



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN
CURSO DE DESIGN**

MARCUS VINICIUS CORREIA FELIX

**TECNOLOGIA ASSISTIVA EM EXPOSIÇÕES DE ARTE: DESIGN DE SUPORTE PARA
SISTEMA DE INTERAÇÃO TÁTIL**

FORTALEZA

2026

MARCUS VINICIUS CORREIA FELIX

TECNOLOGIA ASSISTIVA EM EXPOSIÇÕES DE ARTE: DESIGN DE SUPORTE
PARA SISTEMA DE INTERAÇÃO TÁTIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Design.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Cesar Cavalcante Vieira.

FORTALEZA

2026

MARCUS VINICIUS CORREIA FELIX

TECNOLOGIA ASSISTIVA EM EXPOSIÇÕES DE ARTE: DESIGN DE SUPORTE PARA
SISTEMA DE INTERAÇÃO TÁTIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Design.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Cesar Cavalcante Vieira.

Aprovada em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Cesar Cavalcante Vieira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Mariana Monteiro Xavier
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Me. Allyneanhy Gade Nunes Alves Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Graciele Karine Siqueira
Museu de Arte da Universidade Federal do Ceará (Mauc)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, em especial à minha mãe e ao meu pai, pelo apoio constante, pela confiança e pelo incentivo ao longo de toda a minha trajetória acadêmica.

Aos meus amigos do Food United e aos Keikos, pelo companheirismo, pelas trocas e pelos momentos de apoio que tornaram o percurso universitário mais leve e significativo.

À Kereus Design Jr, espaço no qual pude me desenvolver profissional e pessoalmente, ampliando minha visão crítica, técnica e prática sobre o design.

Ao meu orientador, professor Roberto, pela paciência, pela confiança no projeto e, sobretudo, por não ter desistido dele — e de mim — mesmo diante dos desafios enfrentados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos servidores do IAUD, pelo suporte institucional e pela contribuição cotidiana para o funcionamento do curso e para a formação dos estudantes.

Por fim, à Universidade Federal do Ceará (UFC), por oferecer as condições necessárias para minha formação acadêmica, profissional e humana.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F36t Felix, Marcus Vinicius Correia.
TECNOLOGIA ASSISTIVA EM EXPOSIÇÕES DE ARTE: : DESIGN DE SUPORTE PARA SISTEMA DE INTERAÇÃO TÁTIL / Marcus Vinicius Correia Felix. – 2026.
102 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design, Curso de Design, Fortaleza, 2026.
Orientação: Prof. Dr. Roberto Cesar Cavalcante Vieira.
1. Design inclusivo. 2. Tecnologia assistiva. 3. Acessibilidade. 4. Exposições de arte. 5. Interação tátil. I. Título.

CDD 658.575

“Nunca é perfeito, mas isso não interessa, porque nós somos os maravilhosos.” (Paulo de Oliveira, Larica Total, 2012, ep. 10).

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um mobiliário de suporte para sistemas de interação tátil em exposições de arte, voltado à ampliação da acessibilidade e da autonomia de pessoas com deficiência visual. A pesquisa insere-se no campo do design inclusivo e da tecnologia assistiva, considerando a recorrente ausência de dispositivos que integrem, de forma consistente, recursos táteis, comandos acessíveis e mediação sensorial em contextos museológicos. A metodologia adotada baseia-se no método projetual de Bruno Munari(2008), articulado à análise de tarefas proposta por Pazmino(2015), permitindo estruturar o processo desde a compreensão do problema até o desenvolvimento, experimentação e refinamento da solução. O percurso metodológico envolveu revisão teórica sobre deficiência visual, acessibilidade, design inclusivo e tecnologia assistiva, análise de projetos similares, definição de diretrizes projetuais, geração de alternativas por meio de esboços manuais, modelagem tridimensional, prototipagem física e avaliação comparativa entre diferentes protótipos. Como resultado, foi desenvolvido um mobiliário modular destinado ao suporte de peças táteis, concebido para favorecer a exploração autônoma, a clareza da leitura tátil e a estabilidade durante o uso. A produção de múltiplos protótipos possibilitou identificar limitações materiais e estruturais, orientar ajustes construtivos e validar o funcionamento do mecanismo de rotação entre os formatos retrato e paisagem. Embora os testes com usuários com deficiência visual não tenham sido realizados no escopo deste trabalho, foram elaborados roteiros de testes e de análise de tarefas, fundamentados em experiências prévias do projeto Fotografia Tátil, com vistas à aplicação futura. Conclui-se que o mobiliário proposto apresenta potencial como suporte acessível em exposições de arte, contribuindo para a mediação sensorial e para o protagonismo de pessoas com deficiência visual. O trabalho evidencia, ainda, a importância da experimentação projetual e da análise sistemática das interações como instrumentos para o desenvolvimento de soluções inclusivas no design de produtos.

