



Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Bacharelado em Design

**RUAN CARLOS SOUZA SANTANA**

**Projeto de equipamento de tecnologia assistiva para bocha adaptada utilizando  
metodologia de prototipagem rápida**

Belém  
2025

**RUAN CARLOS SOUZA SANTANA**

**Projeto de equipamento de tecnologia assistiva para a bocha adaptada utilizando  
metodologia de prototipagem rápida**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade do Estado do Pará – UEPA,  
como requisito parcial para obtenção de grau  
de Bacharelado em Design na Universidade do  
Estado do Pará.

Orientador: Prof. Me. Manuel Alacy  
Rodrigues.

Belém

2025

**Ruan Carlos Souza Santana**


**Projeto de equipamento de tecnologia assistiva para bocha adaptada  
utilizando metodologia de prototipagem rápida**

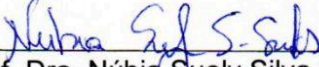
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para obtenção  
do grau de bacharelado em Design,  
Universidade do Estado do Pará UEPA.  
Orientador: Prof. Manoel Alacy da Silva  
Rodrigues.  
Área de concentração: Design de produtos  
e Ergonomia.

Nota: 10,0

Data de aprovação: 05/02/2025

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Manoel Alacy da Silva Rodrigues. – Orientador.  
Universidade do Estado do Pará – UEPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Nubia Suely Silva Santos – Membro da Banca Examinadora  
Universidade do Estado do Pará – UEPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Esp. Vinicius Lira do Carmo – Membro da Banca Examinadora  
Universidade do Estado do Pará – UEPA

## Agradecimentos

Devo agradecimento a muitas pessoas que me ajudaram durante o período de produção deste trabalho, gostaria de citar em especial minha noiva Thamiris, meus amigos Rafael e Alcyr e meu professor Alacy.

Minha amada noiva me ajudou dando um enorme apoio emocional e motivação nas horas mais difíceis, além de ter sido a principal inspiração para a realização deste projeto.

O Rafael me deu inúmeros conselhos e suporte durante a estruturação desse trabalho, esse foi um momento no qual eu realmente estava perdido. Enquanto o Alcyr esteve me auxiliando na confecção de cada protótipo desse tcc.

Agradeço ao meu professor/orientador Manuel Alacy por ter me encaminhado para as melhores soluções durante as fases de desenvolvimento e por me incentivar a utilizar a fresadora CNC.

Um agradecimento especial à Deus, por ter me acompanhado durante todo o meu percurso na faculdade e por ter possibilitado a concretização deste trabalho de conclusão de curso.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um produto de tecnologia assistiva para pessoas com deficiência (PCD) jogadoras de bocha adaptada de um time de Belém do Pará; portanto, será feito um dispositivo que atenda às necessidades dos atletas em quadra. A fim de tornar os usuários finais mais próximos do desenvolvimento do projeto, foi utilizada a metodologia mediada por protótipos, aliada a tecnologias de prototipagem rápida. Com a finalidade de identificar pontos de melhoria no equipamento do time, foram desenvolvidos protótipos para avaliar as hipóteses levantadas durante o trabalho. Ao final da pesquisa, obtiveram-se 7 protótipos, 2 testes de usabilidade e o detalhamento de um produto alinhado com as necessidades dos atletas, demonstrando a efetividade do uso de protótipos no projeto de tecnologias assistivas para PCDs.

Palavras chave: Acessibilidade; Bocha adaptada; Design centrado no usuário; Prototipagem rápida; Tecnologia assistiva.

## **ABSTRACT**

This study aims to develop an assistive technology product for people with disabilities (PWD) who play adapted boccia on a team in Belém, Pará. Therefore, a device will be made to meet the needs of athletes on the court. In order to bring end-users closer to the project's development, the methodology mediated by prototypes will be used, combined with rapid prototyping technologies. Based on field studies aimed at identifying points for improvement in the team's equipment, prototypes were developed to evaluate hypotheses raised during the work. At the end of the research, 7 prototypes, 2 usability tests, and the detailing of a product aligned with the athletes' needs were obtained, demonstrating the effectiveness of using prototypes in the design of assistive technologies for PWDs.

**Keywords:** Accessibility; Adapted boccia; Assistive technology; Rapid prototyping; User-centered design.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Jogo de bocha	18
Figura 2 - Atleta paralímpico de bocha adaptada Maciel Santos	19
Figura 3 - Cesto de bocha	28
Figura 4 - métodos de fixação - Abraçadeira e corda elástica	29
Figura 5 - Cadeiras de rodas	29
Figura 6 - Bandeja de colo e bandeja suspensa.	32
Figura 7 - Configurações da bandeja de bocha suspensa	32
Figura 8 - Laboratório de Modelos	34
Figura 9 - sketches manuais	35
Figura 10 - Experimentação com sketches e kit de bocha	36
Figura 11 - sketch CAD	36
Figura 12 - Mockup de papel	38
Figura 13 - Fresadora CNC	38
Figura 14 - Mockup de laminado	39
Figura 15 - Mockup de papel	40
Figura 16 - Serra fita	40
Figura 17 - Sketch CAD e Mockup de acrílico	41
Figura 18 - Componentes de sustentação em PVC	41
Figura 19 - Processo de planificação	42
Figura 20 - Sketch CAD e placa de PVC sendo fresada	43
Figura 21 - Componentes de sustentação em madeira	43
Figura 22 - Mockup de PVC e componentes de madeira	44
Figura 23 - Protótipo de PVC instalado na cadeira	44
Figura 24 - Render 3D	45
Figura 25 - Teste de pega	47
Figura 26- Teste dimensional	48
Figura 27 - Simulação de carga I	49
Figura 28 - Simulação de carga II	50
Figura 29 - Deflexão da haste de sustentação	50
Figura 30 - Teste de usabilidade	51
Figura 31 - Vista geral do produto	52

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Quadro metodológico	16
Tabela 1 - Classificação de bocha	20
Tabela 2 - Categorias de tecnologias assistivas	22
Tabela 3 - Requisitos de projeto	31

## **LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS**

ACEAB - Associação Clube Esporte Adaptado Em Belém

ANDE - Associação Nacional de Desporto para Deficientes

BC - Boccia Classification

BISFed - Boccia International Sports Federation

CAD - Computer Aided Design

CAM - Computer Aided Manufacturing

CBD - Confederação Brasileira de Desportos

CIIR - Centro Integrado de Inclusão e Reabilitação

CNC - Computer Numeric Control

CPB - Comitê Olímpico Brasileiro

PCD - Pessoa com Deficiência

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	TEMA	12
1.2	ÁREA	12
1.3	JUSTIFICATIVA	13
1.4	PROBLEMA	14
1.5	HIPÓTESE	14
1.6	OBJETIVO GERAL	14
1.7	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.8	METODOLOGIA	15
1.8.1	METODOLOGIA PROJETUAL	15
1.9	RECURSOS	17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1	BOCHA ADAPTADA	18
2.1.1	CLASSIFICAÇÃO DE BOCHA	20
2.1.2	EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS AUXILIARES	20
2.2	ERGONOMIA E AS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	21
2.2.1	CATEGORIAS DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	22
2.3	PROTÓTIPOS E A PROTOTIPAGEM RÁPIDA	23
2.3.1	CONTROLE NUMÉRICO COMPUTADORIZADO	25
<b>3</b>	<b>COLETA DE DADOS</b>	<b>27</b>
3.1	ANÁLISE DA EQUIPE DE BOCHA	27
3.2	NECESSIDADES DOS ATLETAS	28
3.2.1	ENTREVISTA COM OS USUÁRIOS	30
3.3	REQUISITOS DE PROJETO	30
3.3.1	PESQUISA DE MERCADO E ANÁLISE PARAMÉTRICA	31
<b>4</b>	<b>PROTOTIPAGEM</b>	<b>34</b>
4.1	CONSTRUÇÃO DOS PROTÓTIPOS	34
4.1.1	GERAÇÃO DE IDEIAS	35

4.1.1.1 SKETCHES	35
4.1.1.2 MOCKUP DE BAIXA FIDELIDADE EM PAPEL	37
4.1.1.3 MOCKUP DE MÉDIA FIDELIDADE EM LAMINADO	38
4.1.1.4 MOCKUP DE MÉDIA FIDELIDADE EM ACRÍLICO E PVC	39
4.1.1.5 PROTÓTIPO DE MÉDIA FIDELIDADE EM PLACAS DE PVC E MADEIRA	41
4.1.1.6 PROTÓTIPO DE MÉDIA FIDELIDADE EM PLACAS E TUBOS DE PVC E MADEIRA	44
4.1.1.7 MOCKUP VIRTUAL	45
4.2 AVALIAÇÕES	46
4.2.1 AVALIAÇÃO DIMENSIONAL	46
4.2.2 SIMULAÇÃO DE CARGA	48
4.2.3 TESTE DE USABILIDADE	51
4.3 DETALHAMENTO	52
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE 1</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE 2</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE 3</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE 4</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE 5</b>	<b>68</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A prática de exercícios, atividades físicas e esportes pode se apresentar na vida das pessoas como forma de recreação, manutenção do condicionamento físico, melhora da saúde ou como meio de competição. Essas práticas também devem ser acessíveis às Pessoas com Deficiência (PCD). Esses indivíduos possuem limitações físicas, cognitivas, intelectuais ou sensoriais, que podem ser congênitas ou adquiridas por meio de doenças, traumas ou acidentes. Para que essas pessoas também pratiquem esportes e demais exercícios, a atividade física é adaptada para atender às limitações e capacidades da PCD, proporcionando igualdade e oportunidades de usufruir dos benefícios do esporte.

Em Belém do Pará, segundo pesquisa desenvolvida pelo IBGE (2022) sobre PCD, existem cerca de 132 mil pessoas com algum tipo de deficiência. Tendo em vista a importância do esporte e da prática de exercícios físicos, as PCDs têm a possibilidade de ingressar em modalidades adaptadas por meio do Centro Integrado de Inclusão e Reabilitação (CIIR), da Associação Clube Esporte Adaptado (ACEAB) e pelo programa de extensão UFPA Paralímpica, ofertado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Dentre as várias modalidades oferecidas, destaca-se a bocha adaptada. Essa modalidade foi adaptada para permitir a competição de pessoas com paralisia cerebral em diferentes graus de severidade, tornando-a uma prática extremamente inclusiva e, portanto, o objeto de estudo desta pesquisa.

Este trabalho foca no desenvolvimento de tecnologias assistivas no âmbito da bocha adaptada através do uso de uma metodologia de design mediada por protótipos. Neste capítulo, são apresentados os seguintes assuntos: a contextualização do cenário envolvido, as justificativas que motivaram a pesquisa, os objetivos e as hipóteses que norteiam este trabalho, a metodologia empregada e a estrutura do trabalho.

## 1.1 TEMA

Desenvolvimento de dispositivo de tecnologia assistiva, para uma equipe de bocha adaptada da cidade de Belém-PA, com o auxílio de metodologia e técnicas de prototipagem rápida.

## 1.2 ÁREA

O tema está dentro da área do design de produtos e da ergonomia, paralelamente alinhado com as atividades do grupo de pesquisa Cultura e Design em Produtos Amazônicos - CUIA, dentro da linha de pesquisa: criação, ergonomia e novas possibilidades do design. Nesta linha de pesquisa está inserido o professor Manuel Alacy da Silva Rodrigues.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Na equipe de bocha adaptada da ACEAB, a falta de patrocinadores dificulta o investimento em equipamentos de alta qualidade, especialmente para atletas de alto rendimento. Os custos recaem, majoritariamente, sobre treinadores e familiares, criando mais um obstáculo para o desenvolvimento do esporte adaptado em Belém.

Diante desse cenário, os atletas utilizam objetos cotidianos improvisados ou adaptados como equipamentos esportivos. Esses dispositivos improvisados, artesanais ou manufaturados, carecem de conforto, ajustabilidade e segurança, prejudicando o desempenho dos atletas nas partidas de bocha.

A presente pesquisa representa uma oportunidade inédita de abordar essa problemática no curso de Design do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT) da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Almeja-se contribuir para o crescimento e o apoio ao esporte adaptado, com foco na bocha adaptada em Belém e no Pará.

## 1.4 PROBLEMA

Equipamentos e dispositivos de auxílio inadequados podem comprometer o conforto e a ergonomia, não atendendo às necessidades específicas de cada atleta, assemelhando-se a uma órtese mal ajustada. Consequentemente, o uso de produtos não projetados para a prática esportiva impacta negativamente o desempenho em quadra, podendo prejudicar o desenvolvimento do atleta. A colaboração entre jogadores e técnicos é fundamental para encontrar uma solução, por meio do desenvolvimento de equipamentos específicos para a prática da bocha.

## 1.5 HIPÓTESE

O design, com auxílio de uma metodologia de prototipagem rápida pode desenvolver equipamentos e dispositivos tecnológicos para a bocha, oferecendo mais conforto e adaptabilidade, assim permitindo que os atletas tenham um melhor desempenho durante as partidas.

## 1.6 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um dispositivo de tecnologia assistiva, atendendo às necessidades dos atletas em quadra proporcionando mais conforto e segurança durante a prática desportiva, com o auxílio de técnicas de prototipagem rápida.

## 1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.7.1 Mapear dados e demandas dos atletas sobre os equipamentos usados nas partidas;
- 1.7.2 Identificar requisitos técnicos que direcionem a geração de soluções com mais foco;
- 1.7.3 Produzir protótipos usando corte por Controle Numérico Computadorizado (CNC), maquetes digitais e técnicas manuais;
- 1.7.4 Realizar testes de ergonomia e usabilidade com o usuário final para validação das hipóteses obtidas durante as fases de prototipação.

## 1.8 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa que foi usada neste trabalho tem uma abordagem qualitativa, pois entende-se que cada participante tem suas próprias particularidades e subjetividades (Kauark, Manhães e Medeiros, 2010), o que confere diferentes graus de especialização dos produtos voltados para os PCDs.

