inferiores da medula espinhal. Tais neurônios são os principais responsáveis pela transmissão de informações entre cérebro e músculos, e o seu mau funcionamento impede que a comunicação entre esses órgãos seja realizada, levando à perda muscular, fraqueza e, em muitos casos, paralisia parcial ou total. (BIOGEN, 2019)

O Instituto Nacional da Atrofia Muscular Espinhal (INAME) aponta que a AME tem manifestação clínica variável, com suas classificações baseadas na idade da manifestação dos sintomas e nas habilidades motoras alcançadas. Todas as classificações apresentam sintomas semelhantes, mudando apenas o grau no qual estão situadas. Segundo o Relatório de Recomendações nº 492 (2019), aqueles afetados pela atrofia muscular espinhal têm: dificuldades respiratórias, dificuldades motoras, dificuldades de alimentação e baixa expectativa de vida.

A forma mais comum da Atrofia Muscular Espinhal é a AME tipo 1, também conhecida como doença de Werdnig-Hoffman (BIOGEN, 2019). Essa classificação da doença atinge os pacientes nos primeiros dias ou semanas de vida, e normalmente não ultrapassa os seis meses.

Por consequência da fraqueza na musculatura torácica, as pessoas com a AME do tipo 1 apresentam quadros frequentes de insuficiência respiratória e dificuldades motoras, e não desenvolvem a capacidade de sentar-se sem auxílio de

suportes, pois perdem a capacidade de movimentação, prejudicada ainda no primeiro ano de vida. (INAME, 2020)

Com base no exposto, nota-se que, por consequência de todas as limitações impostas por tal condição, a qualidade de vida da pessoa acometida pela AME acaba afetada de forma negativa. Deste modo, o dia a dia desses pacientes é fortemente impactado pela quantidade de intervenções terapêuticas, podendo passar a maioria de sua vida em ambientes hospitalares.

Dentre os cuidados exigidos, encontra-se um destaque importante na motricidade e ortopedia. Segundo a BIOGEN (2019), a qualidade de vida dos pacientes pode ser otimizada a partir do cuidado motor individualizado, que consiste em avaliações e intervenções, orientadas por equipes multidisciplinares, que incluem exercícios de mobilidade e posicionamento.

2.2 Movimento, desenvolvimento motor na infância e motricidade fina

O movimento é um indicador de qualidade de vida, boa parte do que envolve trabalho, lazer ou qualquer outra atividade do dia a dia humano, envolve também o movimento. Conforme exposto por Gallahue *et al.* (2013), a nossa própria existência é dependente dos movimentos, sejam eles involuntários, como a batida de nossos corações e a expansão de nossos pulmões, ou voluntários, como o ato de dirigir alimento à nossa boca. Segundo os autores, ao compreender a base do desenvolvimento motor em indivíduos típicos, é possível fornecer orientações fundamentais para a eficácia do ensino e aprendizagem, além disso, compreender as nuances que envolvem o desenvolvimento motor em pessoas com deficiência fornece bases sólidas para a aplicação de intervenções, terapias e medicações.

Para a eficácia no desenvolvimento de habilidades que envolvem a motricidade, é importante lembrar que se deve olhar com bastante atenção para os primeiros anos de vida. Neste período o indivíduo desenvolverá habilidades que serão essenciais por boa parte de sua vida. Conforme exposto por Liddle e Yorke (2007) ainda no primeiro semestre de vida, os pequenos humanos já apresentam uma curva de desenvolvimento excepcional em que se notam habilidades como segurar e manter pequenos objetos nas mãos, rolar, manter a cabeça na linha média e até tentativas adoráveis de emissão de sons. Ao englobar nessa discussão os períodos de vida posteriores, as autoras apontam o desenvolvimento de habilidades motoras mais

elaboradas, desenvolvimento postural como o sentar, e desenvolvimento mais complexo de habilidades motoras finas.

Ao imaginar uma interseção entre ideias de autores e tomando como base as obras de Liddle e Yorke (2007) e Gallahue *et al.* (2013), nota-se a convergência de ideias no que tange às fases de desenvolvimento motor infantil. Gallahue *et al.*, em sua obra, apresentam um modelo de classificação do movimento (Quadro 1), no modelo nota-se que as duas fases intermediárias do desenvolvimento motor se referem ao aprimoramento de habilidades fundamentais para a boa qualidade de vida do ser humano. Segundo o autor, as fases mencionadas são relativas ao período de tempo no qual o desenvolvimento do bebê é influenciado pelo processo de maturação e ao período de aperfeiçoamento de movimentos básicos da infância.

Quadro 1. Modelo bidimensional de classificação de movimento



Fonte: Gallahue et al. (2013)

Quando se menciona uma interseção entre as ideias de ambos os autores, busca-se expandir o campo de visão acerca dos períodos específicos nos quais cada desenvolvimento e aprimoramento de habilidades estão situados. Com isso, a contribuição de Liddle e Yorke (2007), atua como uma “lente de aumento” no que tange às fases de movimento rudimentar e fundamental expostas por Gallahue *et al.* (2013) em seu modelo de classificação de movimento. As autoras apresentam às diferentes habilidades e competências desenvolvidas pela criança durante o seu

processo de desenvolvimento motor, enfatizando sobre cuidados e a atenção que se deve ter durante esse período, as idades nas quais existe o aprendizado de cada competência e, além disso, as atividades realizadas pela criança que representam o momento do aprendizado e desenvolvimento dessas competências.

Conforme exposto por Liddle e Yorke (2007), do sexto até o décimo segundo mês a criança já apresenta uma transição crescente relacionada ao desenvolvimento motor, a partir desse momento nota-se que os movimentos do bebê se tornam voluntários e conseqüentemente mais funcionais. É essa destreza apresentada que caracteriza o que Gallahue *et al.* (2013) nos apresentam em seu modelo como a fase de movimento rudimentar. Deste modo, habilidades como engatinhar, rastejar e trocar de posição voluntariamente quando estão deitados são desenvolvidas.

É durante esse período que a motricidade fina começa a apresentar-se com mais ênfase, ou seja, observa-se que a criança passa a ter mais destreza com os menores músculos do corpo, desenvolvendo movimentos complexos como o de pinça, posicionando objetos de forma delicada entre o polegar e o indicador. Liddle e Yorke (2007) apontam que a habilidade de manipular de forma relativamente precisa pequenos objetos ao seu redor impulsiona o estímulo sensorial pois permite que a criança explore com mais detalhes tudo aquilo que lhe chama atenção.

A motricidade fina, de acordo com Serrano *et. al.* (2016), refere-se às habilidades correspondentes à manipulação voluntária e precisa dos menores músculos do corpo. Essas habilidades incluem alcançar, agarrar e manipular pequenos objetos como talheres, lápis, canetas etc. Segundo a autora, o desenvolvimento da motricidade fina é importante porque é fundamental para o desempenho nas tarefas diárias da criança e caso esse desenvolvimento não se apresente de forma frequente nos períodos iniciais da vida, é possível que no futuro a criança tenha seu desempenho diminuído, afetando assim a sua autoestima e aprendizagem.

2.3 A Terapia Ocupacional no auxílio ao desenvolvimento motor de crianças com AME

Segundo Shepherd (1996), para o indivíduo que porta lesões ou enfermidades que afetam diretamente seu sistema neuromuscular, ocasionando assim um desenvolvimento motor lento, intervenções terapêuticas agem como um adaptador

desse indivíduo a vida cotidiana, colocando-o em condições de ativar movimentos fundamentais com a melhor eficiência possível.

Direcionando tal assunto para o contexto de crianças com mobilidade reduzida, é possível inferir que intervenções terapêuticas são indispensáveis em seu tratamento. Considerando que as crianças em suas fases iniciais da vida já devem apresentar evolução no que se relaciona ao desenvolvimento motor fino.

É de fundamental importância que o profissional Terapeuta Ocupacional elabore soluções para contribuir com a melhor adequação da criança ao seu ambiente (Oliveira *et al.* 2012).

As crianças com AME apresentam tendência natural ao enfraquecimento e perda muscular. Por consequência, devem estar expostas de forma contínua a procedimentos que desenvolvem a sua mobilidade, pois a fase da infância é a mais importante tratando-se desse assunto. Conforme exposto por Oliveira *et al.* (2012, p. 25): “O desenvolvimento motor se dá com muita intensidade na infância, período em que existe uma ampla plasticidade do sistema nervoso central, possibilitando aumento nos ganhos motores e sistemas integrados.”

Deste modo, a intervenção da Terapia Ocupacional deve ser pensada de modo mais cuidadoso nesse contexto.