O objetivo final deste trabalho consistiu no desenvolvimento de um dispositivo funcional, se enquadrando nos moldes da pesquisa explicativa, que segundo Gil (2002, p. 42) “[...] o conhecimento científico está assentado nos resultados oferecidos pelos estudos explicativos”. O produto final do projeto compilou e demonstrou na prática os dados coletados durante os meses de pesquisa e testes com os atletas.

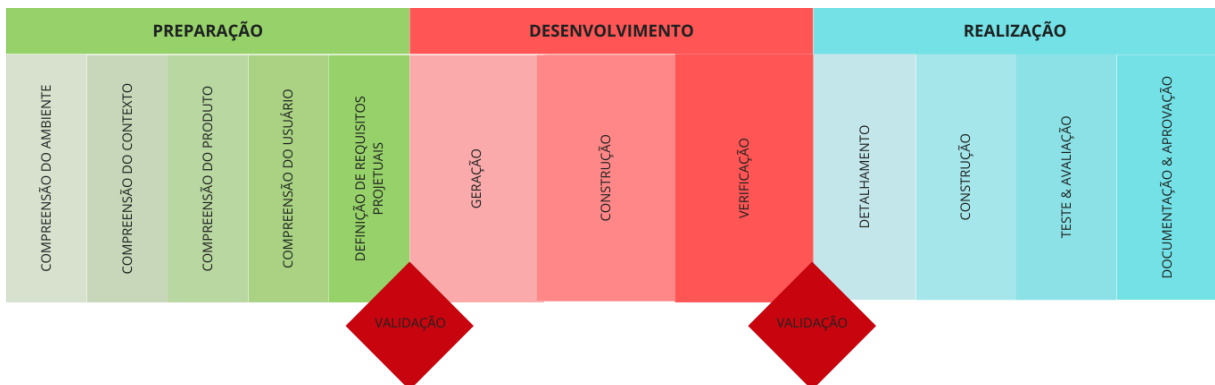
Quanto aos processos e técnicas que foram usados no andamento desta monografia, a pesquisa bibliográfica com a revisão de bibliografia de fontes secundárias esteve presente na composição teórica do projeto, pois foram buscadas informações sobre a bocha e o esporte adaptado, tecnologia assistiva e técnicas de prototipagem rápida. O estudo de campo contou com a observação presencial dos treinos e entrevistas estruturadas com os atletas, o objetivo era identificar as demandas pessoais de cada participante e procurar alinhar essas informações com os dados teóricos obtidos anteriormente.

Para prosseguir com o projeto, o método da pesquisa-ação, onde “os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (Kauark, Manhães e Medeiros, 2010, p.29), foi aplicado junto da prototipagem rápida e dos testes de usabilidade, dessa maneira conseguiu-se manter um contato mais direto com os atletas, permitindo a coleta rápida de dados sobre o desempenho das soluções propostas através de ciclos de teste, *feedbacks* e correção de erros. O registro fotográfico, com uso de celulares, tinha o objetivo de capturar pontos de interesse na pesquisa de campo, métodos e processos usados na confecção dos protótipos e os testes de usabilidade para a documentação.

### 1.8.1 METODOLOGIA PROJETUAL

Quanto à metodologia que será usada no projeto de design do dispositivo, optou-se pela base metodológica de Alcoforado (2014), com auxílio de ferramentas de projeto de Baxter (2005), devido sua completude e foco na produção mediada por protótipos, resultando em um processo de design mais rápido e com maior participação do usuário final.

Quadro 1 - Quadro metodológico



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2024.

Na metodologia expressa por Alcoforado (2014) há 3 grandes fases, sendo elas a fase de preparação, desenvolvimento e realização. Em cada fase é produzido um protótipo que vai da baixa fidelidade até atingir a alta fidelidade com o produto final.

As fases expressas no quadro são: Preparação, é a contextualização do trabalho, onde foram levantados os dados e informações para seguir com o projeto; Desenvolvimento, é a etapa de criação e desenvolvimento de hipóteses e soluções; Realização, é a etapa de formalização soluções validadas durante todo o projeto. Entre cada fase há a necessidade de validar as informações registradas, por meio de avaliações, testes e simulações dos protótipos com os usuários. O resultado da validação é a síntese das informações expressas em requisitos projetuais e hipóteses aprovadas e pontos de melhoria.

## 1.9 RECURSOS

Os gastos deste projeto estão relacionados com o deslocamento para realizar consultas com o grupo focal no Ginásio da UEPA - Campus III durante 2 meses, além da aquisição de material para a produção do modelo, podendo ser esperado a produção de pelo menos dois protótipos funcionais, sem contar eventuais modelos de teste.

Tabela 1: Orçamento do projeto

<b>Despesas</b>	<b>Orçamento</b>
Transporte	R\$ 60,00
Alimentação	R\$ 20,00
Equipamento	R\$ 280,00
Materiais	R\$ 500,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 860,00</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2023.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 BOCHA ADAPTADA

Bocha, também conhecida como boccia, é um jogo estratégico que pertence à família dos jogos de bola, estando estreitamente relacionado com o boliche (Frazão, 2022). Seu principal objetivo é o de marcar pontos, através do lançamento das bolas, a fim de que elas se aproximem de um ponto, determinado aleatoriamente pelo lançamento de um objeto, o bolim, abaixo representado pela bola branca.

Figura 1 - Jogo de bocha



Fonte: imagem retirada do site Repórter Diário, 2023.

Segundo Frazão (2022), indícios apontam que a modalidade tenha sido praticada originalmente na Grécia e no Egito antigos, vindo, posteriormente, a se tornar um esporte na Itália durante o período imperial. O esporte foi amplamente difundido por outros países europeus, popularizando-se principalmente no início do século XVI. Sua origem no Brasil se deu, principalmente, com a influência dos italianos que chegaram ao Rio Grande do Sul no início do século XX.

Após uma rápida difusão, em 1943, a modalidade foi reconhecida como um esporte pela Confederação Brasileira de Desportos (CBD). Sua versão adaptada só passou a ser praticada na década de 1970, e em 1984 fez sua primeira aparição nos Jogos Paralímpicos. Mundialmente a versão adaptada é regulada pela BISFed, Boccia International Sports Federation<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Federação internacional de esportes de bocha.

A bocha adaptada é praticada por pessoas com elevado grau de paralisia cerebral ou deficiências severas que atingem os movimentos. Devido a essa característica, é possível notar o alto grau de acessibilidade e inclusão que esse esporte possui. Atualmente, sua administração no Brasil é feita pela Associação Nacional de Desporto para Deficientes, ANDE.

Figura 2 - Atleta paralímpico de bocha adaptada Maciel Santos



Fonte: imagem retirada do site do Governo Federal, 2024.

A bocha adaptada mantém fortes semelhanças com a bocha tradicional. As principais mudanças são observadas na padronização dos materiais que constituem as bolas, sendo exigidos materiais com baixo alongamento e elasticidade. O bolim passou a ser chamado de bola-alvo, passando a ter o mesmo tamanho das outras bolas do kit, e os jogadores precisam estar em cadeiras de rodas para jogar, como exemplificado na imagem acima.

A adaptação da bocha para ser praticada por pessoas com paralisia cerebral representa um grande ato de inclusão, pois permite que essas pessoas também usufruam dos benefícios da prática esportiva. Isso também é observado na fala de Maria S. Campeão<sup>2</sup>:

O jogo de bocha representa um dos esportes mais desafiadores e de significativo crescimento em todo o mundo, principalmente, por ser uma modalidade direcionada a pessoas que apresentam um quadro severo de disfunção motora, propiciando uma verdadeira condição de inclusão e igualdade [...] (Campeão, 2003 apud Campeão, 2006, p.9).

---

<sup>2</sup> CAMPEÃO, M. S. Atividades físicas para pessoas com paralisia cerebral. In: DUARTE, E.; LIMA, S. M. T. Atividades físicas para pessoas com necessidades especiais. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

Comparada com outros esportes, é possível perceber o diferencial da bocha, pois se trata de uma prática capaz de atender um amplo espectro de pessoas com deficiência e ainda promove a interação e colaboração entre os participantes, sejam eles atletas, treinadores, staffs ou espectadores.

### 2.1.1 CLASSIFICAÇÃO DE BOCHA

Para configurar uma partida justa e equilibrada, os atletas são divididos em categorias, o que é conhecido como Classificação de bocha. A classificação funcional é baseada em aspectos físicos, limites e capacidades, grau da deficiência e a necessidade ou não de receber auxílio. Por meio dessa classificação, realizada por classificadores oficiais, o atleta tem condições de competir em igualdade com outros esportistas. As quatro classificações de bocha (BC) são adotadas mundialmente, sendo regidas pelas regras de classificação da BISFed. A seguir, são apresentadas as classificações e suas descrições.

Tabela 1 - Classificação de bocha

Classe	Descrição
BC1	O atleta tem paralisia cerebral com disfunção motora que afeta todo o corpo. Portanto, tem a opção de auxílio de ajudantes (podem estabilizar ou ajustar a cadeira do jogador e entregar a bola, quando pedido).
BC2	O atleta tem paralisia cerebral com disfunção motora que afeta todo o corpo, porém maior controle dos movimentos, mesmo que limitados. Não podem receber assistência.
BC3	O atleta tem paralisia cerebral ou não cerebral, ou de origem degenerativa. Por terem uma deficiência muito severa, tem permissão para usar instrumentos auxiliares, podendo ser ajudados por outra pessoa.
BC4	O atleta tem grave disfunção locomotora nos quatro membros, de origem degenerativa ou não cerebral. Não recebem assistência.

Fonte: Comitê Paralímpico Brasileiro, 2024.

### 2.1.2 Equipamentos e dispositivos auxiliares

Assim como em outros esportes, os atletas de bocha adaptada utilizam diversos equipamentos para jogar. Entre os equipamentos utilizados em quadra estão cadeiras de rodas, rampas, ponteiras, luvas, talas, dispositivos de comunicação e dispositivos de auxílio.

De acordo com as regras da BISFed (2024), dispositivos como rampas e ponteiras, essenciais na categoria BC3, passam por uma checagem em cada torneio e devem apresentar

um documento de aprovação emitido por um classificador, uma vez que são indicados para atletas com controle motor severamente comprometido. São estritamente proibidos quaisquer apetrechos que auxiliem na propulsão, orientação ou ajuste, de forma direta ou indireta, tais como marcações graduadas ou auxílios visuais para mira, visto que o acerto da bola-alvo deve ser mérito exclusivo do atleta.

Quanto ao número de equipamentos que cada atleta pode utilizar ou levar para a quadra, não há um limite. O jogador tem liberdade para levar quantos equipamentos julgar necessários, desde que todos tenham sido aprovados para uso após a checagem, possuam o documento de aprovação emitido por um classificador e estejam dentro do espaço destinado ao jogo.

O principal equipamento utilizado na bocha é a cadeira de rodas. Os atletas devem estar sentados em uma cadeira de rodas de propulsão manual ou motorizada; em casos especiais, podem usar macas ou scooters. As cadeiras de rodas devem obedecer a um parâmetro regulatório: a altura do ponto mais baixo do assento em relação ao solo deve ser, no máximo, 66 cm. Essa regra não se aplica à classe BC3, em que o assento pode ter qualquer altura, desde que o atleta permaneça sentado durante o lançamento da bola.

Nos casos em que o atleta necessite de apoio ou suporte para se manter ereto na cadeira de rodas, é permitido o uso de suportes posturais, cuja finalidade é exclusivamente fornecer estabilização corporal. Essa permissão inclui o uso de correias pélvicas, peitorais, tornozeleiras, suportes de perna, torácicos e pomos. Tais adições devem ser previamente aprovadas pelos classificadores, assim como quaisquer outros dispositivos específicos adicionados à cadeira.

## 2.2 ERGONOMIA E AS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

As tecnologias assistivas, segundo o site Assistiva (2023), são um termo usado para classificar todo equipamento, produto, dispositivo, software, serviço ou qualquer outro tipo de ferramenta que possa ser usada para auxiliar as pessoas com deficiência a realizarem atividades antes impossíveis, lhes conferindo mais independência e difundindo acessibilidade e inclusão nas mais diversas áreas da sociedade.

Através desse tipo de tecnologia, pessoas que nasceram com alguma deficiência motora ou cognitiva, ou desenvolveram uma doença degenerativa com o passar do tempo e até mesmo as que carregam traumas e sequelas de acidentes graves, podem ter uma oportunidade de continuar atuantes na sociedade.

Podemos então dizer que o objetivo maior da TA é proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho (Bersch, 2017, p. 2).

Conclui-se que, mais que uma forma de auxiliar no desenvolvimento de habilidades, antes impossíveis ou perdidas, a tecnologia assistiva constrói um caminho para viver a vida com menos limitações e mais conquistas sendo um motor de acessibilidade, inclusão, autonomia e independência.

A ergonomia está presente dentro dessa área da ciência, pois “a ergonomia é o estudo da **adaptação** do trabalho ao homem” (Iida, 2005, p.2, grifo do autor). Sendo assim, trata-se de uma disciplina que estuda as relações desenvolvidas entre os humanos e o meio durante a realização de tarefas, buscando tornar as demandas capazes de serem realizadas.

Com relação a execução de tarefas e trabalhos, segundo Iida (2005), a ergonomia propicia a saúde de uma pessoa quando seus limites energéticos e cognitivos não são ultrapassados, garante a segurança quando o meio está de acordo com as limitações e capacidades desse indivíduo, proporciona satisfação ao atender as necessidades e expectativas na conclusão da tarefa. Assim demonstrando que a ergonomia é uma peça fundamental para o desenvolvimento de tecnologias assistivas.

## 2.2.1 CATEGORIAS DE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

Para trabalhar melhor com tecnologias assistivas, é importante entender suas várias formas de atuação, Rita Bersch (2017) introduz as categorias das tecnologias assistivas como sendo uma forma de organização que classifica as tecnologias de acordo com seus objetivos funcionais. A seguir é mostrada uma tabela contendo as categorias e seus objetivos.

Tabela 2 - Categorias de tecnologias assistivas

Categoria	Descrição
Auxílios para a vida diária e vida prática	Produtos que favorecem desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras.
Comunicação Aumentativa e Alternativa	Atende pessoas sem fala ou escrita funcional na necessidade de se comunicar.

Recursos de acessibilidade ao computador	Hardwares e softwares idealizados para tornar o computador acessível a pessoas com privações sensoriais, intelectuais e motoras.
Sistemas de controle de ambiente	Aparelhos destinados a pessoas com limitações motoras que permitem ligar, desligar e ajustar aparelhos eletroeletrônicos remotamente.
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Projetos de edificação e urbanismo que garantem acesso, funcionalidade e mobilidade a todas as pessoas.
Órteses e próteses	Próteses são peças artificiais que substituem partes ausentes do corpo. Órteses são colocadas junto a um segmento corpo, garantindo-lhe um melhor posicionamento, estabilização e/ou função.
Adequação Postural	Projetos que garantem posturas alinhadas, estáveis, confortáveis e com boa distribuição do peso corporal.
Auxílios de mobilidade	São equipamentos, estratégias ou veículos utilizados na melhoria da mobilidade pessoal.
Auxílios para ampliação da função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em áudio ou informação tátil	São dispositivos que visam aumentar a capacidade captar informações visuais, destinados a pessoas cegas ou com visão reduzida.
Auxílios para melhorar a função auditiva e recursos utilizados para traduzir os conteúdos de áudio em imagens, texto e língua de sinais.	Recursos utilizados por pessoas com a audição debilitada.
Mobilidade em veículos	Acessórios que possibilitam uma pessoa com deficiência física dirigir um automóvel.
Esporte e Lazer	Recursos que favorecem a prática de esporte e participação em atividades de lazer.

Fonte: Introdução à tecnologia assistiva, 2017.

Com base nas classificações de tecnologias assistivas, percebe-se que esta pesquisa trabalha com tecnologias assistivas de Esporte e Lazer, pois visa melhorar aspectos ergonômicos dos equipamentos utilizados pelos integrantes da equipe de bocha da ACEAB.

### 2.3 PROTÓTIPOS E A PROTOTIPAGEM RÁPIDA

A prototipação é uma etapa do processo de design em que o conhecimento toma forma e se torna tangível. Segundo Baxter (2005), nessa etapa, é cabível representar as ideias geradas para um produto, podendo ser feito de duas formas distintas porém não contrárias, sendo a representação da forma ou a representação da estrutura. Ambos os modos permitem que o projetista confira, experimente, valide, aprimore ou elimine a solução representada por meio de uma série de simulações ou testes, sejam eles visuais, físicos ou ergonômicos.

Existem inúmeros tipos de protótipos, cada qual possuindo sua função e seu papel em um projeto. Assim acredita Alcoforado (2014), que o ato de esboçar, gerar modelos ou construir *mockups* físicos são essenciais para o processo de criação de um projeto, pois permitem externalizar os dados que foram adquiridos com o decorrer das pesquisas e das etapas de geração de ideias, permitindo uma análise mais minuciosa e mais profunda nos aspectos físicos ou funcionais.

No caso deste trabalho, os aspectos ergonômicos entram em cena como protagonistas, sendo os mais beneficiados com os resultados da prototipagem.

Assim, acreditamos que o uso do protótipo dentro do processo de design dá ao design a possibilidade de responder perguntas de forma concreta, materializando conceitos e tornando características tangíveis. Com ele, o designer pode obter informações do contexto e explorar ideias através da produção de artefatos comunicativos e interativos (Alcoforado, 2014, p. 44).

Por meio de ciclos de geração de ideias, prototipação e teste é possível ter um processo de design mais interativo e próximo ao cliente final, neste caso sendo os atletas da equipe de bocha adaptada.

Segundo Baxter (2005), existem protótipos de baixa fidelidade, que são os modelos, costumam ser de rápida produção pois usam materiais variados e são feitos em escala reduzida, o intuito é realizar representações formais capazes de fazer estudos em etapas de criação e exploração de ideias. Em contrapartida, os protótipos de alta fidelidade utilizam os materiais que serão implementados no produto final em escala real (1:1), pois o objetivo é verificar se o produto atende a todos os requisitos de projeto definidos anteriormente, esse tipo de protótipo costuma ser usado em etapas finais para testes de funcionalidade, pois possui todos os mecanismos necessários para o funcionamento do produto.

Em um cenário em que a velocidade é necessária, a prototipagem rápida se mostra como uma indissociável ferramenta. A prototipagem rápida é a denominação usada para designar um conjunto de tecnologias capazes de fabricar objetos físicos partindo de dados e

arquivos de computador. As tecnologias mais populares são a impressora 3D e a fresadora CNC.

Segundo Alcoforado (2014), um protótipo feito por prototipagem rápida é uma representação física do produto em escala real (1:1). Sua construção toma como ponto de partida os protótipos virtuais (modelos) feitos em CAD<sup>3</sup> (computer-aided design and drafting), trata-se de um processo que vai do computador direto para a fabricação. A representação física se dá através de máquinas de prototipagem rápida como impressoras 3D e fresadoras. O uso dessas tecnologias dá vazão para uma produção ágil de protótipos de alta fidelidade, próprios para a realização de testes e validação de hipóteses, auxiliando na busca pela melhor alternativa. Neste trabalho, essas técnicas foram cruciais para a confirmação de hipóteses diversas e para a melhor interação com os atletas, tornando-os parte ativa do desenvolvimento do produto final.

### 2.3.1 CONTROLE NUMÉRICO COMPUTADORIZADO

O Controle Numérico Computadorizado (CNC), é uma tecnologia usada para controlar máquinas e ferramentas de forma automatizada por meio de comandos de computador. As máquinas CNC são orientadas por softwares que configuram os movimentos e operações necessários para a criação de peças, fazendo uso de cortes, perfurações, fresagens, gravações, entre outros métodos.

O CNC é um sistema onde um computador é utilizado para fazer o controle da máquina. O programa utilizado para o controle pode ser feito em um sistema integrados de projeto (CAD-D) e fabricação (CAM, CAPP) os quais também podem ser usados para que sejam vistos os possíveis problemas especialmente no processo real de usinagem (Orlando et al., 2021, p. 610).

Essa tecnologia é comumente utilizada em máquinas como impressoras 3D, fresadoras, routers CNC, tornos CNC e gravadores a laser. Essas ferramentas são controladas por programas que interpretam arquivos de desenho CAD bidimensionais ou tridimensionais, e os convertem para o formato Código G, que traduz as informações do modelo digital em coordenadas que as ferramentas devem seguir. A programação e os softwares utilizados dependem da ferramenta que será controlada, dos materiais disponíveis e dos processos a serem realizados.

---

<sup>3</sup> Projeto e desenho assistidos por computador.

Os softwares mais utilizados para trabalhar com cnc são autocad, solidworks, artcam, revit, fusion 360, coreldraw, inkscape e freecad.

O uso dessa tecnologia se dá pelo projeto de um produto feito em um programa CAD podendo ser um desenho 2D ou um modelo 3D, este pode ser aberto em um programa CAM (manufatura assistida por computador) onde as operações da máquina serão programadas, gerando o arquivo em Código G (G-Code) que realizará a fabricação do produto projetado.

### 3 COLETA DE DADOS

Para reunir informações sobre a equipe de bocha foram realizadas pesquisas de campo nos locais de treino dos atletas, as informações coletadas via observação foram filtradas e organizadas com o auxílio de consultas com a treinadora responsável pela equipe, a professora Kellen Machado da ACEAB. Para permitir que as pesquisas ocorressem, tanto os atletas, como os seus responsáveis e a treinadora foram esclarecidos sobre a natureza do projeto e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, disponível no apêndice 5), para permitir que fossem feitos registros visuais também foi assinado o Termo de Cessão Gratuita de Direitos sobre Imagem (disponível no apêndice 4).

Posteriormente, foram organizadas entrevistas estruturadas com os atletas com o intuito de identificar demandas que poderiam ser atendidas através do uso de dispositivos de tecnologia assistiva, alguns deles eram auxiliados pelos responsáveis durante as entrevistas pois possuíam dificuldades de fala. Por fim, os dados adquiridos através da coleta foram analisados e sintetizados em uma lista de requisitos projetuais que foram usados durante a geração de ideias (item 4.1.1).

#### 3.1 ANÁLISE DA EQUIPE DE BOCHA

Por meio de visitas aos locais de treino, pode-se observar a rotina dos jogadores, sendo possível compreender qual o cenário em que eles se encontravam. Também foi possível consultar a responsável pela equipe, a professora Kellen Machado, para adquirir uma visão mais holística sobre o assunto. A seguir são apresentadas as informações levantadas.

Desde a implementação da modalidade da bocha adaptada em Belém pela ACEAB, em meados de 2012, os atendimentos aos atletas foram cercados por dificuldades e obstáculos como equipamentos artesanais e manufaturados de pouca qualidade ou com mau acabamento; Locais de treino inapropriados; Dependência de transporte público sucateado; Baixo número de ajudantes e auxiliares para realizar os treinos; Falta de patrocínio para custear equipamentos e viagens para competir. Mesmo assim, a modalidade se mantém através do incentivo dos próprios parentes e responsáveis, além de campanhas e eventos de arrecadação feitos pela ACEAB.

Para a realização dos treinos a equipe de bocha adaptada divide com uma turma de dança o espaço de uma sala no Campus III CCBS (Faculdade de Educação Física) da UEPA.

Os atletas também praticam em espaços cedidos pela Tuna Luso Brasileira, contudo esses locais não apresentam acessibilidade satisfatória.

A equipe é composta por jogadores oriundos da região metropolitana de Belém, podendo encontrar atletas de Icoaraci à Santa Izabel. Ocasionalmente esportistas vindos de Benevides, Barcarena, Santa Izabel, Marabá e Rondon são convidados para treinar junto com os membros da ACEAB.

### 3.2 NECESSIDADES DOS ATLETAS

Nessa etapa a investigação identificou, por meio da observação, quais as necessidades que os atletas passavam com relação aos equipamentos usados em quadra, com foco nas dificuldades durante os lances e possíveis pontos de melhoria da performance do jogador. A fim de compreender as opiniões dos jogadores, também foram realizadas entrevistas estruturadas com indivíduos da classe BC2 (item 3.2.1), por ser a categoria com mais indivíduos até a realização deste trabalho.

Durante um tempo estimado de 3 semanas, foram realizados 9 treinos, que foram observados e analisados em busca de identificar ruídos na execução de tarefas e movimentos. Ao final das sessões, foi possível identificar um artefato que gerava ruídos, incômodos e possíveis distrações para os atletas durante o jogo, a cesta de bocha.

Figura 3 - Cesto de bocha



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

A cesta de bocha é usada pelos jogadores como um suporte para as bolas do seu kit de jogo, consiste de uma cesta plástica organizadora adaptada para carregar o kit. A cesta pode

ser anexada à cadeira de rodas do jogador com auxílio de abraçadeiras plásticas ou pode ficar sobre seu corpo fixado com o uso de uma corda elástica, como visto na imagem acima. Por ser um equipamento improvisado não possui padrão, podendo ser constituído por peças distintas e utilizar diferentes métodos de fixação para anexar o cesto à cadeira do atleta.

Figura 4 - métodos de fixação - Abraçadeira e corda elástica



Fonte: Loja online da Amazon, 2024.

Ao utilizar a fixação por abraçadeiras do tipo apresentado na figura acima, é preciso posicionar a cesta em pontos que favoreçam a anexação do equipamento, geralmente sendo perto das rodas dianteiras e abaixo dos freios manuais. A fixação por abraçadeira não garante estabilidade total, podendo fazer a cesta escorregar ou ficar pendurada. Esse método também não tem a mesma eficácia para todos os modelos de cadeiras de rodas. Quanto à corda elástica, ela é usada com a cesta depositada sobre o colo do jogador, servindo para “amarrar” o equipamento no corpo do usuário, garantindo mais estabilidade, porém, os atletas relataram sentir incômodo, principalmente quando precisam corrigir sua postura na cadeira.

Figura 5 - Cadeiras de rodas



Fonte: Compilação do autor<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Montagem a partir de imagens coletadas nos sites Casa Médica, Ortoponto, Superfisio via Google imagens.

Outro fator que impacta na escolha e método de fixação da cesta é a estrutura da cadeira de rodas, há diferenças estruturais significativas entre os 3 mais modelos usados pela equipe, na figura acima da esquerda para direita, sendo a cadeira monobloco; Cadeira em X; Cadeira motorizada. A partir disso, não foi observado uma única maneira de fixação que pudesse ser usada universalmente para todos os modelos.

### 3.2.1 ENTREVISTA COM OS USUÁRIOS

Para conhecer as opiniões dos atletas sobre a cesta de bocha, foram realizadas entrevistas estruturadas com um questionário de 10 perguntas referentes às experiências de uso do equipamento (Apêndice 2). Os voluntários entrevistados eram apenas os usuários do equipamento estudado, jogadores da categoria BC2, havendo um total de 5 indivíduos em toda a equipe, durante a execução dessa pesquisa, sendo 2 usuários de cadeira monobloco e 3 usuários de cadeira em X. O número baixo de indivíduos dessa amostra é decorrente do baixo número de jogadores nessa categoria

Durante a entrevista, os jogadores relataram sentir dificuldades quando a cesta fica inclinada, pois isso impede algumas ações. Em momentos em que a cesta é anexada muito longe da mão, a bola pode escapar no momento de pegá-la. Os jogadores sentem-se mais confortáveis quando a cesta está bem fixa, pois não gera movimentos indesejados, como balanço ou deslizamento.

Os atletas relatam que gostam de usar a cesta, pois, assim, não precisam pegar as bolas de bocha diretamente do chão. Quando perguntados sobre a posição mais confortável, 4 responderam que preferem a cesta disposta ao seu lado, enquanto 1 respondeu que prefere a cesta próxima ao colo, mas gostaria que ela ficasse suspensa para não tocá-lo.