A disposição de ferramentas, apreciações e intervenções no contexto terapêutico e hospitalar da criança com Atrofia Muscular Espinhal (AME), deve ser algo pensado de forma multidisciplinar (BIOGEN, 2019). Deste modo, infere-se que para intervenções dentro do ambiente em que a criança com AME está inserida, devem estar à sua disposição múltiplos profissionais capacitados em suas devidas áreas e capazes de contribuir de forma positiva para o desenvolvimento e bem-estar do indivíduo em questão.

2.4 O design como ferramenta auxiliar na Terapia Ocupacional

Löblich (2001), conceitua design como uma ideia, projeto ou um plano para a solução de um determinado problema, corporificando tal ideia de modo a torná-la clara aos outros a partir do auxílio dos meios correspondentes. Deste modo, o Design compreende a integração de conceitos estéticos, funcionais e contextuais para criar soluções que atendam às necessidades humanas de forma eficiente e eficaz.

De acordo com Montagna *et al.*, (2012), o Design pode ser ramificado, adaptando-se em diferentes áreas e contribuir de forma positiva para elas. Deste modo, pode-se compreender o Design, no contexto mencionado, como abordagem auxiliar. Considerando tal natureza adaptativa, conclui-se que o design tem a capacidade inerente de dialogar com diferentes áreas do conhecimento. Logo, conforme exposto por Kistmann (2014), o design se configura como atividade projetual apoiada no pensamento científico e interdisciplinar.

A contribuição do design em diferentes áreas pode ser vista como algo positivo, contribuindo a partir de soluções inovadoras. A interseção entre diferentes disciplinas não apenas amplia o espectro de possibilidades criativas, mas também promove uma compreensão mais profunda das complexidades inerentes aos problemas a serem abordados, garantindo assim a entrega de soluções adaptadas às necessidades do usuário. (Montagna *et al.*, 2012)

Conclui-se então que a exposta multidisciplinaridade do design também pode ocorrer no contexto da Terapia Ocupacional, agindo como ferramenta auxiliar na adaptação de ambientes, ferramentas e tecnologias às necessidades dos pacientes. Logo, designers podem trabalhar em conjunto com Terapeutas Ocupacionais para criar equipamentos e dispositivos que possam auxiliá-los durante suas atividades. (Marins, 2011)

Conforme já exposto no presente subtópico e considerando o que foi exposto no item “Atrofia muscular espinhal e suas implicações no desenvolvimento motor”, infere-se que os cuidados com o paciente devem ser multidisciplinares. Deste modo, ao considerar a característica adaptativa do design a diferentes contextos, pode-se considerá-lo como uma possível ferramenta auxiliar na terapia de tal condição, assim como é positivamente ligada às terapias de outras doenças (Aride & Couto, 2017; Rangel, 2016; Silva *et al.*, 2014).

3 METODOLOGIA

No presente tópico será apresentado o método *Design Science Research* (DSR) como abordagem metodológica escolhida para o trabalho, destacando sua natureza voltada à criação e avaliação de artefatos capazes de resolver problemas reais. São detalhadas suas cinco etapas — entendimento do problema, criação de alternativas, elaboração do artefato, avaliação e conclusões/reflexões — e como cada uma foi aplicada no contexto da pesquisa. Para o entendimento do problema, descreve-se a realização de uma revisão sistemática de literatura e uma análise paramétrica de similares, que forneceram fundamentos teóricos e práticos para a construção do artefato.

3.1. Design Science Research (DSR)

Diferentemente de metodologias de pesquisa tradicionais, *Design Science Research* (DSR) trata-se de uma abordagem onde são desenvolvidas e avaliadas a eficiência e a eficácia de artefatos responsáveis por resolver determinado problema. (Santos, 2018)

Conforme exposto por Myers e Venable (2014), em contraste ao padrão das ciências naturais e sociais, que tem como objetivo compreender os fenômenos no mundo, a DSR fundamenta-se na tradição do próprio Design onde se prevalece a ideia de se desenvolver artefatos para a resolução de problemas do dia a dia.

O método *Design Science Research* possui cinco etapas (Santos, 2018): Entendimento do problema, criação de alternativas, elaboração do artefato, avaliação e conclusões e reflexões.

O autor ainda observa:

“A adoção do método de pesquisa “*Design Science*” é adequada em um projeto de pesquisa quando há a criação de um artefato para a promoção de melhorias no mundo real presente ou futuro, aplicado em contexto de cooperação ou não com os atores envolvidos, sendo a efetividade do artefato em alcançar tais melhorias o foco do estudo.” Santos (2018), p. 76

Tornando-se assim a escolha do método ideal para o contexto do presente trabalho de conclusão de curso.

3.1.1 Entendimento do problema

Envolve examinar estudos anteriores, ouvir as partes interessadas nos resultados e considerar soluções já utilizadas, analisando o quão eficazes foram e de que forma poderiam ser aprimoradas. No presente trabalho, essa etapa contemplou

uma breve revisão de literatura a fim de compreender os estudos relacionados à construção de materiais para auxílio às pessoas com deficiência no ambiente hospitalar, além de uma análise paramétrica de similares para fundamentar a etapa de elaboração do artefato.

a) Revisão Sistemática de Literatura:

Corresponde a um método no qual busca-se responder a uma pergunta de pesquisa a partir de um conjunto de procedimentos sistemáticos, criando-se assim uma forma minuciosa de selecionar trabalhos científicos esclarecedores sobre o estado da arte de um determinado assunto. (Libanio e Amaral, 2011)

Para o presente trabalho, foi desenvolvida uma revisão sistemática, de natureza aplicada e com objetivos de caráter exploratório. Foi realizado um levantamento qualitativo de teses, dissertações e artigos de bases de dados nacionais que tratam do tema “Desenvolvimento de produtos e tecnologias assistivas direcionados ao design inclusivo, Terapia Ocupacional e assistência a pessoas com deficiência física e/ou mobilidade reduzida”. Para isso, fez-se uso de uma sequência de passos metodológicos adotados a partir da metodologia proposta por Libanio e Amaral (2011), conforme o quadro 2.

Quadro 2. Revisão Sistemática de Literatura (Fluxuograma)



Fonte: Libanio e Amaral (2011), adaptado pelo autor.

Para a seleção dos trabalhos em si, fez-se uso de duas fases, a fim de identificar os artigos para que esses pudessem atender de forma mais coerente à

questão norteadora definida, constituindo assim uma resposta mais real no que tange o estado da arte desta pesquisa.

Deste modo, a primeira fase definida foi a identificação, em que se definiram as bases de dados para a realização das pesquisas. Tais bases de dados deveriam apresentar materiais de pesquisa relevantes, como teses, dissertações e artigos.

A segunda fase definida foi a seleção. Nela, definiram-se os critérios de inclusão e exclusão para a filtragem dos materiais encontrados.

Definidas as bases de dados e os critérios de inclusão e exclusão. Realizou-se então a última fase, que consistiu na filtragem dos trabalhos encontrados.

A fase de filtragem, no presente trabalho, subdividiu-se em 3 filtrações. Os critérios definidos na primeira filtragem foram o ano de publicação, a presença de tais trabalhos em bases de dados acadêmicos e a presença de possíveis artigos duplicados.

Na segunda filtragem, fez-se a leitura dos artigos selecionados na etapa anterior. E, por fim, na terceira filtragem, fez-se a leitura completa dos artigos selecionados na etapa anterior.

b) Análise paramétrica

Pazmino (2015) define a análise paramétrica como uma técnica utilizada no design para comparar os parâmetros do produto que está sendo planejado com produtos já existentes no mercado que cumprem os mesmos objetivos ou objetivos semelhantes.

A análise paramétrica baseia-se em variáveis mensuráveis permitindo assim a avaliação de aspectos quantitativos e qualitativos.

Segundo a autora, a técnica deve ser aplicada ainda na fase de análise, em que são realizadas as coletas de dados para o projeto.

Para o presente trabalho, considerou-se tomar como parâmetros aspectos que influenciam diretamente na construção do modelo digital do produto, facilitando assim a compreensão do autor sobre as estruturas já existentes no mercado.

3.1.2 Criação de alternativas

Trata-se de propor diferentes soluções (artefatos) para os problemas detectados. Esse processo tem um caráter criativo e pode ser realizado pelo pesquisador individualmente ou de maneira colaborativa, com a participação de outros pesquisadores e pessoas envolvidas com o problema.

3.1.3 Elaboração do artefato

Diz respeito à construção da solução proposta e ao preparo das condições necessárias para que ela possa ser testada e avaliada futuramente.

3.1.4 Avaliação

Tem como objetivo assegurar tanto a validade científica — ou seja, o rigor metodológico — quanto à aplicabilidade prática da solução, verificando se ela funciona de forma eficaz e eficiente no contexto real.

É importante lembrar que dadas as dificuldades de acesso ao público de interesse, o presente trabalho ainda não pôde contemplar essa etapa do método.