Ao final das entrevistas, os dados coletados foram comparados com as informações obtidas por meio de observação de campo, a fim de identificar os pontos mais críticos a serem solucionados no projeto. Dessa análise, foi gerada uma lista de requisitos que norteou o projeto até o fim.

### 3.3 REQUISITOS DE PROJETO

Nesta etapa, foi utilizada uma ferramenta projetual de Baxter (2005), na qual são definidos os requisitos de projeto, que consistem em uma síntese de todo o conhecimento

adquirido sobre o problema estudado. Esses requisitos foram utilizados para nortear as soluções e aprimorar o desenvolvimento do restante do projeto.

Tabela 3 - Requisitos de projeto

Requisitos de projeto		Demandas
<b>Alta prioridade</b>	Conforto	O equipamento não pode ficar fora do alcance do atleta e não pode estar em contato com o mesmo.
	Adaptabilidade	O equipamento deve se adaptar às capacidades e limitações do usuário.
	Compatibilidade	Capacidade que o equipamento deve ter para ser instalado nos 3 modelos de cadeira de rodas estudados.
	Não obstruir movimentos	A presença do equipamento não deve obstruir a execução de ações e movimentos durante o jogo.
<b>Baixa prioridade</b>	Montagem rápida	O equipamento deve conter sistemas de fácil montagem, a fim de evitar a danificação dos componentes
	Portátil	Os componentes devem ser leves e portáteis para facilitar o transporte.
	Fácil instalação	A instalação do equipamento deve ser simples, sem comprometer a fixação

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2023.

Os requisitos da tabela acima foram organizados em duas categorias: alta e baixa prioridade. Ao lado de cada item, há uma descrição da demanda que deve ser solucionado por ele. Os requisitos foram utilizados como critério de aprovação para as soluções desenvolvidas nas etapas subsequentes.

### 3.3.1 PESQUISA DE MERCADO E ANÁLISE PARAMÉTRICA

A pesquisa de mercado foi realizada visando identificar soluções dentro do mercado de artigos esportivos para bocha que atendam às necessidades dos atletas entrevistados. Por meio de pesquisas em lojas online especializadas em bocha adaptada e de imagens de atletas de bocha paraolímpica, foram identificados dois equipamentos com a função de sustentar o kit

de bocha. Na imagem abaixo, da esquerda para a direita, respectivamente, encontram-se a bandeja de colo e a bandeja suspensa.

Figura 6 - Bandeja de colo e bandeja suspensa.



Fonte: Compilação do autor<sup>5</sup>.

A bandeja de colo não foi considerada para o projeto por entrar em contato com o corpo do atleta, indo de encontro com os requisitos “conforto” e “não obstruir movimentos”. Enquanto a bandeja suspensa passou por mais pesquisa em busca de identificar outros parâmetros e configurações possíveis, como mostrado nas imagens a seguir.

Figura 7 - Configurações da bandeja de bocha suspensa



Fonte: compilação do autor.<sup>6</sup>

Por meio da observação dos diferentes modelos de bandeja de bocha, foram identificados 3 parâmetros importantes a serem trabalhados, sendo eles: método de fixação na cadeira; layout de disposição do kit de bocha; articulações para ajustar o posicionamento da

<sup>5</sup> Montagem a partir de imagens coletadas nos sites das lojas Handi Life Sport, Bashto Sports.

<sup>6</sup> Montagem a partir de imagens coletadas nos sites Bashto Sports, Remap, Comitê Paralímpico Brasileiro, Hitch'n Roll, Toledo News, Governo do Estado do Ceará, via Google imagens.

bandeja. Pela análise desses parâmetros o projeto se baseou nos mecanismos que melhor satisfaziam os requisitos e que possuíam viabilidade de produção com as ferramentas disponíveis, sendo eles: fixação por grampo, layout circular e articulações cilíndricas.

## 4 PROTOTIPAGEM

A prototipagem foi realizada em paralelo com as etapas da pesquisa, coleta de dados e criatividade, seguindo a metodologia de Alcoforado (2014). Sendo assim, as representações do produto estiveram presentes durante toda a execução do trabalho, em diferentes níveis de complexidade, a fim de atender necessidades de projeto distintas. Neste capítulo, serão discutidos os processos e métodos usados para a fabricação dessas amostras e quais foram os resultados dos testes aos quais cada uma foi submetida.

### 4.1 CONSTRUÇÃO DOS PROTÓTIPOS

Os protótipos construídos foram divididos em duas categorias: baixa fidelidade e média fidelidade. As amostras de baixa fidelidade são básicas e com pouca semelhança com o produto final, tendo em um primeiro momento o propósito de averiguar a veracidade de uma hipótese ou a qualidade de uma ideia. Enquanto as amostras de média fidelidade se aproximaram mais do resultado que se espera alcançar, seja no sentido estético, funcional ou da usabilidade, por ter mais complexidade pode possuir total ou parcialmente as características do produto final.

Figura 8 - Laboratório de Modelos



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Para a concepção das peças foi usada a tecnologia de desenho assistido por computador (CAD), onde os *sketches* manuais foram digitalizados e reproduzidos no AutoCAD (2022). Os desenhos digitais foram exportados para o programa ArtCAM (2008) para que pudessem ser fresados em uma fresadora e digitalizadora Digimill 3D, disponível no

Laboratório de Modelos do curso de Design da UEPA-CCNT, figura 8. As técnicas de marcenaria foram usadas para apoiar o projeto na confecção de peças que não podiam ser feitas na fresadora devido às limitações técnicas. Todos os protótipos foram confeccionados no laboratório de modelos, sendo melhor detalhados a seguir.

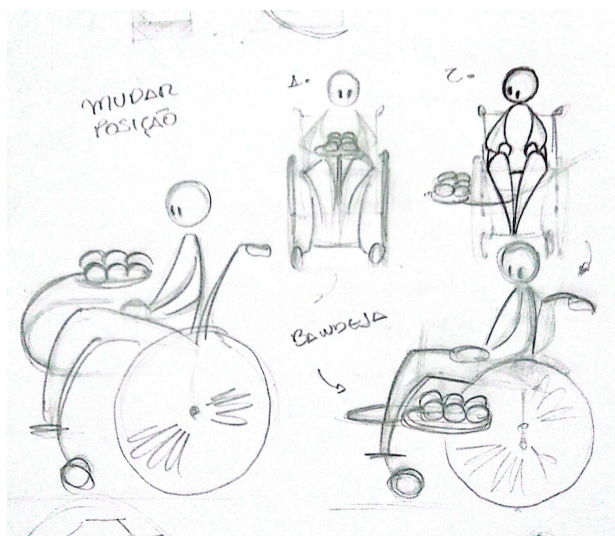
#### 4.1.1 GERAÇÃO DE IDEIAS

Ao total foram construídos 7 protótipos, com cada um sendo resultado de um processo de geração de ideias que precisou ser testado. As amostras fabricadas no decorrer do projeto foram classificadas conforme o grau de fidelidade, sendo 3 de baixa fidelidade e 4 de média fidelidade. Os processos e materiais usados em cada amostra são descritos abaixo.

##### 4.1.1.1 SKETCHES

Os *sketches*, desenhos feitos a mão livre em escala natural ou não (Ullman et al. 1990 apud Alcoforado, 2014, p.99), foram usados na primeira etapa da pesquisa de campo, a observação. Durante as sessões de observação, por meio de rascunhos e anotações com lápis e folhas de papel A4, foram feitos registros das diferentes formas que os atletas podiam arremessar as bolas de bocha, assim, através das experimentações com os *sketches* as primeiras ideias puderam ser exploradas, criando os primeiros requisitos de projeto (item 3.3) do trabalho.

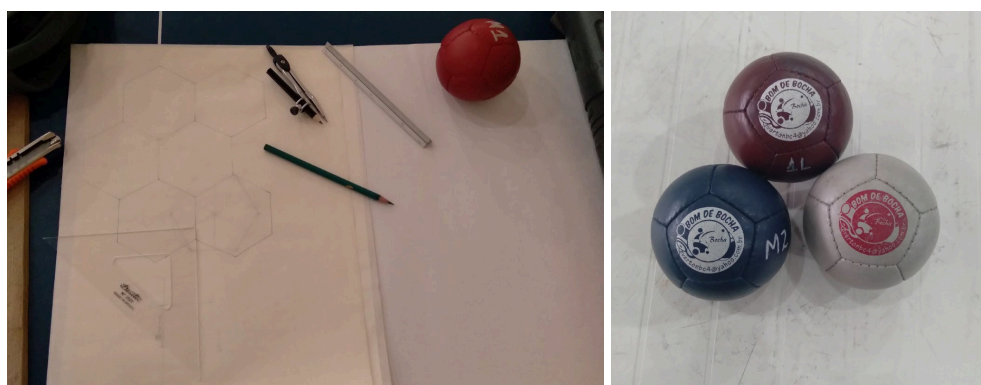
Figura 9 - *sketches* manuais



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Em seguida os *sketches* passaram pelo processo de experimentação, onde foram estudadas configurações de acomodação do kit de bocha para caber em um espaço limitado de forma otimizada. Com o auxílio de um kit de amostra, cedido pela equipe de bocha, foi possível reordenar as 6 bolas, cada uma com 270 mm de circunferência segundo normas do manual da Bisfed de 2024 , até identificar uma configuração com bom aproveitamento de espaço e que ainda oferece conforto.

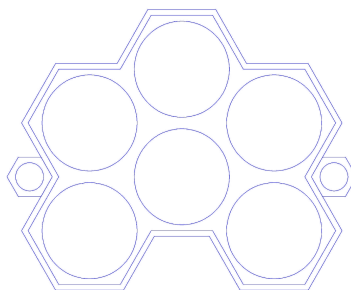
Figura 10 - Experimentação com *sketches* e kit de bocha



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Nessa fase, os esboços manuais foram feitos usando lápis, escalímetro, compasso e esquadro, tendo como superfície de suporte folhas de papel A4 e A3 branco (vide imagem acima). Com os esboços finalizados, eles foram reproduzidos no programa de desenho assistido por computador AutoCAD, como na imagem abaixo, tornando assim possível que fossem feitas modificações com mais facilidade e precisão.

Figura 11 - *sketch* CAD



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

A digitalização dos *sketches* permitiu a conversão desses desenhos em arquivos mais complexos, que são empregados em ferramentas de prototipagem rápida como o ArtCAM, um software usado para desenvolver peças a partir de desenhos bidimensionais ou

tridimensionais, convencionalmente é usado com fresadoras que desbastam o material escolhido.

#### 4.1.1.2 *MOCKUP* DE BAIXA FIDELIDADE EM PAPEL

Os *Mockups* são uma modalidade de protótipo com baixo nível de fidelidade, pois eles representam a aparência ou o dimensional dos objetos mas não replicam suas funções (Holmquist, 2005 apud Alcoforado, 2014, p.111). Neste trabalho, os primeiros *mockups* são feitos com materiais disponíveis no Laboratório de Modelos, sendo eles o papel couchê 70g (extraído de revistas descartadas), lápis, caneta, paquímetro analógico, compasso, esquadro e tesoura.

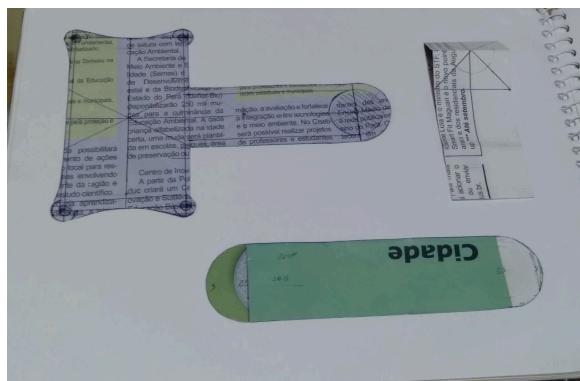
Figura 10 - *Mockup* de papel



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

As peças de papel foram feitas, tendo como base proporções dos *sketches* manuais que haviam sido digitalizados para o AutoCAD (vide imagem acima). O objetivo de fazer esses modelos em escala real era o de perceber as dimensões dos componentes de forma mais apurada a respeito das proporções entre os componentes do produto e em relação aos atletas, podendo identificar pontos que necessitassem ter suas medidas retrabalhadas.

Figura 12 - *Mockup* de papel



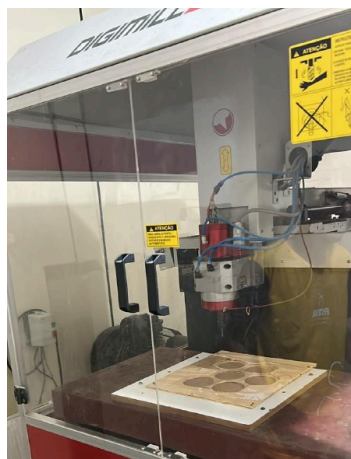
Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Além de auxiliar na percepção visual a respeito das proporções, os *mockups* serviram como base para realizar mais experimentações quanto ao visual e ao dimensional das peças. Posteriormente, as adaptações foram digitalizadas novamente e esses *mockups* foram reutilizados como gabaritos para a fabricação de componentes de madeira no item 4.1.1.5.

#### 4.1.1.3 *MOCKUP* DE MÉDIA FIDELIDADE EM LAMINADO

Tendo como objetivo a validação das prováveis soluções obtidas nos primeiros estudos com os *mockups* dos itens 4.1.1.1 e 4.1.1.2, foi realizada a confecção de um *mockup* em laminado de madeira com 3 mm de espessura. O modelo foi produzido em uma fresadora CNC Digimill 3D (disponível no Laboratório de Modelos conforme imagem abaixo) por meio de desenhos feitos no AutoCAD e convertidos para projetos de ArtCAM, como explicado no item 4.1.1.1.

Figura 13 - Fresadora CNC



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Quanto à escolha do material, o laminado foi usado por ser um material abundante no laboratório onde os protótipos estavam sendo confeccionados, e por ser fácil de cortar, não exigindo ferramental extra para a fresadora além do que já estava disponível no momento da execução do projeto.