3.1.5 Conclusões e reflexões

Corresponde à análise dos efeitos concretos das soluções implementadas, além de apontar novos caminhos, aprendizados e possibilidades futuras decorrentes da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse tópico são apresentados os resultados obtidos a partir do desenvolvimento do artefato. São descritos os achados provenientes da revisão sistemática de literatura e da análise paramétrica, que orientaram a construção do modelo proposto, além da forma como tais referências sustentaram as escolhas projetuais. Além disso, são apontadas as limitações encontradas, e as possibilidades de melhorias futuras.

4.1 Revisão Sistemática de Literatura

Considerando a fase 1 (Identificação) do método de revisão de literatura estabelecido, foram então definidas as devidas bases de dados. A fim de expandir a pesquisa para diferentes tipos de trabalhos, definiu-se então que as bases de dados deveriam abranger tanto artigos completos quanto teses e dissertações. Deste modo, considerou-se adequado realizar as pesquisas nos repositórios nacionais Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

A pesquisa realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) se deu a partir das palavras-chave Design de Produto, Tecnologia assistiva e Terapia Ocupacional. A partir disso, obteve-se como resultado a identificação de 11 trabalhos correspondentes às palavras-chave inseridas. Destes trabalhos, 9 referem-se a dissertações de mestrado e 2 correspondem a teses de doutorado.

Partindo para a pesquisa no Portal de Periódicos da CAPES, com as mesmas palavras-chave foram identificados 26 trabalhos, todos correspondentes a artigos completos. Dito isso, identificou-se um total de 37 trabalhos que a princípio podem relacionar-se com o tema “Desenvolvimento de produtos e tecnologias assistivas direcionados ao design inclusivo, Terapia Ocupacional e assistência a pessoas com deficiência física e/ou mobilidade reduzida”.

Na fase 2 (Seleção), definiram-se os critérios de inclusão e exclusão. Tais critérios apresentam-se de forma precisa no quadro 3 e surgem como filtros, ou seja, são os principais responsáveis por nortear o processo de filtragem e selecionar os trabalhos que mais atendem às necessidades da presente pesquisa, representando de forma mais efetiva o real estado da arte da questão norteadora definida.

Quadro 3. Critérios de seleção



Fonte: O Autor

Definidos os critérios de inclusão e exclusão, partiu-se então para a filtragem dos artigos. A filtragem se deu a partir de três momentos:

Filtragem 1: remoção dos trabalhos cujo ano de publicação e a presença em bases de dados acadêmicas não correspondem aos critérios anteriormente definidos. Nesta etapa, o número de trabalhos excluídos foram 8, todos fora do contexto temporal estabelecido.

Filtragem 2: realização da leitura do resumo dos trabalhos filtrados na etapa anterior, buscando compreender o conteúdo do trabalho e sua relevância para a presente pesquisa com base nos critérios definidos.

Dos 29 trabalhos filtrados na etapa anterior, 14 deles foram removidos por não apresentarem resultados práticos (qualitativos ou quantitativos) e 5 deles foram removidos por não possuir seu escopo focado em Desenvolvimento de produtos e tecnologias assistivas direcionados ao design inclusivo, Terapia Ocupacional e assistência a pessoas com deficiência física e/ou mobilidade reduzida.

Filtragem 3: realização da leitura completa dos artigos filtrados na etapa anterior, para assim qualificá-los como adequados para expor o atual estado da arte da questão norteadora definida.

Após a filtragem 3, dos 10 trabalhos restantes, 1 deles foi removido por não apresentar resultados práticos (qualitativos ou quantitativos) e 3 foram removidos por não possuir seu escopo focado em Desenvolvimento de produtos e tecnologias

assistivas direcionados ao design inclusivo, Terapia Ocupacional e assistência a pessoas com deficiência física e/ou mobilidade reduzida.

Ao fim do processo de filtragem dos trabalhos, obteve-se como resultado, um total de 6 trabalhos selecionados, um deles corresponde a uma dissertação de mestrado e os 5 restantes correspondem a artigos completos publicados.

Para melhor compreensão do conteúdo dos trabalhos relacionados e a fim de expor seu conteúdo e sua relevância para a presente pesquisa, convém elaborar um breve relato sobre cada um desses trabalhos, expondo seus principais pontos.

A Dissertação de mestrado intitulada “Projeto de Um Sistema Para a Reabilitação de Membros Inferiores” aborda a dificuldade na realização de tarefas básicas enfrentada por pessoas com problemas motores, inferindo que casos como esse necessitam do auxílio constante do Terapeuta Ocupacional no processo de reabilitação física dos pacientes (Oberdorfer, 2022). Considerando tal problema, o autor propõe a elaboração de um equipamento de Movimentação Passiva Contínua ou Continuous Passive Motion (CPM), equipamentos usados nas fases iniciais do processo de reabilitação de membros (Oberdorfer, 2022).

O artigo intitulado “Muleta modular: da identificação das oportunidades ao protótipo” faz uso do Design Thinking para elaborar uma solução para a melhoria de muletas, construindo um produto que apresenta contribuição significativa para o conforto físico e emocional de pessoas que precisam de tal objeto, diminuindo o risco de lesões, resolvendo problemas do cotidiano e colaborando para a redução do estigma social existente em torno da deficiência. (Grillo, 2018)

O trabalho “O desenvolvimento de um dispositivo de tecnologia assistiva/ortoprótese para a reabilitação de pacientes com hanseníase e presença de mão em garra e/ou reabsorção óssea” escrito por Rodrigues Júnior (2021), que corresponde a um dos artigos selecionados, apresenta o desenvolvimento de uma ortoprótese de baixo custo como solução para auxiliar as funções manuais de indivíduos afetados pelas sequelas da hanseníase. Tal ferramenta foi elaborada com custo reduzido e com design compacto e simplificado, objetivando promover a reabilitação e retorno do desempenho das atividades de vida diária dos seus usuários.

Um dos trabalhos selecionados, intitulado “Processo de Adaptação de Cadeira de Rodas para Usuários com Paralisia Cerebral Nível 5 no GMFCS”, aborda o tema paralisia cerebral e busca adaptar cadeiras de rodas para indivíduos com tal

condição, apontando que dentro do contexto da produção de produtos para pessoas com deficiência, abordagens participativas e iterativas apresentam-se como boas soluções para a resolução dos problemas expostos. Os testes e redesigns expostos no artigo contribuem para a construção de um produto que atende melhor às necessidades dos usuários. Além do processo iterativo e participativo, o artigo também expõe que foi realizada uma etapa de validação junto aos usuários, obtendo-se como resultados: modelos de apoio para cabeça, tronco e membros superiores e inferiores e um processo sistematizado para a criação de peças ergonômicas de custo reduzido para cadeira de rodas direcionadas a pacientes com paralisia cerebral. (Pazmino e Goulart, 2019)

O artigo de título “Projeto Moovah!: ergonomia e design universal na tecnologia assistiva”, apresenta uma solução para pessoas com dificuldade de locomoção. Considerando uma oportunidade de melhorias relacionadas a questões ergonômicas e de Design Universal na estrutura de andadores, Henkel et al. (2015) elaboraram um protótipo de andador visando melhorar aspectos como segurança, conforto, adaptabilidade, portabilidade e leveza em comparação aos andadores fabricados e comercializados no contexto temporal da publicação do artigo.

A elaboração de produtos para a inclusão de pessoas com deficiência em certos contextos também foi abordada em um dos artigos selecionados na revisão de literatura. O trabalho “Design de um Produto com Tecnologia Assistiva para Inclusão de Crianças com Paralisia Cerebral na Rede de Ensino no Brasil” apresenta o desenvolvimento de um produto com tecnologia assistiva para auxiliar educandos com paralisia cerebral em questões relacionadas a sua mobilidade, comportamento motor e atividades básicas dentro e fora do contexto hospitalar. Como resultado, foi gerado um produto adaptado às necessidades de crianças com paralisia cerebral, fornecendo adaptação postural do usuário em posições sentadas e em pé, e sistema de locomoção da estrutura. Deste modo, pode-se inferir que o conceito inovador do produto pretende resolver problemas de mobilidade, adequação postural e de interface entre educador, produto e educando. (Moura Nickel, et al.)

A partir da análise dos trabalhos selecionados, pode-se concluir que a produção científica na área tem se orientado por critérios de funcionalidade, usabilidade, acessibilidade e baixo custo, com foco crescente em abordagens centradas no usuário. Os autores dos trabalhos entram em consenso quanto à

importância da participação ativa dos usuários no processo de desenvolvimento, tornando o design mais responsivo às necessidades reais. O uso de metodologias como o Design Thinking e processos iterativos participativos confirma a maturidade da área e sua capacidade de produzir soluções inovadoras, socialmente relevantes e alinhadas com os princípios do design inclusivo.

4.2 Análise Paramétrica

No contexto atual, a análise paramétrica surgiu como uma alternativa viável de conhecer as especificações de produtos similares ou concorrentes ao produto pensado no presente trabalho. Dada a escassez de produtos direcionados para o caso específico da Terapia Ocupacional de crianças com AME, buscou-se no mercado produtos semelhantes à ideia inicial do projeto. Deste modo, definiram-se como similares viáveis mesas de refeição hospitalares, que assim como o presente trabalho, foram projetadas para auxiliar pacientes em atividades no leito.

Dito isso, o passo inicial da análise paramétrica de similares foi a definição das variáveis mensuráveis. Conforme exposto anteriormente, a presente análise se deu para fundamentar as medidas a serem usadas na etapa de elaboração do artefato. Portanto as variáveis definidas relacionam-se diretamente com questões técnicas inerentes aos produtos como:

- **Materiais:** substâncias ou compostos utilizados na fabricação do produto. A escolha dos materiais impacta diretamente aspectos como resistência, durabilidade, custo, aparência e sustentabilidade.
- **Dimensões:** medidas físicas do produto, como altura, largura e profundidade. As dimensões influenciam na usabilidade, ergonomia, compatibilidade com outros elementos e adequação ao espaço onde será utilizado.
- **Formato:** Forma geométrica geral do produto ou de suas partes. O formato afeta tanto a estética quanto a funcionalidade, podendo facilitar ou dificultar o manuseio, transporte e armazenamento.
- **União das peças:** Métodos utilizados para conectar as partes do produto, como parafusos, colas, encaixes ou soldas. Essa variável influencia a estabilidade, a facilidade de montagem e a durabilidade da estrutura.
- **Diferencial:** Elemento ou característica que torna o produto único e inovador em relação aos similares. Pode estar relacionado ao design, à funcionalidade,

à tecnologia empregada ou à experiência do usuário.

Definidas as variáveis, partiu-se então para a pesquisa dos similares que se deu a partir de lojas online especializadas na fabricação e/ou distribuição de mobiliário hospitalar. Os produtos encontrados podem ser observados no quadro 4.

Quadro 4. Análise paramétrica

Produto	Materiais	Dimensões	Formato	União das peças	Diferencial
	PVC, Nylon, Plástico injetado	Tampo (770 x 400 mm) Pernas (580 x 370 x 790 mm)	Tampo (Retangular com bordas arredondadas) Pernas (Tubular com perfil quadrado)	Solda, encaixe e parafuso	Relevos nas bordas e compartimentos para itens
	Aço inoxidável, Madeira revestida em fórmica	Tampo (600 x 400 mm) Pernas (620 x 420 x 920 mm)	Tampo (Retangular com bordas arredondadas) Pernas (Tubular com perfil circular)	Solda e parafuso	Não consta
	Madeira revestida em fórmica, aço inoxidável com revestimento esmaltado	Tampo (600 x 400 mm) Pernas (não especificado)	Tampo (Retangular) Pernas (Tubular com perfil circular)	Solda e parafuso	bordas com acabamento em fita de borracha e altura regulável por meio de manipulô.
	aço carbono ¾ com acabamento de pintura epóxi, Tampo fabricado em MDF de 15mm texturizado	Tampo (600 x 400 mm) Pernas (700 x 400 x 840 mm)	Tampo (Retangular com bordas arredondadas) Pernas (Tubular com perfil circular)	Solda, encaixe e parafuso	Apoio triangular para o tampo
	Aço inoxidável, Madeira revestida em fórmica	Tampo (600 x 400 mm) Pernas (750 x 400 x 840 mm)	Tampo (Retangular) Pernas (Tubular com perfil quadrado)	Solda, encaixe e parafuso	Ajuste de altura com manivela
	PVC, Nylon, Plástico injetado	Tampo (600 x 450 mm) Pernas (580 x 370 x 720 mm)	Tampo (Retangular com bordas arredondadas) Pernas (Tubular com perfil quadrado)	Solda, encaixe e parafuso	4 rodas

Fonte: O autor

Conforme a análise paramétrica realizada, notam-se variações de padrões relevantes nos produtos identificados. Por exemplo, observa-se uma predominância de materiais como aço inoxidável, madeira revestida em fórmica, PVC, nylon e plástico injetado.

Percebe-se também uma constância nas dimensões do tampo, variando entre

600 mm e 770 mm de comprimento e 400 mm a 450 mm de largura, o que sugere um padrão funcional consolidado no mercado. Já as pernas apresentam variações mais amplas, o que pode indicar diferentes mecanismos de ajuste de altura ou estabilidade da estrutura.

Em relação ao formato, nota-se que todos os produtos analisados seguem um padrão de tampo retangular, geralmente com bordas arredondadas, o que demonstra uma preocupação comum com a segurança do paciente. As pernas, por sua vez, apresentam formato tubular com perfis circulares e quadrados, o que impacta diretamente na estética e possivelmente na resistência da estrutura.

Quanto às peças e à quantidade de peças, observa-se uma certa uniformidade entre os modelos, com número de componentes variando de 4 a 8. O que evidencia que o projeto pode ser funcional mesmo com configurações simples, desde que bem distribuídas. Os sistemas de união das peças também seguem uma similaridade, sendo feitos com solda, parafusos e encaixes.

Por fim, alguns diferenciais chamaram a atenção, como sistemas de ajuste de altura com manivela, uso de fita de borracha nas bordas, apoios diferentes e até compartimentos extras. Isso mostra que cada fabricante tenta trazer alguma coisa a mais, tais características aparentam melhorar o conforto ou a praticidade no uso do produto.

4.3 Criação da alternativa

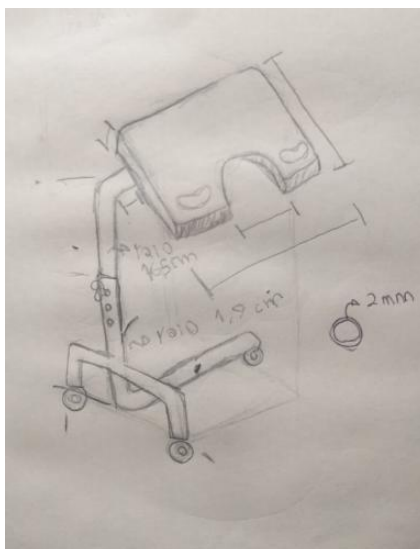
Considerando as atividades realizadas no âmbito do grupo de pesquisa Tato Ativo Design Inclusivo para a Infância percebeu-se que dentro do ambiente em que o público de interesse está envolvido e levando em conta a necessidade de assistência constante a essas crianças, urge a necessidade da construção de um equipamento adequado para suas atividades diárias de Terapia Ocupacional.

Deste modo, na presente etapa, buscou-se elaborar o desenho de uma prancheta que correspondesse às necessidades dos usuários durante as atividades realizadas com a assistência dos Terapeutas Ocupacionais.

Com isso em mente, o desenho elaborado (Figura 1) consistiu em uma prancheta de três apoios com rodas e hastes tubulares. Tal produto dispõe de um sistema de ajuste de altura — para adaptar-se a diferentes contextos e usuários — e um sistema de inclinação para facilitar o manuseio do Terapeuta Ocupacional durante

as atividades. Seu tampo foi pensado para possuir um recuo circular central para envolver a região do tronco do paciente, aberturas para inserir estofados nas laterais a fim de apoiar os cotovelos.

Figura 1. Esboço



Fonte: O Autor

4.4 Elaboração do artefato

Conforme as conclusões retiradas a partir da revisão sistemática de literatura, a presente etapa do projeto contou com a participação de uma terapeuta ocupacional que possui contato direto com o público de interesse, a fim de tornar o processo de criação mais iterativo e obter ao fim um resultado mais condizente com a realidade das crianças com AME.

4.4.1 Modelo tridimensional digital

Com o objetivo fornecer mais detalhes ao produto idealizado e torná-lo mais consistente quanto às representações dos sistemas envolvidos, tornou-se necessária a criação de um modelo tridimensional digital.

Inicialmente, para a construção de tal artefato, trabalhou-se na modelagem do do tampo (Figura 2), com dimensões de 600 x 400 x 10 mm e aparência retangular com bordas arredondadas. Tal modelo foi apresentado à terapeuta ocupacional que forneceu os feedbacks necessários para a continuidade do processo.

De acordo com os apontamentos da terapeuta na reunião, os profissionais responsáveis por realizar atividades de Terapia Ocupacional em crianças com AME necessitam de um espaço para apoio dos recipientes para armazenar instrumentos

terapêuticos, segundo ela o espaço usado pelos profissionais normalmente é um recipiente cônico com o maior raio sendo de 35 mm.