Figura 14 - *Mockup* de laminado



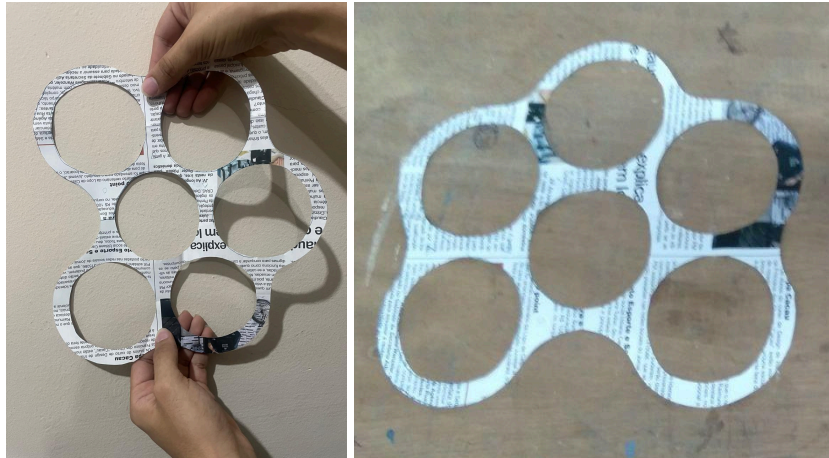
Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Com uma representação visual física, o *mockup* foi submetido a testes dimensionais que são melhor explicados no item 4.2.1, gerando resultados satisfatórios e observações por parte dos usuários acerca do formato poligonal, que não agradou visualmente, culminando em alterações e melhorias visuais nos estudos seguintes.

#### 4.1.1.4 *MOCKUP* DE MÉDIA FIDELIDADE EM ACRÍLICO E PVC

Configurando a segunda versão do produto, esse *mockup* é resultado das observações feitas após a realização do item 4.1.1.3 (vide imagem abaixo). Assim como na amostra anterior, o modelo da bandeja foi feito no software AutoCAD, experimentado em um modelo de papel em escala real para saber se as dimensões eram agradáveis e convertido em um projeto de ArtCAM e fresado na Digimill 3D.

Figura 15 - *Mockup* de papel



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Para esse *mockup* foi testado um novo material, o painel de acrílico com 3 mm de espessura, onde foram recortados dois painéis quadrados na serra fita do laboratório (vide imagem abaixo) e colados juntos com cola de acrílico para adquirir mais resistência a deflexão, obtendo a espessura de 6 mm.

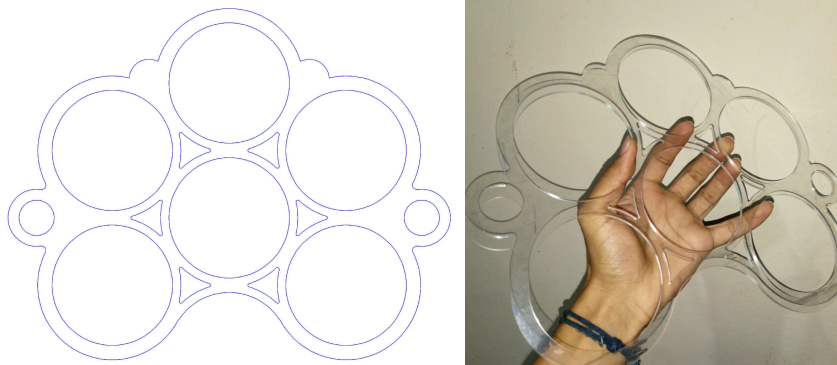
Figura 16 - Serra fita



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Para a fresagem da peça em acrílico, foi necessário o investimento em ferramental adequado para a fresadora. Usando fresas próprias para corte de polímeros, as especificações da máquina foram configuradas através do software ArtCAM, para cortar o acrílico corretamente (veja imagem abaixo), assim produzindo peças sem imperfeições e sem danificar a máquina e a ferramenta usada.

Figura 17 - *Sketch* CAD e *Mockup* de acrílico



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Além da base em acrílico, também foi feito um modelo dos componentes da estrutura de suporte da bandeja, a partir de canos PVC cortados com serrote (veja imagem abaixo). Tendo o objetivo de validar as medidas dos componentes que haviam sido estipuladas anteriormente no item 4.1.1.2.

Figura 18 - Componentes de sustentação em PVC



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Esse *mockup* também passou por uma avaliação com os usuários, melhor detalhada no item 4.2.1. A partir da confecção e teste deste modelo o projeto passou por revisão, para que as peças fossem conformadas às medidas obtidas por meio da experimentação empírica e que hipóteses falhas, como o modo de fixação, fossem revisto e repensados culminando nas soluções a seguir.

#### 4.1.1.5 PROTÓTIPO DE MÉDIA FIDELIDADE EM PLACAS DE PVC E MADEIRA

Após retrabalhar aspectos técnicos relacionados ao método de anexação da bandeja ao suporte, o meio de fixação do suporte à cadeira, o projeto ganhou novos componentes e novos

materiais. O PVC passou a ser usado na confecção da bandeja, como substituto do acrílico, já que o mesmo não apresentou desempenho satisfatório nos testes descritos no item 4.2.2. O PVC de 3 mm utilizado neste protótipo é oriundo da planificação de tubos de PVC reutilizados que haviam sido descartados como resíduo em um canteiro de obras da faculdade UEPA-CCNT. Os demais componentes do produto foram confeccionados com madeira.

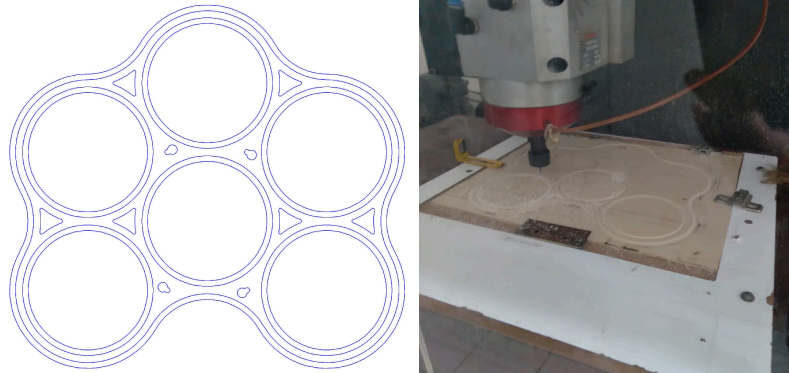
Figura 19 - Processo de planificação



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Para tornar os tubos de PVC próprios para o processo de fresagem, eles foram planificados por meio de dois processos, sendo o aquecimento e a prensagem. O processo começa pelo recorte dos tubos no tamanho aproximado da peça, considerando margens de segurança, então é feito um corte longitudinal, utilizando de um serrote, no tubo para que ele possa ser aberto. O material é posto em um forno e é inicialmente aquecido até a temperatura “*vicat*” (temperatura de amolecimento) especificada pela NM 82:2005, que é de 79°C, ainda dentro do forno, o tubo é ligeiramente aberto e posto entre duas placas cerâmicas lisas (como visto na imagem acima), é novamente aquecido até cerca de 120 °C (graus célsius) onde todo o corpo fica totalmente conformado e plano. Posteriormente, ele é retirado e fica em repouso entre as placas até que chegue à temperatura ambiente.

Figura 20 - *Sketch* CAD e placa de PVC sendo fresada



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

A terceira versão, assim como as demais, é oriunda de um desenho feito no AutoCAD, que foi utilizado na fresadora (veja imagem acima). Para efetuar o corte do material sem comprometer a qualidade e integridade da peça foi utilizada a mesma ferramenta usada para realizar o corte em acrílico, diferindo na configuração nos parâmetros da máquina.

Figura 21 - Componentes de sustentação em madeira



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Para esse protótipo as peças de sustentação foram construídas usando como base a madeira reaproveitada de um *pallet* descartado nos arredores da faculdade. Devido às limitações ferramentais, não foi possível empregar a fresagem das peças de sustentação à madeira de *pallet*, por tanto, recorreu-se a técnicas de marcenaria, utilizando as ferramentas disponíveis no laboratório de modelos, para a fabricação das peças.

Figura 22 - *Mockup* de PVC e componentes de madeira



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Enfim, obteve-se um modelo funcional do produto, sendo assim, esse modelo foi submetido a testes de simulação de carga e avaliação ergonômica, respectivamente detalhados nos itens 4.2.2 e 4.2.3. Obtendo resultados satisfatórios, foram feitas observações e anotações quanto a detalhes estruturais a fim de melhorar o projeto final, como é possível avaliar pelo protótipo a seguir.

#### 4.1.1.6 PROTÓTIPO DE MÉDIA FIDELIDADE EM PLACAS E TUBOS DE PVC E MADEIRA

Configurando a quarta versão do produto, essa amostra é a síntese das observações feitas sobre as falhas de sustentação de fixação da versão anterior. Por meio do ArtCAM, as modificações no desenho da bandeja, feitas no AutoCAD, foram transmitidas para as placas de PVC 3 mm, e conformando alguns componentes de madeira às novas especificações de projeto, foi possível gerar um protótipo que atende-se às novas medidas e necessidades do projeto a partir do seu antecessor.

Figura 23 - Protótipo de PVC instalado na cadeira



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Com uma redução no número de componentes, a substituição da haste de sustentação de madeira por uma feita com tubos de PVC e a implementação do sistema de engate rápido da bandeja, este protótipo contempla todas as funções planejadas para o produto final, sendo o modelo mais dotado de funcionalidade deste projeto.

Com o intuito de descobrir se as hipóteses empregadas nesta amostra eram viáveis como solução final, o protótipo foi submetido a testes de carga, descritos no item 4.2.2, onde obteve resultados satisfatórios ao suportar a carga máxima de um kit de bocha. O mesmo passou por uma avaliação ergonômica do seu sistema de engate rápido, descrito no item 4.2.3, mostrando que a solução é agradável e de fácil compreensão por parte dos responsáveis por montar os equipamentos dos atletas da equipe de bocha. Com as hipóteses validadas, o projeto se encaminhou para o detalhamento estético, demonstrado pelo modelo a seguir.

#### 4.1.1.7 *MOCKUP VIRTUAL*

O *mockup* virtual consiste de modelo digital feito por programas de modelagem tridimensional para representar a estética do produto final. Para a produção do modelo 3D os desenhos feitos no AutoCAD foram exportados para o software de código aberto<sup>7</sup> FreeCAD, um programa de desenho bidimensional e tridimensional capaz de modelar peças com exatidão e precisão. Em seguida o modelo 3D exportado para outro programa de código aberto, o modelador 3D Blender, para ser renderizado, processo computacional de aplicação de texturas e efeitos de iluminação em um objetivo virtual.

Figura 24 - *Render 3D*



Fonte: Acervo dos autores, 2024.

---

<sup>7</sup> Programa aberto

A decisão dos aspectos visuais do produto foram desenvolvidos por meio de pesquisas de opinião com os atletas, onde foram apresentadas alternativas de aparência do produto para serem votadas, chegando à conclusão de usar cores relacionadas à bocha, como o vermelho e azul dos kits e das cadeiras de rodas e o branco referenciando a bola alvo. Segundo a opinião da maioria dos atletas, a textura fosca se apresentava como sendo mais agradável. Por fim, o *render* digital foi feito seguindo as especificações citadas, ao ser apresentado para os jogadores o modelo recebeu aprovação.

## 4.2 AVALIAÇÕES

Neste tópico serão discorridos os testes práticos e as avaliações ergonômicas realizadas com os modelos e protótipos para validação das hipóteses. Os tópicos estão divididos em teste dimensional, onde a preocupação era saber se as medidas empregadas no modelo satisfaziam as medidas exigidas pelos atletas; Simulação de carga, a fim de avaliar a resistência ao emprego de força sobre a estrutura e sobre as juntas, foram realizados testes controlados para identificar pontos críticos; A avaliação ergonômica foi usada como forma de aprovar as funcionalidades planejadas para o produto, sendo feito em conjunto com os jogadores que participaram da pesquisa.

### 4.2.1 AVALIAÇÃO DIMENSIONAL

Para validar as dimensões planejadas para o produto, nas fases iniciais do desenvolvimento, foi organizada uma avaliação com foco na conformação e checagem das dimensões necessárias para atender às necessidades dos jogadores. A avaliação foi ministrada pelo autor do trabalho, como avaliador, em contato direto com os atletas da equipe de bocha.

A avaliação aconteceu através da interação entre os jogadores e o protótipo de laminado (item 4.1.1.3), onde o usuário era instruído a indicar onde desejava que a bandeja fosse posicionada pelo avaliador, podendo ser sobre a coxa ou ao lado da cadeira, em seguida o mesmo era instruído a simular os movimentos de pega e arremesso para se certificar que a bandeja estava no seu alcance de jogo sem obstruir os arremesso. Em seguida o avaliador fazia o registro da altura da bandeja em relação ao solo e a distância da mesma em relação ao assento do jogador. Dessa forma, foi possível registrar as possibilidades e limitações de cada atleta, o que gerou novos requisitos técnicos a serem atendidos em protótipos posteriores.

Figura 25 - Teste de pega



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Após a conformar o projeto para as medidas definidas pelos esportistas, foi realizada uma nova avaliação com o intuito de validar as dimensões, dos componentes projetados. nesse teste foi utilizado o protótipo de acrílico com tubos de PVC (item 4.1.1.4), que buscava simular as dimensões de máxima do produto final, sendo elas: comprimento de 426 mm, largura de 240 mm e altura de 400 mm.

Figura 26- Teste dimensional



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Para a realização do teste, o modelo de acrílico foi anexado à cadeira de rodas com o auxílio de fita crepe, como demonstrado na figura acima, haja em vista que até o momento ainda não havia sido produzido um modelo com sistema de anexação funcional. A amostra avaliada foi composta por 3 voluntários participantes pertencentes à categoria BC2.