A partir dessa informação, na região superior foram criadas aberturas com 30mm de raio com o objetivo de fornecer espaço para o Terapeuta Ocupacional armazenar suas ferramentas durante as atividades. Nas extremidades inferiores foram criadas duas aberturas para a inserção de almofadas para apoio dos cotovelos da criança.

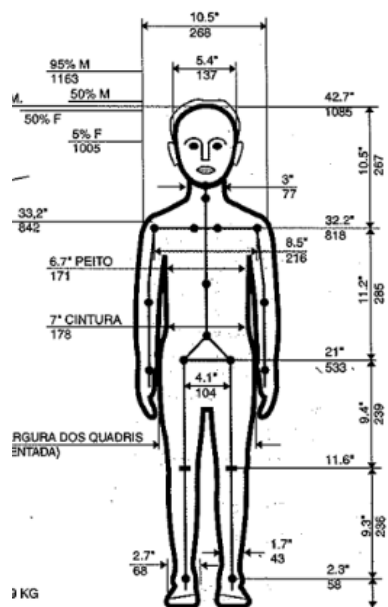
Figura 2. Imagem do tampo



Fonte: O Autor

Ainda na região inferior do tampo, foi criada uma abertura circular com o objetivo de envolver a região do tronco da criança. A abertura possui dimensões de 240 mm de diâmetro, um valor 70mm superior à largura do tronco de uma criança de 5 anos, que, de acordo com Dreyfuss e Tilley (2001), possui 170mm (Figura 3).

Figura 3. Dimensionamento infantil (5 anos)



Fonte: Dreyfuss e Tilley (2001)

A fim de auxiliar os movimentos de rotação que devem estar presentes no protótipo em escala reduzida, ao verso da prancheta (figura 4) foram adicionados tubos nos quais será inserida um dos tubos modelados.

Figura 4. Verso do tampo



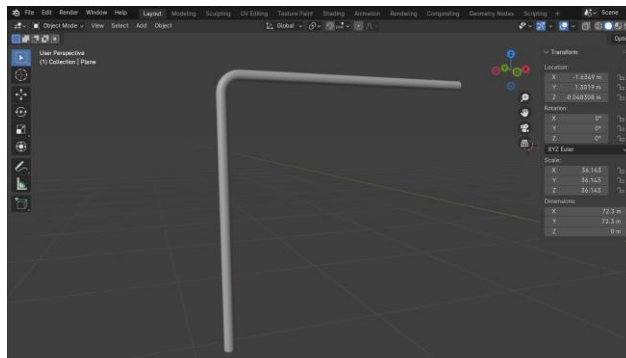
Fonte: O autor

Para funcionar como suporte e pernas do protótipo, foram construídos dois tubos diferentes, um deles para servir como apoio ao tampo, encaixado diretamente nos tubos ao verso do mesmo e o outro como apoio à prancheta como um todo.

O apoio ao tampo (Figura 5), foi modelado com o formato de “L” com dimensões de 1020 x 660 mm. Tal estrutura foi pensada não só como apoio ao tampo, mas também como peça fundamental para o sistema de ajuste de altura, por esse motivo,

ao longo de sua estrutura foram adicionados pequenos furos em três diferentes graduações para encaixe da peça de fixação.

Figura 5. Apoio do tampo



Fonte: O Autor

Os apoios da prancheta também foram modelados em formato de “L”, porém com dimensões de 850 x 540 mm, a abertura de seu formato tubular é levemente superior à estrutura anterior para permitir que esta encaixe-se e desloque-se na vertical a fim de tornar funcional o ajuste de altura. Em sua base, foram adicionadas estruturas cilíndricas fixas a fim de simular a aparência de rodas e ao decorrer de suas estruturas também foram adicionados furos em três diferentes graduações. Para auxílio no apoio foi criada uma estrutura de base (Figura 6), que no produto será fixada com solda, porém, no protótipo, a peça recebeu uma superfície para uni-la ao tubo de base, para fixá-lo de forma mais consistente ao tubo externo no momento da aplicação da cola.

Figura 6. Estrutura de base



Fonte: O Autor

Ao fim do processo de modelagem tridimensional foi obtido um tampo de prancheta com dimensões de 600 x 400 x 10 mm, suspensa por estruturas tubulares de seção circular e 1,2mm de espessura e regulagens de altura e inclinação (Figura 7).

Figura 7. Modelo digital final

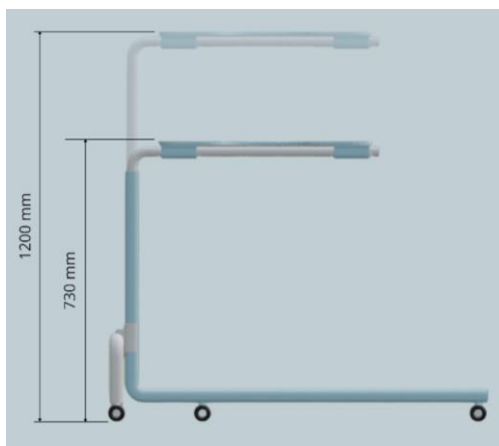


Fonte: O autor

O produto permite o ajuste de altura a partir do movimento de abertura e folga dos elementos tubulares e a fixação a partir de um elemento inserido nos furos de ambos os tubos, deste modo a prancheta fornece ajuste onde a altura mínima possui 730 mm e a máxima 1200 mm do solo (Figura 8). O modelo também permite ajuste na inclinação do tampo, porém torna-se importante mencionar que nesta etapa da construção do produto, não foi adicionado nenhum mecanismo de fixação, tornando o

ajuste livre. A justificativa para tal característica é que a construção de um mecanismo ajustável semelhante aos usados em escala real apresentou-se inviável em escala reduzida e a estrutura do modelo já se apresentou objetiva quanto à representação do movimento.

Figura 8. Ajustes de altura



Fonte: O autor

Ao fim da modelagem, apresentou-se os resultados à terapeuta ocupacional que aprovou as decisões tomadas e deu sinal positivo para a elaboração do protótipo em escala reduzida.

4.4.2 Impressão do protótipo em escala reduzida

Após a finalização do processo de modelagem tridimensional, fez-se necessária a impressão do material obtido a fim de demonstrar objetivamente os movimentos envolvidos.

Durante essa etapa, a participação da terapeuta ocupacional tornou-se fundamental. Tal profissional, além de ser uma das responsáveis pela assistência às crianças as quais o produto beneficiará, também agiu como principal avaliadora durante o processo de impressão do protótipo, verificando suas funcionalidades e fornecendo feedbacks para melhoria.

Assim, a impressão do protótipo em escala reduzida se deu a partir da impressora 3D Creality Ender 3-V2. O protótipo (Figura 9) foi impresso em PLA (ácido polilático) em escala 1:5 considerando que seu principal objetivo foi representar os movimentos referentes aos ajustes de inclinação e altura.

Figura 9. Protótipo em escala reduzida



Fonte: O autor

Foram impressas separadamente quatro peças: o apoio ao tampo, o apoio à prancheta, o tampo e a estrutura de apoio da base. A estrutura de apoio foi colada à estrutura de base com o objetivo de aumentar a fixação entre os componentes, simulando o que seria, na escala real, a função de uma solda. O apoio ao tampo foi encaixado nos apoios da prancheta e, posteriormente, fixada nos tubos localizados na parte inferior do tampo.

A fim de representar os ajustes de altura planejados, utilizou-se um clipe de papel como mecanismo de travamento, permitindo a fixação em diferentes alturas por meio de sua inserção nos furos presentes nos tubos. Além disso, foram inseridas espumas de poliuretano nos furos inferiores do tampo, com a finalidade de simular os apoios de braço utilizados por crianças.

Após a impressão e a montagem do protótipo, este foi encaminhado para avaliação da terapeuta ocupacional. Entre as sugestões apresentadas, destacou-se a substituição dos tubos circulares por tubos com seção quadrada, visando melhorar a estabilidade do tampo e reduzir possíveis dificuldades para Terapeutas Ocupacionais e pacientes. Com relação aos ajustes de altura e inclinação, a terapeuta considerou os resultados satisfatórios, uma vez que o protótipo conseguiu reproduzir de forma adequada os ajustes propostos, permitindo diferentes configurações de altura e inclinação.

4.4.3. Fabricação do protótipo em escala real

Finalizada a avaliação da terapeuta ocupacional acerca do protótipo em escala reduzida, partiu-se então para a preparação do protótipo em escala real que será encaminhado para a validação junto aos pacientes com AME e Terapeutas Ocupacionais.

É importante lembrar que a etapa de validação exposta na metodologia não será contemplada no presente trabalho de conclusão de curso por conta dos trâmites necessários para expor o protótipo aos pacientes hospitalizados.

Para a construção do protótipo em escala real tornou-se necessária a busca por auxílio externo que se deu através de um fabricante de mobiliário hospitalar profissional. Deste modo, contou-se com o conhecimento e a experiência de tal profissional para realizar a construção da base da prancheta.

Nota-se que na modelagem digital definiu-se uma prancheta com 3 apoios, porém, após consulta com o fabricante de móveis, ele apontou que a melhor decisão seria substituir tal configuração por uma de 4 apoios, o que fornece mais estabilidade ao produto. Não foi encontrada nenhuma norma específica que infere a obrigatoriedade desse aspecto, porém, a partir da observação da análise de similares, percebe-se que grande parte dos produtos similares disponíveis no mercado contemplam tal estrutura. Com isso, partiu-se para a construção da base do protótipo.

Para a fabricação da peça foi feito o uso de tubos com seção quadrada de metalon (40x40 mm e 30x30 mm) de aço inox (AISI 304) com corte e dobra em solda MIG (Metal Inert Gas) e rodízios de polipropileno (Materiais e medidas comumente encontrados nas mesas auxiliares disponíveis no mercado nacional). O resultado encontra-se na figura 10.

Figura 10. Pernas da prancheta

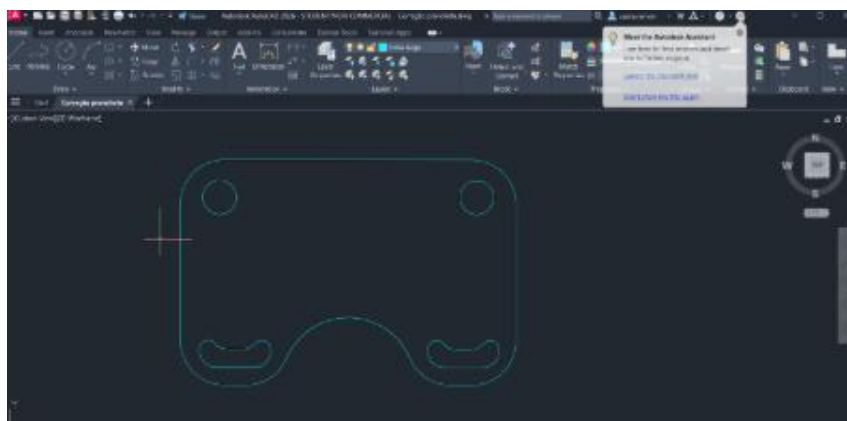


Fonte: O autor

Usando como base as medidas presentes na construção dos tampos dos similares encontrados, partiu-se então para o corte do tampo.

A etapa inicial para a realização do corte foi a criação de um documento em formato .dxf a partir do programa Autocad. Deste modo fez-se então um desenho técnico com o formato da peça (figura 11).

Figura 11. imagem do desenho técnico em construção na área de trabalho CAD.



Fonte: O Autor

As dimensões usadas para a construção do desenho foram de 600 x 400 mm, o que se encontra dentro dos padrões observados nos similares. Seguindo os detalhes estabelecidos na modelagem digital, nas extremidades superiores foram adicionados círculos de 60 mm de diâmetro e nas extremidades inferiores foram

adicionadas duas formas com extremidades circulares, além do recuo em forma de arco na parte central.

O documento salvo com as especificações definidas anteriormente foi então usado para a realização do corte do tampo em MDF a partir de uma Cortadora Router CNC. O resultado pode ser contemplado na figura 12.

O desenho técnico do tampo da prancheta encontra-se no apêndice A.

Figura 12. Tampo



Fonte: O Autor

Para o sistema de regulação de altura fez-se o uso de uma peça metálica rosqueável (Figura 13) inserida em um furo no tubo externo. Deste modo, a fixação da altura se dá a partir da pressão exercida pela peça no tubo interno.

Figura 13. Peça rosqueável



Fonte: O Autor

O sistema de inclinação (Figura 14) foi feito a partir de três estruturas retangulares soldadas em estruturas de formato cilíndrico adicionadas, com uma certa folga, ao tubo que suportará o tampo. Uma dessas estruturas está fixada ao centro e as outras duas nas extremidades do tubo. As partes retangulares foram fixadas no tampo a partir de parafusos e a folga entre as peças mencionada anteriormente permite a rotação do tampo de forma livre. A fixação em determinada inclinação se dará a partir da pressão exercida no tubo a partir da peça rosqueável presente na região central.

O desenho técnico do sistema de ajuste de altura pode ser contemplado no apêndice B, junto ao desenho da base da prancheta.

Figura 14. Sistema de inclinação

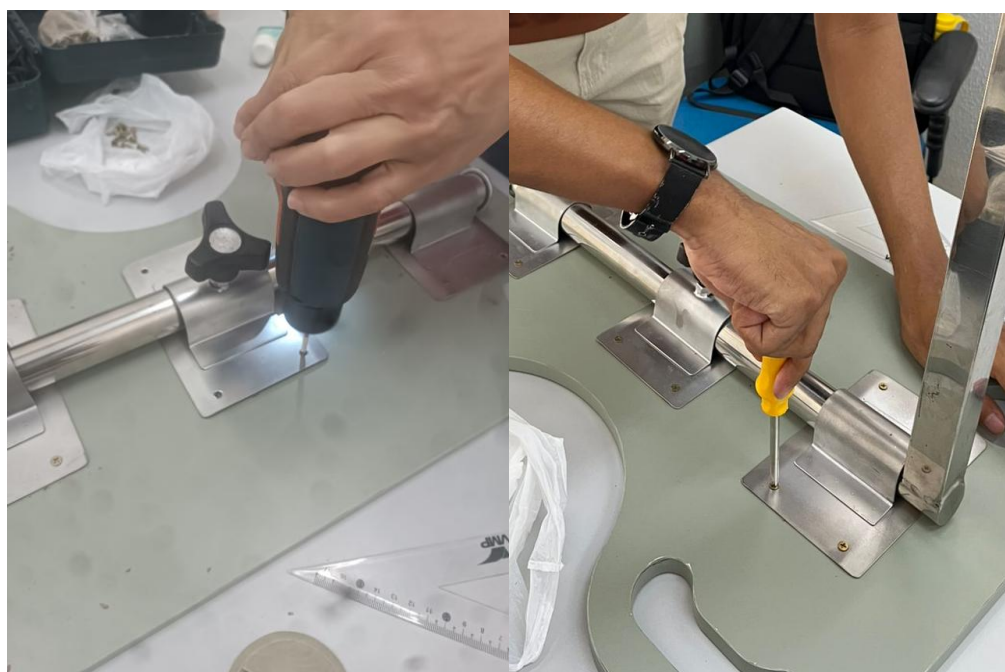


Fonte: O Autor

Por fim partiu-se para a montagem (Figura 15), etapa em que o tampo foi fixado à sua base. Para esta etapa primeiro foram feitos os furos no tampo e depois foram inseridos parafusos para fixar o tampo à sua base.

O desenho técnico do sistema de rotação e do tubo interno encontra-se no apêndice C.

Figura 15. Montagem



Fonte: O Autor

O protótipo em escala real montado (Figura 15) apresenta dimensões de 600x1000x520 mm com ajuste de altura até 1415 mm, sua estrutura é estável e o ajuste de altura e inclinação são funcionais. Sua base com dois rodízios e duas estruturas fixas torna o transporte mais fácil além de permitir fixação junto ao chão. Porém, nota-se que o fabricante não realizou a construção do projeto conforme as dimensões especificadas (730 mm altura mínima e 1200 mm de altura máxima), com isso o protótipo materializado acaba não se adaptando a certos contextos pensados. Deste modo, torna-se importante mencionar alguns pontos de melhoria e outras questões não consideradas.

Figura 15. Protótipo em escala real



Fonte: O autor

Primeiramente, o produto foi pensado para ser funcional em dois cenários da Terapia Ocupacional em crianças com AME, o primeiro deles refere-se ao cenário onde a criança realiza as atividades posicionada no leito, e o segundo refere-se à realização das atividades na cadeira de rodas.

Conforme pesquisa realizada por Ramos (2019), os modelos referentes a leitos hospitalares possuem padrões em suas dimensões básicas e tendem a variá-las entre 459 mm e 700 mm. Com isso, ao considerar o protótipo no contexto do primeiro cenário, as expectativas podem não ser atendidas da melhor forma, considerando a diferença de 300 mm entre a altura máxima de um leito e a altura mínima do protótipo. Deste modo, seriam necessárias adaptações para ajustar a posição da criança ao protótipo, o que não se considera o ideal.