Semelhante à avaliação anterior, os atletas definiram a posição que desejam que a bandeja fosse anexada, então eram feitos movimentos de pega e arremesso, dessa vez com a presença do kit de bocha, para identificar se o usuário teria dificuldades ou se o modelo iria obstruir seus movimentos. Ao final do teste o modelo foi aprovado por todos os participantes.

#### 4.2.2 SIMULAÇÃO DE CARGA

O teste de simulação de carga foi realizado para averiguar se a estrutura do produto era capaz de suportar o peso do kit de bocha. Para essa avaliação foram usados os itens 4.1.1.4, 4.1.1.5 e 4.1.1.6. Para compor a carga foram usados kits de bocha, quando disponíveis, e pesos adaptados.

O primeiro teste a ser feito usou o *mockup* de acrílico, que foi anexado à uma mesa, que serviu de suporte, para a avaliação foi usado um kit de bocha que atendia às especificações de peso e dimensões definidas pelas regras internacionais da BISfed, na versão de 2021-2024. A amostra foi submetida ao peso de 6 bolas de bocha, com cada uma pesando 275 g, o que configurou 1,6 kg, como mostrado na imagem a seguir. Como resultado, o

*mockup* se deformou, não apresentando força estrutural suficiente para suportar o peso do kit, motivando a troca do material em modelos posteriores.

O segundo teste utilizou o protótipo de placa de PVC e madeira, que foi anexado à uma base para rampa de bocha, simulando a estrutura de anexo de uma cadeira de rodas. A avaliação seguiu assim como no primeiro teste, utilizando-se de um kit de bocha semelhante, como mostrado na imagem a seguir.

Figura 27 - Simulação de carga I



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Como resultado da avaliação, observou-se que os componentes mais próximos à base sofreram mais esforço mecânico, o que culminou no deslize da peça de engate do produto com a cadeira, aqui representado pela base de rampa. Outra observação notada foi esforço sobre uma das articulações inferiores, que não suportavam o peso do kit por muito tempo. Os resultados desse teste foram usados para guiar revisões na estrutura do projeto afim de solucionar tais problemas.

A segunda aplicação da simulação de carga foi feita com o uso do protótipo de placa e tubos de PVC com madeira anexado à uma cadeira de rodas do modelo monobloco cedida para os testes. Nessa avaliação foram usados pesos adaptados para compor a carga, como mostrados na figura abaixo, essa condição se deve a falta de um kit de bocha no momento da simulação.

Figura 28 - Simulação de carga II



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

A segunda avaliação seguiu os mesmos parâmetros da primeira, com aplicação de uma carga semelhante ao peso de 6 bolas de bocha, aproximadamente 1,5kg. O protótipo demonstrou um bom desempenho ao suportar o peso sem dificuldades, as modificações realizadas no sistema de fixação, representado pela troca da braçadeira parcial por uma braçadeira em pinça, entre o produto e a cadeira não demonstraram o mesmo problema de deslizamento como na versão anterior.

Figura 29 - Deflexão da haste de sustentação



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Embora a haste composta pelo tubo de PVC tenha demonstrado uma ligeira torção, como indicado na imagem acima, a estrutura não apresentou instabilidade significativa. O protótipo obteve um bom desempenho, permitindo que as modificações adotadas fossem aprovadas para a versão final do produto.

### 4.2.3 TESTE DE USABILIDADE

O teste de usabilidade foi constituído por uma avaliação do protótipo feita pelos próprios atletas, sob supervisão da treinadora Kellen Machado. O experimento foi realizado com alguns atletas que participaram anteriormente da coleta de dados, sendo 2. Para constatar a qualidade das soluções abordadas no protótipo propôs-se o uso do mesmo em partidas de treino, o primeiro voluntário jogou 8 parciais, enquanto o segundo jogou apenas 4 por razões de tempo, ao final da avaliação teve-se o saldo de 12 parciais de teste usando o protótipo. Demais testes não puderam ser feitos em decorrência de limitações de tempo e devido ao calendário de competições dos outros 3 indivíduos que participaram da entrevista estruturada anteriormente.

Figura 30 - Teste de usabilidade



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Para realizar os testes, os jogadores puderam anexar a amostra em suas próprias cadeiras de rodas e posicionar a bandeja onde sentiam mais conforto para realizar os lançamentos, como é possível observar na figura acima. Os atletas também usaram seus próprios kits, todos regulados e em conformidade com as regras vigentes da BISfed, o que deu ao experimento um caráter mais realista e com pouca intervenção.

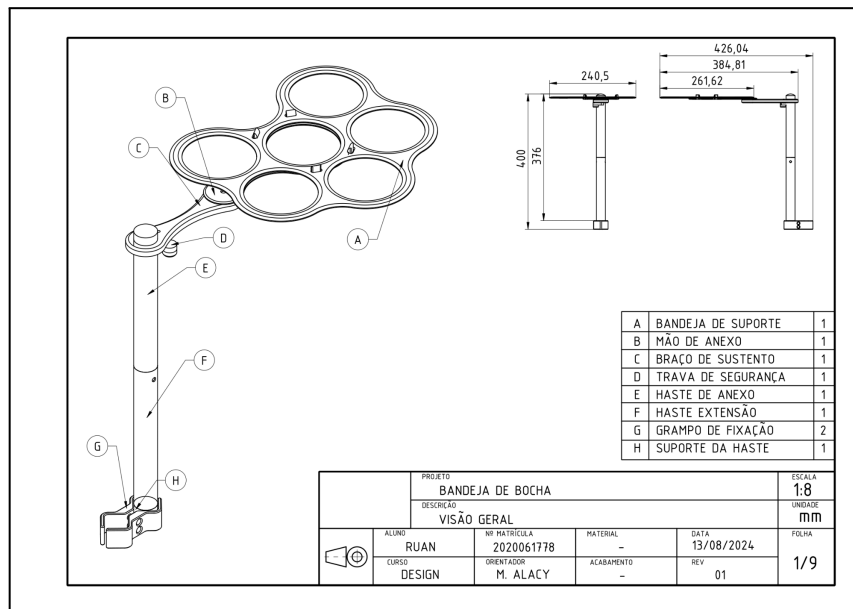
Após a execução das partidas cada jogador respondeu a um questionário (Apêndice 3) que avaliava a experiência usando o protótipo. Ambos os jogadores alegaram terem gostado da usabilidade do produto, avaliando-a como “ótima” e “boa”, ao realizarem movimentos como mover a cadeira, acionar os freios manuais e se acomodar um dos participantes alegou que precisou ser mais delicada no momento de acionar o freio no lado onde estava instalada a

amostra, enquanto o outro participante alegou que o sistema de engate rápido não estava segurando a bandeja em certos momentos. Por fim o protótipo foi aprovado com algumas ressalvas que foram corrigidas na versão subsequente.

### 4.3 DETALHAMENTO

O projeto foi detalhado através de desenhos técnicos de todos os componentes. Os esboços digitais foram feitos no AutoCAD, de onde foram exportados para o software FreeCAD para serem modelados 3D, gerando o *Mockup* virtual (item 4.1.1.7). Todas as pranchas do produto estão disponíveis no anexo 1 deste documento.

Figura 31 - Vista geral do produto



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Como proposta de material, o PVC foi cogitado para compor a Bandeja de Suporte (componente A), Mão de Anexo (componente B) e Braço de sustento (componente C). Sua produção pode ser realizada por injeção ou por desbaste de placas, haja em vista que não se trata de um mercado de consumo massivo.

A Haste de Anexo (componente E) e a Haste de Extensão (componente F) seria composta por tubos de PVC de 3mm de espessura. O Grampo de Fixação (componente G) seria composto por aço carbono fundido ou aço inox usinado. Já o Suporte da Haste (componente H) é composto por uma seção de tubo cilíndrico de aço carbono ou inox de 1,5mm de espessura.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo geral o desenvolvimento de um equipamento de tecnologia assistiva para atletas de bochas adaptada, que pudesse oferecer mais conforto e ergonomia para os jogadores durante as partidas, sendo assim um fator de auxílio e melhora no desempenho do atleta.

Com o desenvolvimento do projeto, foram coletados dados e demandas dos próprios jogadores da equipe de bocha da ACEAB, que geraram requisitos de projeto para realizar estudos e criar protótipos. Para uma rápida produção de *sketches*, *mockups* e protótipos funcionais foram usadas técnicas e tecnologias de prototipagem rápida como CAD e CNC aliadas com técnicas de marcenaria. Portanto, a teoria foi posta em prática mais de uma vez, a fim de validar hipóteses, identificar erros e encontrar novas ideias com mais assertividade.

As metas desta pesquisa contaram com a utilização da metodologia de projeto mediada por protótipos, pois a mesma aproximou o usuário do processo de criação de ideias e tornou-o um fator mais presente para a tomada de decisão. Esse fator beneficiou o desenvolvimento do produto por manter uma linha coesa e alinhada com o principal requisito do projeto, o conforto.

Quanto aos resultados práticos, o projeto obteve resultados satisfatórios, tendo realizado 2 testes de usabilidade onde recebeu boas avaliações. No campo teórico, o projeto rendeu um total de 7 protótipos, sendo 2 de média complexidade pois contavam com a presença de funcionalidades do produto final, o que carrega uma gama abrangente de informações sobre os materiais testados e as técnicas usadas.

Entretanto, por mais que os objetivos tenham sido contemplados, muitas técnicas e tecnologias de prototipagem não puderam ser experimentadas, assim como uma maior variedade de materiais para a construção de protótipos. Além do pequeno número de PCDs que compuseram a amostra entrevistada, deixando claro que ainda é necessário a realização de mais pesquisas para tornar o projeto mais completo e inclusivo por meio de soluções mais eficazes.

Para futuros trabalhos na área, podem ser abordadas outras categorias de jogadores de bocha adaptada, como os atletas BC3 que também são assistidos por equipamentos e dispositivos adaptados, podendo ser aperfeiçoados através da metodologia mediada por protótipos para permitir que o atleta desempenhe o esporte sem sofrer com ruídos ou problemas técnicos do seu próprio equipamento. Por meio dessas ações o design tem a capacidade de trazer ainda mais inclusão e acessibilidade à bocha adaptada no Pará.

## REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, Manoel Guedes. Metodologia de design mediada por protótipos. 2014. Tese (Doutorado em design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR NM 82: Tubos e conexões de PVC - Determinação da temperatura de amolecimento "*Vicat*". Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BAXTER, Mike. Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos. Tradução: Itiro Iida. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2005. Título original: Product design: a practical guide to systematic methods of new product development. ISBN 978-85-212-0265-5.

BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: Assistiva - tecnologia e educação, 2017. Disponível em: [https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf). Acesso em: 30 de jun. 2023.

BOCCIA INTERNATIONAL SPORTS FEDERATION. BISFed International Boccia Rule 2021 - 2024. v.2. 1. London: World Boccia, 2022. tradução: Associação Nacional de Desporto para Deficientes. Disponível em: [www.worldboccia.com/about-boccia/rules/](http://www.worldboccia.com/about-boccia/rules/). Acesso em: 13 de out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Comitê Paralímpico Brasileiro, [s.d.]. Página inicial. Disponível em: <https://cpb.org.br/ocomite/institucional>. Acesso em: 1 de jul. 2023.

CAMPEÃO, M. S.; OLIVEIRA, R. G. Bocha paraolímpica: manual de orientação para professores de educação física. Brasília : Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006. 42 p. ISBN 978-85-60336-03-6.

FRAZÃO, Gustavo. Bocha: Conheça Tudo Sobre essa Modalidade. Clube Paineiras do Morumby, 2022. Disponível em: <https://clubepaineiras.org.br/bocha/>. Acesso em: 11 fev. 2025.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. ISBN 85-224-3169-8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Pessoas com deficiência : 2022 / IBGE, Coordenação de Pesquisas por Amostra de Domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102013>. Acesso em: 09 fev. 2025.

IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. ISBN 85-212-0354-3.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. Metodologia da pesquisa: um guia prático. 1. ed. Itabuna: Via Litterarum, 2010. ISBN 978-85-98493-97-8.

MACHADO, Kellen Cristina Silva; Pereira, Cleia Gisane Rodrigues. Iniciação à bocha paralímpica no município de Belém: desafios e conquistas. *In: Seminário Internacional Paralímpico Escolar 2019, 2.*, 2019, Sergipe. Anais [Anais do Seminário Internacional Paralímpico Escolar 2019]. Sergipe: Comitê Paralímpico Brasileiro, 2019. p. 22-23.

Disponível em:

<https://paradesporto.unifesp.br/repositorio/trabalhos/4390d9784197022df3deed76a7bf89216739b.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2024.

ORLANDO, A. J.; REIS FILHO, R. . EVOLUÇÃO DO COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO. *Revista Interface Tecnológica, [S. l.]*, v. 18, n. 1, p. 606–617, 2021.