Ao direcionar a discussão para a ótica do segundo cenário, percebe-se a presença do mesmo problema anterior. Conforme exposto por Panero e Zelnik (2017) a altura entre o chão e o apoio para braços de uma cadeira de rodas é de 737 mm, porém a altura mínima do protótipo excede em 263mm tal especificação.

Nas pontas das peças rosqueáveis para fixação de altura e inclinação do protótipo foram adicionadas borrachas para gerar mais atrito sem a necessidade da aplicação de força excessiva, tal decisão acabou auxiliando também na segurança no momento do ajuste da altura que se tornou mais lento e controlado.

Outro ponto a se considerar é que as especificações do produto ainda devem ser adequadas à NBR 9050 que se refere a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos e estabelece medidas que garantem o uso por pessoas com mobilidade reduzida, cadeirantes, idosos e crianças.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente cabe apontar que o presente trabalho cumpre os objetivos estabelecidos, visto que a revisão sistemática de literatura permitiu identificar recursos e dispositivos de tecnologia assistiva possibilitando explorar abordagens voltadas à Terapia Ocupacional.

A partir dessa base teórica, da análise paramétrica dos produtos existentes e da participação da terapeuta ocupacional como consultora do projeto foi possível também elaborar o design da prancheta, fundamentada em princípios de usabilidade, acessibilidade e estímulo às habilidades motoras finas, alinhando-se às necessidades do público de interesse.

Por fim, o desenvolvimento do protótipo funcional atende ao terceiro objetivo, visto que o produto foi projetado com materiais adequados e recursos de adaptação que favorecem a interação terapêutica e o engajamento do usuário durante o tratamento.

Cabe pontuar na presente conclusão que o projeto ainda não está finalizado. após a materialização do produto, foram identificadas alterações importantes baseadas em observações técnicas.

Deste modo, percebe-se que ainda há muito a ser considerado para que o produto esteja adequado para a exposição ao público na fase de validação.

Apenas após a identificação de todos esses detalhes, pode-se então encaminhar o protótipo para a etapa de validação, posterior ao presente trabalho de conclusão. A partir dessa etapa será possível identificar, a partir do feedback dos Terapeutas Ocupacionais, todas as possíveis alterações necessárias para que o produto seja construído e posteriormente entregue para o uso após as devidas adequações às normas estabelecidas

Por fim, a experiência do presente trabalho mostrou-se desafiadora desde o início, porém, a partir de estudos e de uma orientação minuciosa, foi possível chegar a um resultado satisfatório e realizador, visto sua possível contribuição efetiva com a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ARIDE, Aline de Souza; COUTO, Rita Maria de Souza. **Confluências do Design-Terapia Ocupacional: uma metodologia com foco na Doença de Alzheimer-CID 2017 e 8º Congresso Nacional de Iniciação Científica em Design da Informação- CONGIC 2017**. Disponível em: <https://tinyurl.com/3cvb2h5x>. Acesso em: 15 de março de 2025
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/a4cxnk8b>. Acesso em: 15 de março de 2025
- BIOGEN. **Guia de Discussão Sobre a Atrofia Muscular Espinhal (AME) no Brasil**. Brasil, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/muunc4a9>. Acesso em: 14 de novembro de 2024
- BRASIL. Lei nº 12.401, de 28 de abril de 2011. Altera a Lei no 8.080, de 19 de setembro de 1990, para dispor sobre a assistência terapêutica e a incorporação de tecnologia em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde – **SUS**. **Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 29 abr. 2011**. Disponível em: <https://tinyurl.com/bdh7f7e4>. Acesso em: 16 de abril de 2025
- CONITEC. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas Atrofia Muscular Espinhal 5q Tipo 1**. Relatório de Recomendação no. 492. 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/2n2de9mu>. Acesso em: 14 de novembro de 2024
- DREYFUSS, H.; TILLEY, A. R. **The measure of man and woman: human factors in design**. John Wiley & Sons, 2001.
- GALLAHUE, David L.; OZMUN, John C.; GOODWAY, Jackie D. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. AMGH editora, 2013. Disponível em: <https://tinyurl.com/yayh5j86>. Acesso em: 16 de novembro de 2024
- Instituto Nacional da Atrofia Muscular Espinhal (INAME). **Atrofia Muscular Espinhal: Entender, cuidar e viver**. Farol Editora, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/3w5vv45k>. Acesso em: 18 de dezembro de 2024
- GRILLO, Anna Thereza Prates et al. Muleta modular: da identificação das oportunidades ao protótipo. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 6, p. 1885-1900, 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/36h4saut>. Acesso em: 23 de abril de 2025
- JÚNIOR, Jorge Lopes Rodrigues et al. O desenvolvimento de um dispositivo de tecnologia assistiva/ortoprótese para a reabilitação de pacientes com hanseníase e presença de mão em garra e/ou reabsorção óssea. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e449101623742-e449101623742, 2021. Disponível em: <https://tinyurl.com/5pjharcn>. Acesso em: 23 de abril de 2025
- HENKEL, Evelyn; MERINO, Eugenio Andrés Dias; MERINO, Giselle. Projeto Moovah!: ergonomia e design universal na tecnologia assistiva. **Human Factors in**

Design, v. 4, n. 8, p. 192-210, 2015. Disponível em: <https://tinyurl.com/37axfxac>. Acesso em: 24 de abril de 2025

Kistmann, V. B. (2014). Interdisciplinaridade: questões quanto à pesquisa e à inovação em design. **Estudos em design**, 22(3), 81-99. Disponível em: <https://tinyurl.com/yw7kju7>. Acesso em: 15 de janeiro de 2025

LIBANIO, Claudia De Souza; AMARAL, Fernando Gonçalves. Aspectos da gestão de design abordados em dissertações e teses no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 2, p. 565-594, 2011. Disponível em: <https://tinyurl.com/29mft64p>. Acesso em: 15 de janeiro de 2025

LIDDLE, Tara Losquadro; YORKE, Lara. **Coordenação motora**. Tradução de Tatiana Kassner. São Paulo: M.Books, 2007. 206 p. ISBN 978-85-7680-004-0.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MARINS, Simone Cristina Fanhani. **Design Universal, acessibilidade e tecnologia assistiva: a formação profissional do terapeuta ocupacional na perspectiva da equidade**. 2011. Disponível em: <https://tinyurl.com/2y79h4df>. Acesso em: 12 de abril de 2025

MONTAGNA, Gianni et al. O designer de produto como elemento de ligação nas equipas multidisciplinares. **Revista Lusófona de Educação**, v. 20, n. 20, 2012. Disponível em: <https://tinyurl.com/2k97vvsp>. Acesso em: 20 de maio de 2025

MYERS, M. D.; VENABLE, J. R. A set of ethical principles for design science research in information systems. **Information & Management** 51 (2014) 801–809. Disponível em: <https://tinyurl.com/msw85ph7>. Acesso em: 22 de maio de 2025

OBERDORFER, Mauricio; WALBER, Márcio; VALDIERO, Antônio Carlos. **Projeto de um sistema para reabilitação de membros inferiores**. 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/ud44a6w6>. Acesso em: 22 de maio de 2025

OLIVEIRA, Sheila Maria Silva de; ALMEIDA, Carla Skilhan de; VALENTINI, Nádia Cristina. Programa de fisioterapia aplicado no desenvolvimento motor de bebês saudáveis em ambiente familiar. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 23, p. 25-35, 2012. Disponível em: <https://tinyurl.com/vt88jvkh>. Acesso em: 17 de janeiro de 2025

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para espaços interiores**: padrões antropométricos para o design. 1. ed. São Paulo: Gustavo Gili, 2017.

PAZMINO, Ana Veronica; GOULART, Davi. **Processo de adaptação de cadeira de rodas para usuários com paralisia cerebral nível 5 no GMFCS**. Design e Tecnologia, v. 9, n. 17, p. 01-09, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/4m9ct7y5>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2025

PAZMINO, Ana Veronica. Como se cria: **40 métodos para design de produtos**. Editora Blucher, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano de Equipamentos e Mobiliários Hospitalares**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, (s.d). Disponível em: https://prefeitura.poa.br/sites/default/files/usu_doc/sites/smp/II.2%20-%2006%20-%20HMIPV%20-%20PLANO%20DE%20EQUIPAMENTOS%20E%20MOBILIÁRIOS%20HOSPITALARES.pdf. Acesso em: 17 maio de 2025.

RAMOS, Mateus Alves Carvalho. **Modelamento de uma cama hospitalar com regulagem de altura, dorso e pernas**. 2019. Disponível em: <https://monografias.ufop.br/handle/35400000/2173>. Acesso em: 24 de outubro de 2025.

RANGEL, Hellen dos Santos. **Design Inclusivo: Estudo de caso–Adaptações de baixo custo na terapia ocupacional**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://tinyurl.com/bdexrttp>. Acesso em: 23 de janeiro de 2025

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do método de pesquisa**: guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, 2018.