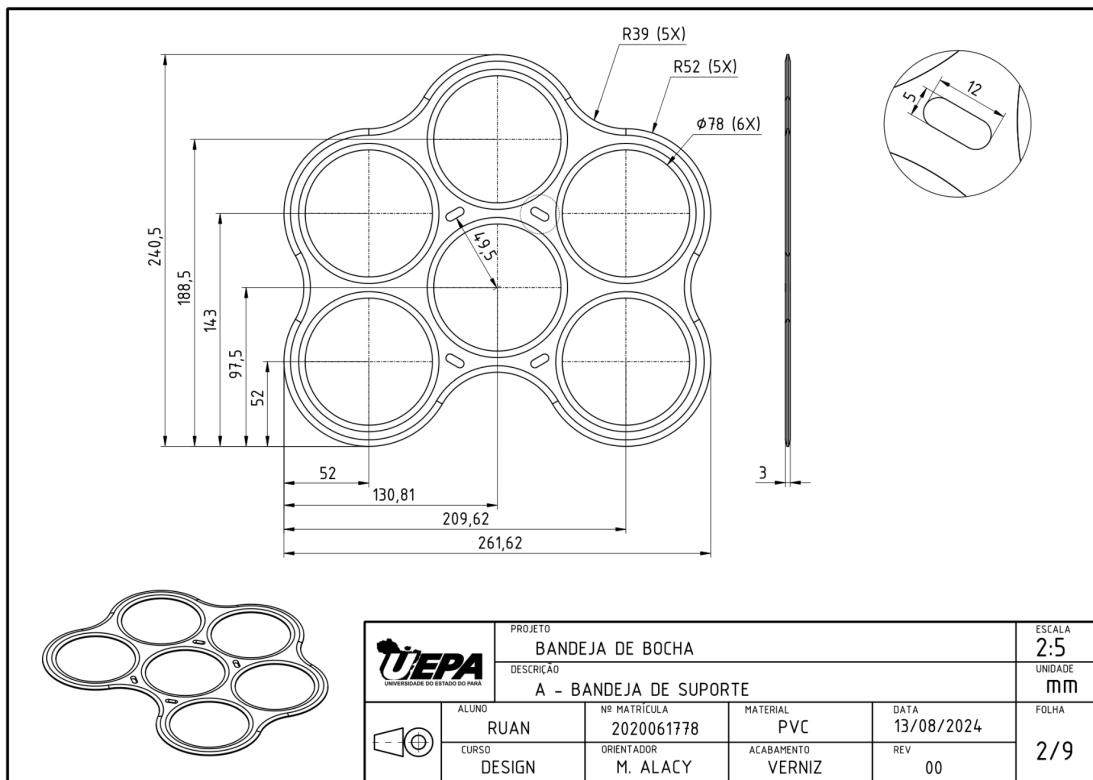
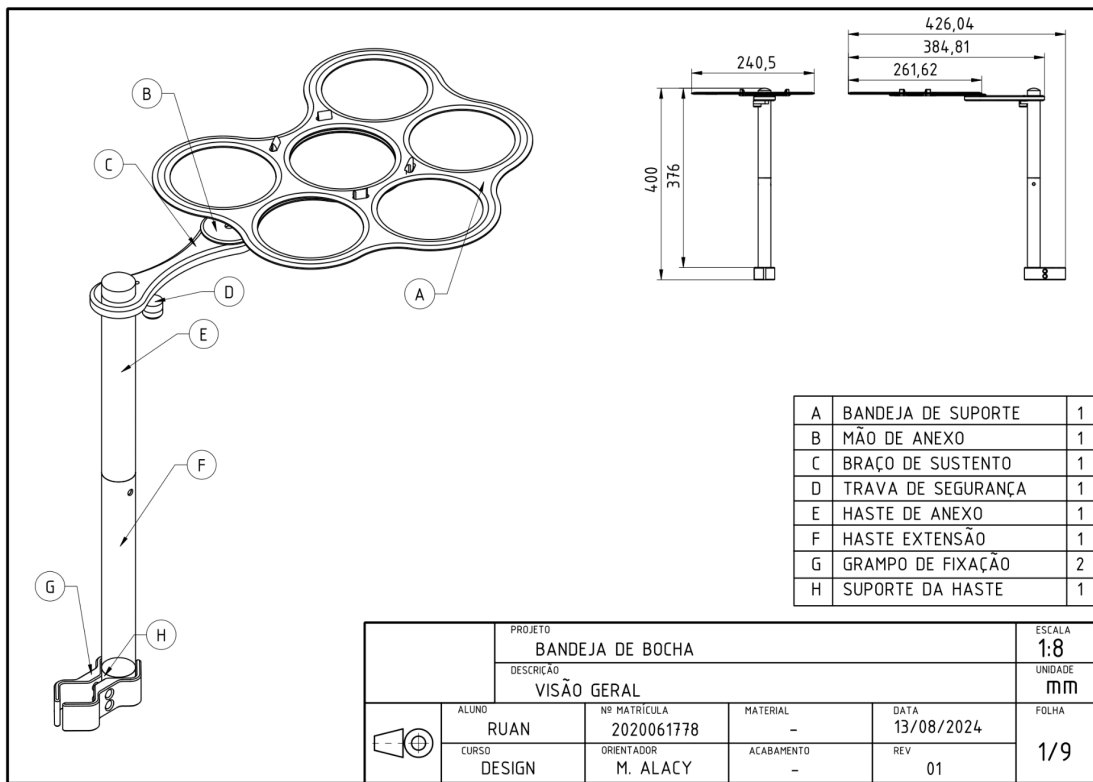
DOI: 10.31510/infa.v18i1.1153. Disponível em:

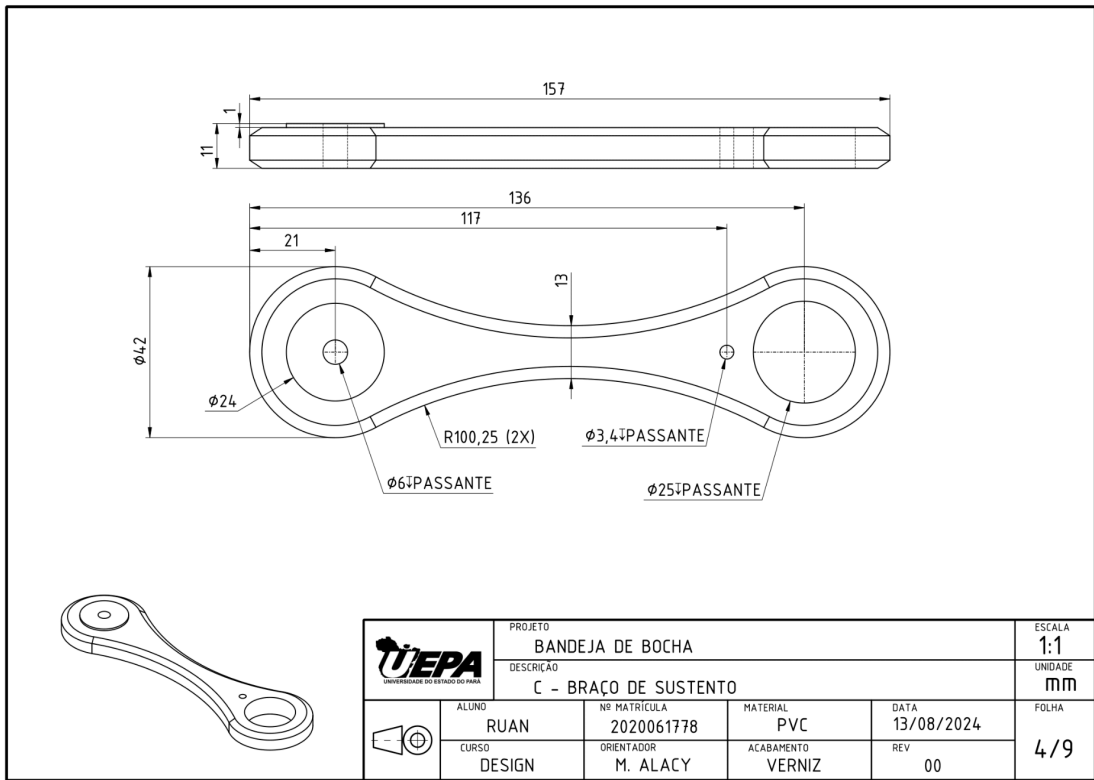
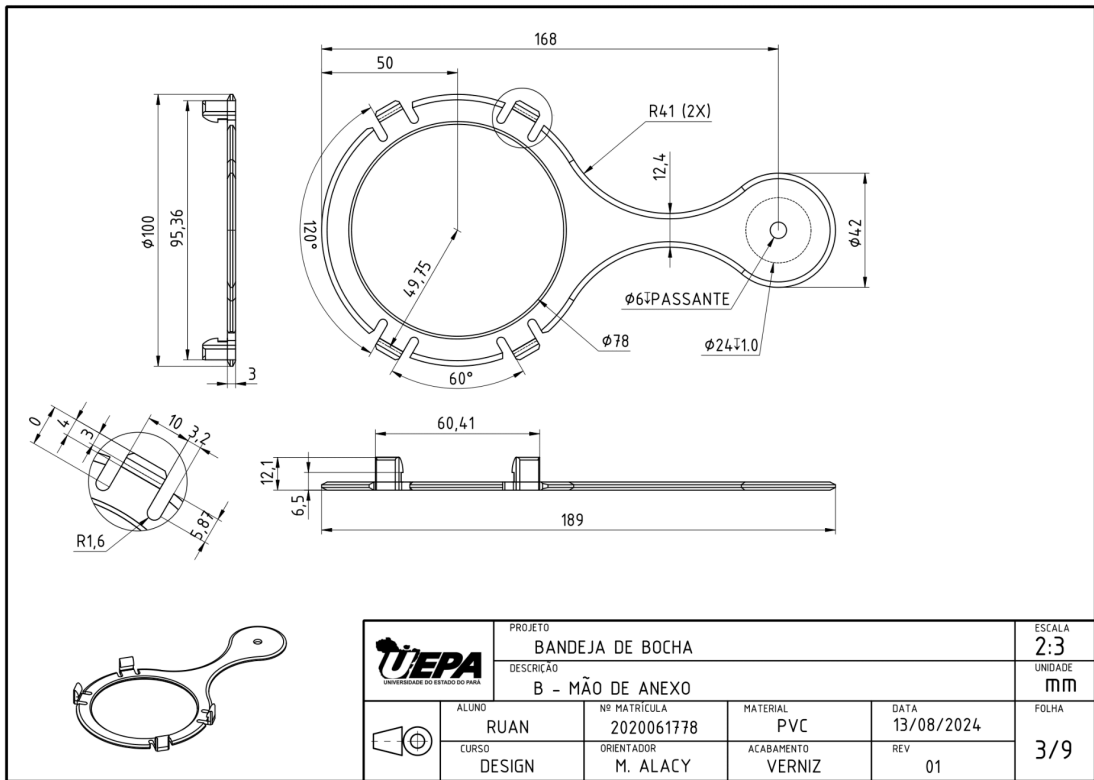
<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1153>. Acesso em: 20 ago. 2024.

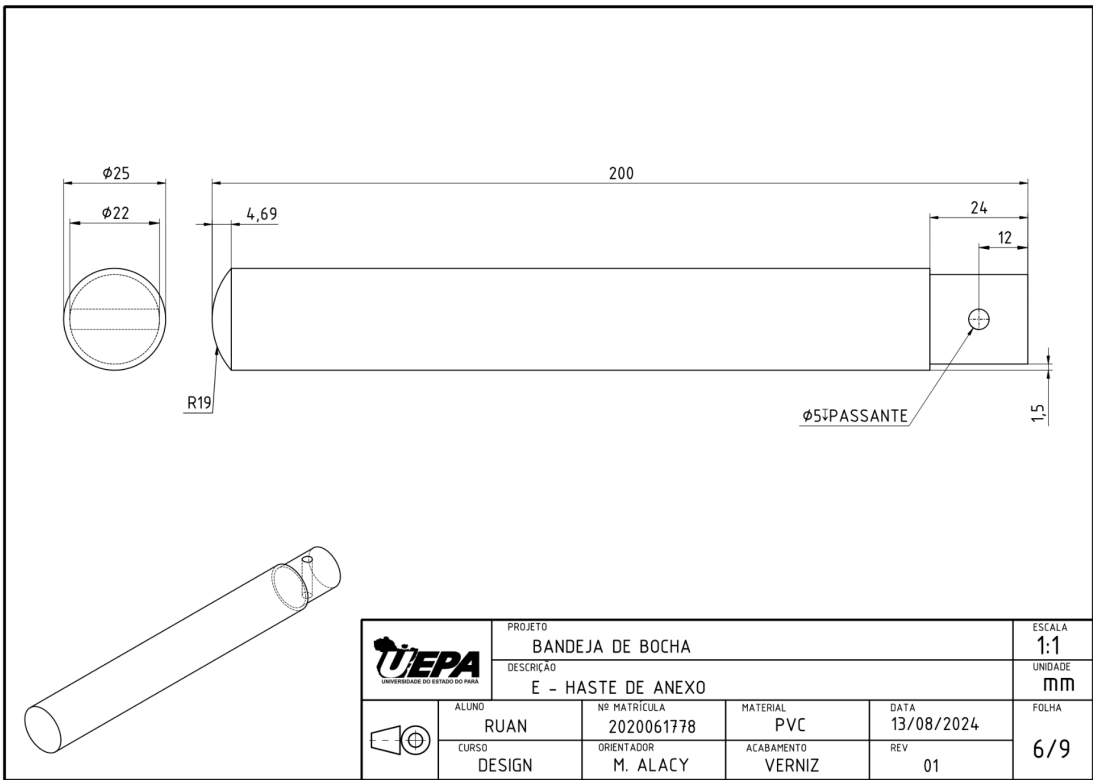
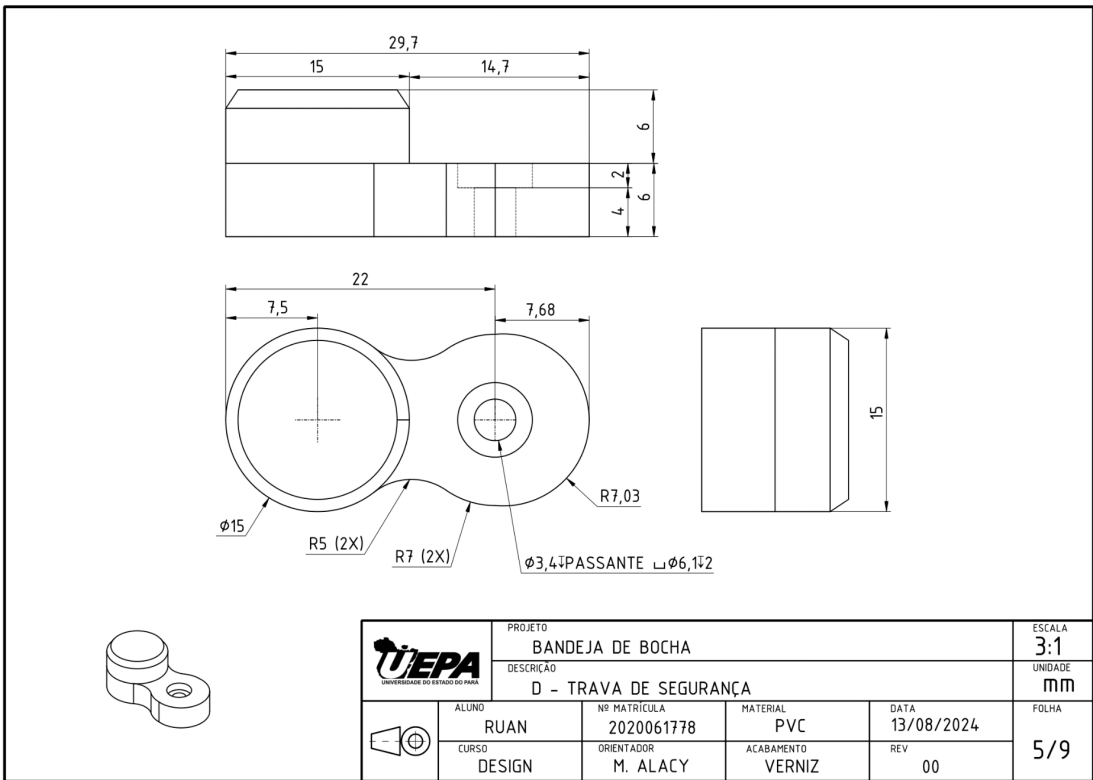
ULLMAN, D. G, WOOD, Stephen, CRAIG, David. The Importance of drawing in the mechanical design process. *Computers & Graphics*. v. 14, n.2, p.263-274, 1990.