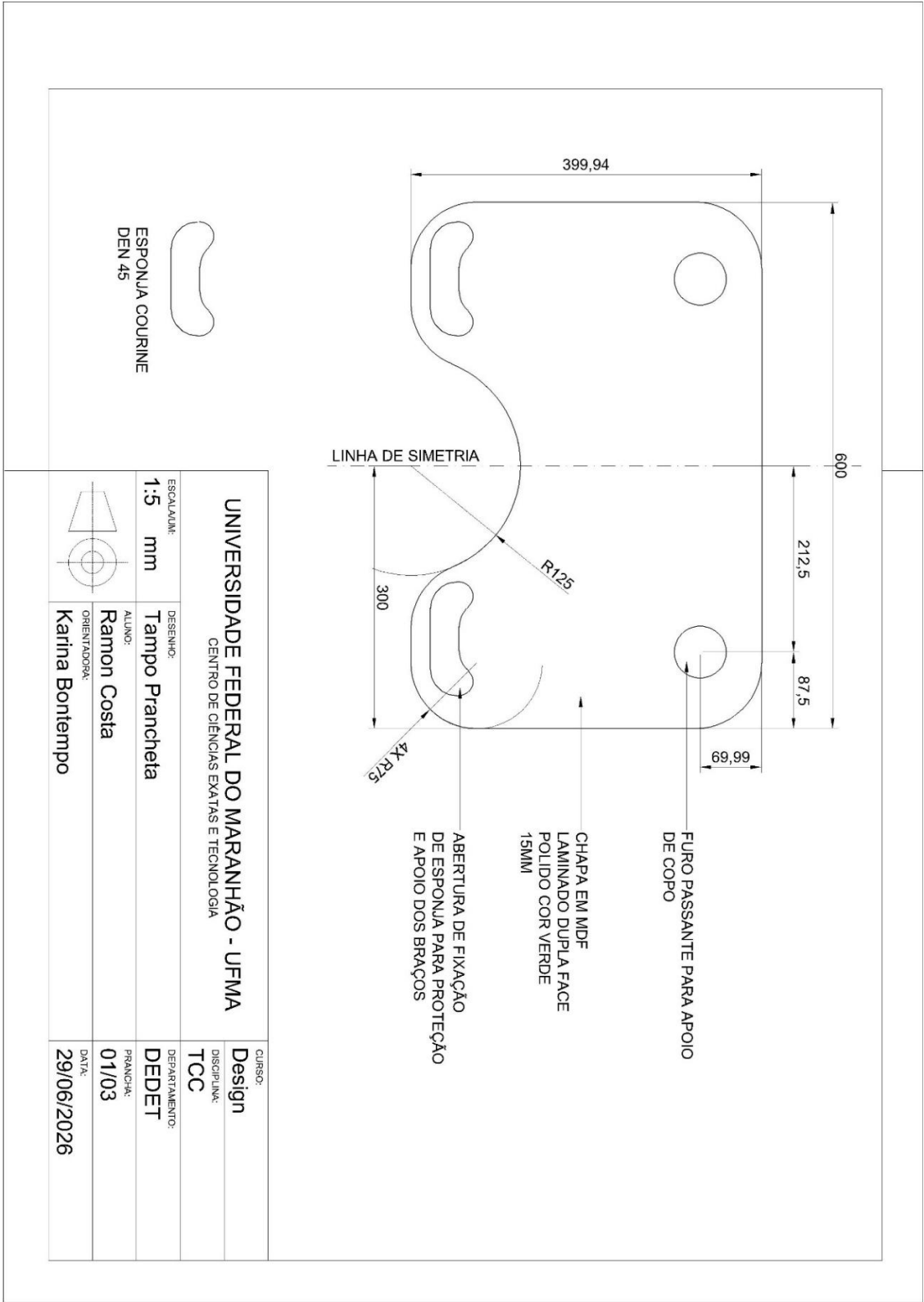
SERRANO, Paula et al. **A integração sensorial no desenvolvimento e aprendizagem da criança**. Lisboa: Papa-Letras, 2016.

SHEPHERD, Roberta B.; BUCKUP, Hildegard Thiemann. Fisioterapia em pediatria. In: **Fisioterapia em pediatria**. 1996. p. 422-422.

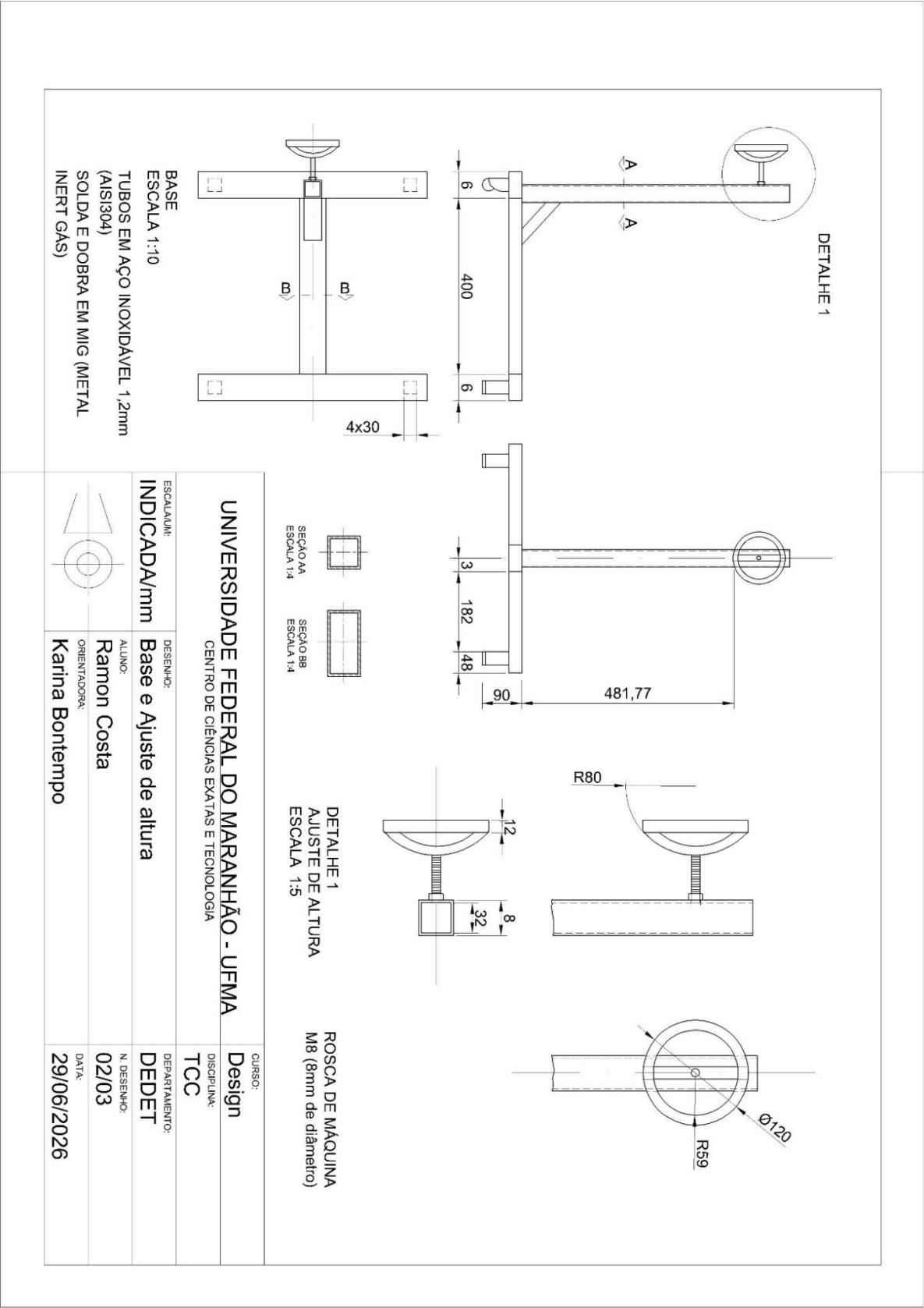
SILVA, Roseane Santos da et al. Proposta interdisciplinar do design de produtos com a terapia ocupacional no processo de desenvolvimento de produtos para crianças com baixa visão. **Design & tecnologia**. Porto Alegre, RS. Vol. 5, n. 7 (2014), p. 10-19, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/118297>. Acesso em: 31 de fevereiro de 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Desenho Técnico do Tampo da Prancheta



APÊNDICE B – Desenho Técnico da Base e Sistema de Ajuste de Altura da Prancheta



APÊNDICE C – Desenho Técnico da Tubo Interno e Sistema de Rotação do Tampo