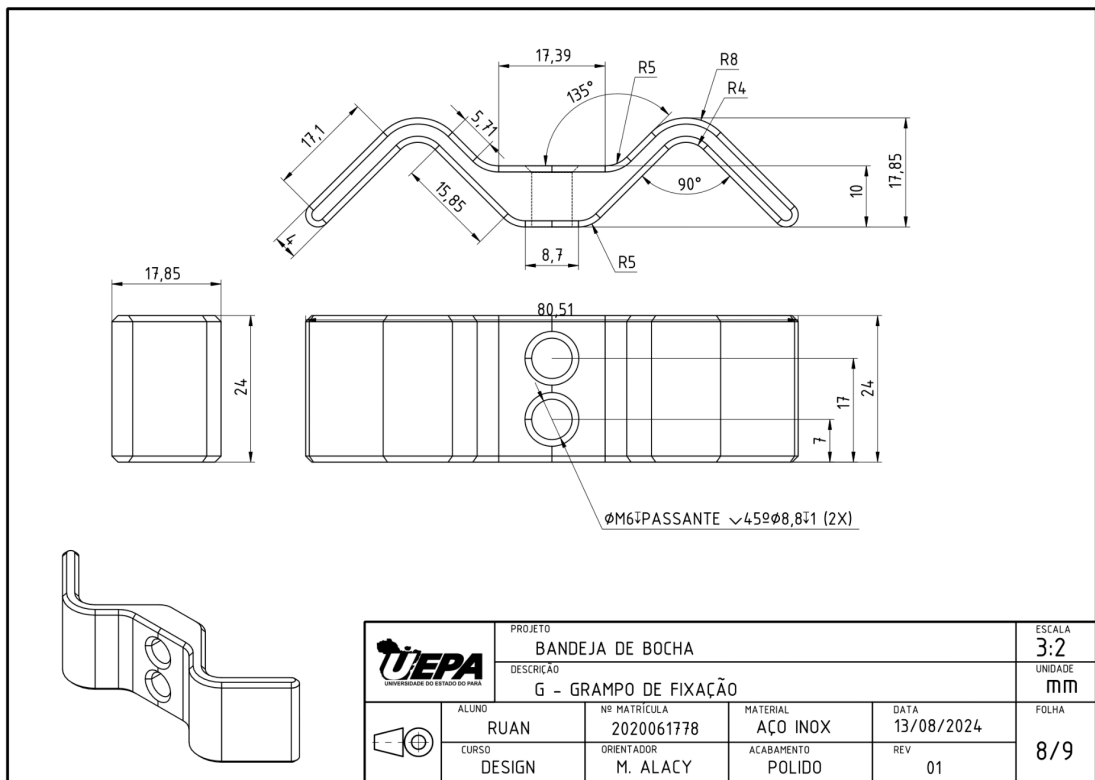
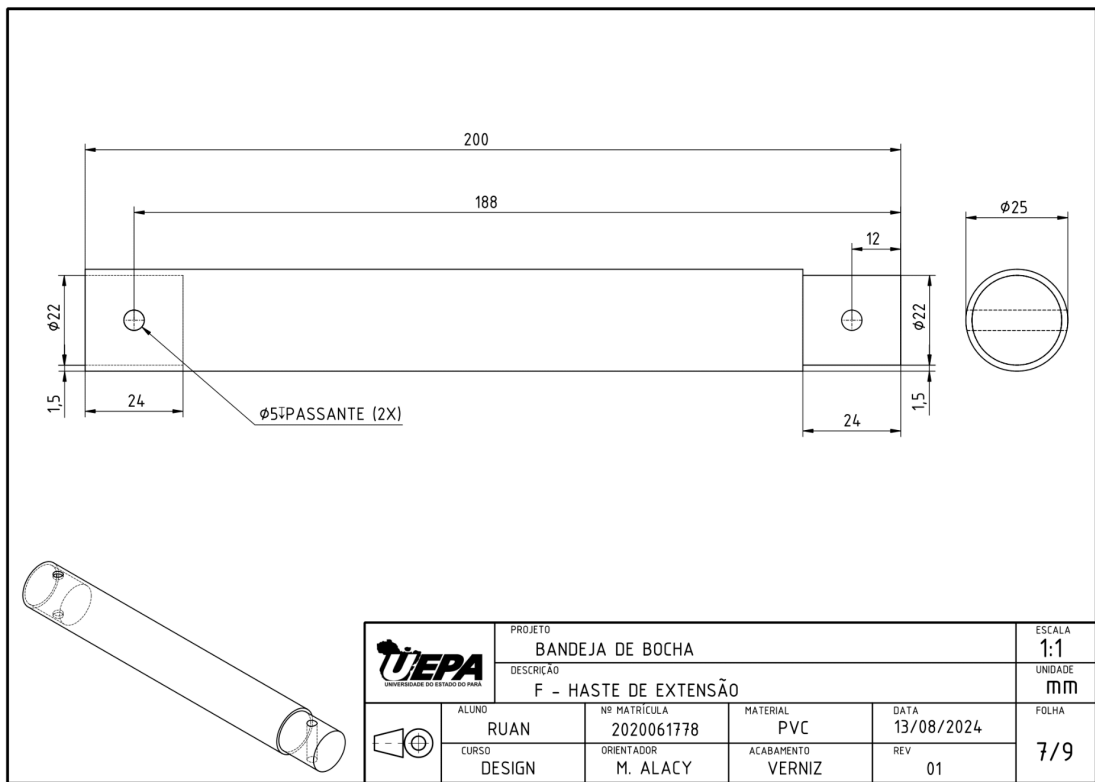
## **APÊNDICE 1**

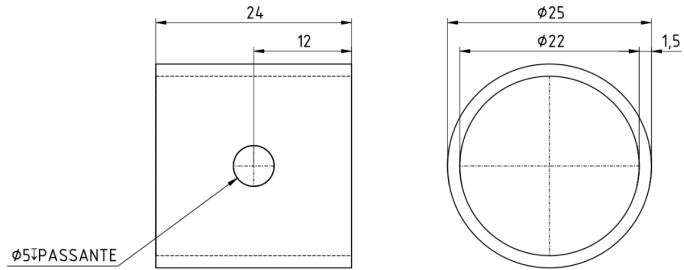
Desenho técnico











	PROJETO			ESCALA	
	BANDEJA DE BOCHA			2:1	
DESCRIÇÃO				UNIDADE	
H - SUPORTE DA HASTE				mm	
	ALUNO	Nº MATRÍCULA	MATERIAL	DATA	FOLHA
	RUAN	2020061778	AÇO INOX	13/08/2024	
CURSO	ORIENTADOR	ACABAMENTO	REV		
DESIGN	M. ALACY	POLIDO	00		9/9

## **APÊNDICE 2**

Entrevista estruturada

## **QUESTIONÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO**

- 1 - Você usa o cesto de bocha?
- 2 - O cesto de bocha te empata durante os arremessos?
- 3 - Você tem alguma dificuldade de tirar a bola do cesto?
- 4 - Você prefere observar a bola que vai escolher?
- 5 - O cesto impede ou dificulta a execução de alguma ação?
- 6 - Diga do que você gosta ao usar o cesto?
- 7 - Tem algo que você gostaria de mudar no cesto atual?
- 8 - Qual posição do cesto te deixa mais confortável?
- 9 - Na sua opinião, o uso do cesto te favorece de que maneira?
- 10 - O seu cesto atual supre as suas demandas?

## **APÊNDICE 3**

Avaliação Ergonômica

## **Avaliação Ergonômica do Protótipo #04**

1 - Avalie os aspectos com notas de 1 à 5

Conforto:

Ajustabilidade:

2 - Responda com a sua impressão:

3 - A bandeja te empatou no momento de lançar a bola?

4 - Sentiu alguma dificuldade em pegar a bola de bocha?

5 - Você consegue escolher a bola que quer usar com clareza?

6 - Você consegue executar as ações a seguir? (sim ou não)

Propulsionar a cadeira -

Acionar o freio -

Se acomodar na cadeira -

7 - Qual sua opinião sobre a bandeja?

8 - Sugestões de atualização:

9 - Considerações finais:

## **APÊNDICE 4**

Termo de cessão gratuita de direitos sobre imagem



Governo do Estado do Pará  
Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Coordenação de Bacharelado em Design  
Departamento de Design Industrial  
Coordenação de TCC

**TERMO DE CESSÃO GRATUITA DE DIREITOS SOBRE IMAGEM**

CEDENTE: \_\_\_\_\_

Nacionalidade \_\_\_\_\_, estado civil \_\_\_\_\_, profissão \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, portador da Cédula de Identidade RG/nº \_\_\_\_\_, emitida  
pelo \_\_\_\_\_, e do CPF nº \_\_\_\_\_,  
domiciliado e residente  
na \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

CESSIONÁRIO: Universidade do Estado do Pará / Centro de Ciências Naturais e  
Tecnologia – CCNT/ Curso de Design, estabelecido na Trav. Enéas Pinheiro, 2626,  
bairro do Marco – Belém – PA.

OBJETIVO: Fotografias tiradas exclusivamente para o Curso de Bacharelado em  
Design da Universidade do Estado do Pará - UEPA

DO USO: Declaro ceder a Universidade do Estado do Pará/ Curso de Bacharelado em  
Design – Coordenação de Trabalho de Conclusão de Curso sem quaisquer restrições  
quanto aos seus efeitos patrimoniais e financeiros a plena propriedade e os direitos  
autorais do depoimento de caráter histórico e documental que prestei ao (a) pesquisador  
(a) \_\_\_\_\_, na cidade de Belém, em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_. A

Universidade do Estado do Pará/CCNT/ curso de Bacharelado em Design, fica  
conseqüentemente autorizado a utilizar, divulgar e publicar, para fins educacionais, a  
mencionada fotografia, editada ou não, bem como permitir a terceiros o acesso para fins  
idênticos, segundo suas normas, com a única ressalva de sua integridade e indicação de  
fonte e autor

[LOCAL], \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do

## **APÊNDICE 5**

TCLE



Governo do Estado do Pará  
Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Bacharelado em Design  
Departamento de Desenho Industrial  
Coordenação de TCC

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa:  
Responsáveis pela Pesquisa:  
Orientador (a):  
Discentes:

### Justificativa

A presente pesquisa tem como objetivo [descrever brevemente o objetivo da pesquisa]. Seu propósito é [explicar, de forma clara e acessível, a finalidade e a importância da pesquisa no campo do Design].

### Procedimento

Sua participação será [descrição dos procedimentos, por exemplo, entrevistas, questionários, workshops, etc]  
A participação total terá a duração de aproximadamente [duração da participação, em horas ou dias].

### Riscos

Os riscos serão mínimos aos participantes desta pesquisa, relacionados ao desconforto emocional frente ao momento das entrevistas. Os riscos serão minimizados através de esclarecimentos prévios sobre a pesquisa, considerando o grau de formação dos indivíduos a serem pesquisados. Além disso, a garantia do anonimato será assegurada se for requerido. No entanto, caso você sinta algum desconforto ou desejar interromper sua participação a qualquer momento, você poderá fazê-lo sem qualquer penalidade ou prejuízo.

### Benefícios

Sua participação neste estudo contribuirá para [descrever os benefícios, como contribuição para o conhecimento no campo do Design, desenvolvimento de novas metodologias, etc.].

### Confidencialidade do Estudo

Os resultados desta pesquisa serão utilizados somente para fins científicos. O registro de sua participação será mantido confidencialmente caso deseje. Nas publicações e/ou relatórios resultantes deste trabalho a identificação dos participantes é revelada com o consentimento dos envolvidos.

### Participação Voluntária

A sua participação é voluntária. A recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação a forma em que é atendido pelo pesquisador.

### Contato para Esclarecimentos

Se você tiver qualquer dúvida sobre esta pesquisa, pode entrar em contato com o pesquisador responsável, [Nome do Pesquisador], pelo e-mail [E-mail do Pesquisador] ou telefone [Telefone do Pesquisador].

### Consentimento

Declaro que li e compreendi as informações acima. Todas as minhas perguntas foram respondidas satisfatoriamente. Concordo voluntariamente em participar desta pesquisa e autorizo a utilização das informações fornecidas conforme descrito.

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 202\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário

\_\_\_\_\_  
Pesquisador responsável