Palavras-chave: Design inclusivo. Tecnologia assistiva. Acessibilidade. Exposições de arte. Interação tátil.

ABSTRACT

This study aims to develop a support furniture system for tactile interaction in art exhibitions, focusing on increasing accessibility and autonomy for people with visual impairments. The research is situated within the fields of inclusive design and assistive technology, addressing the recurring lack of devices that coherently integrate tactile resources, accessible controls, and sensory mediation in museum contexts. The adopted methodology is based on Bruno Munari's(2008) design method, articulated with the task analysis approach proposed by Pazmino(2015), enabling a structured process from problem definition to development, experimentation, and refinement of the solution. The methodological framework includes a theoretical review on visual impairment, accessibility, inclusive design, and assistive technology; analysis of similar projects; definition of design guidelines; generation of alternatives through hand sketches; three-dimensional modeling; physical prototyping; and comparative evaluation of the developed prototypes. As a result, a modular furniture system designed to support tactile artworks was developed, aiming to promote autonomous exploration, clarity of tactile reading, and structural stability during use. The production of multiple prototypes allowed the identification of material and structural limitations, informed constructive adjustments, and validated the functioning of the rotation mechanism between portrait and landscape formats. Although user testing with people with visual impairments was not conducted within the scope of this study, testing and task analysis protocols were developed, grounded in previous experiences of the *Fotografia Tátil* project, to support future evaluations. It is concluded that the proposed furniture system presents potential as an accessible support device for art exhibitions, contributing to sensory mediation and to the active participation of people with visual impairments. The study also highlights the relevance of design experimentation and systematic analysis of interactions as essential tools for the development of inclusive product design solutions.

Keywords: Inclusive design. Assistive technology. Accessibility. Art exhibitions. Tactile interaction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema geral do sistema de interação tátil, rastreamento e mobiliário.	13
Figura 2 – Interface do sistema de rastreamento por toque	14
Figura 3 – Exploração tátil de peça fotográfica por pessoa com deficiência visual	15
Figura 4 – Representação visual da área de toque e leitura do sistema de rastreamento	15
Figura 5 – Superfície inclinada contendo informações táteis – Exemplo.....	30
Figura 6 – Pessoa explorando escultura tátil na Galerie Tactile do Museu do Louvre, França	39
Figura 7 – Crianças tateando maquete tridimensional.....	40
Figura 8 – Leitura de livro tátil com gráficos em relevo e braile.....	41
Figura 9 – Representação visual de livro infantil tátil com impressão 3D e fios em relevo	42
Figura 10 – Modelo tridimensional do mobiliário suporte desenvolvido para o sistema de rastreamento tátil	53
Figura 11 – Estrutura articulada com base em MDF e sistema de rastreamento tátil (EU 2020)	55
Figura 12 – Rastreamento em tempo real de peça tátil com pontos de toque ativados	58
Figura 13 – Estrutura do sistema com webcam, peça em relevo e fones de ouvido	58
Figura 14 – Visitantes com deficiência visual interagindo com placa em braile na exposição Na Ponta dos Dedos	60
Figura 15 – Exploração tátil de peça complexa com múltiplas camadas e informações visuais	60
Figura 16 – Painel de Referências I.....	65
Figura 17 – Painel de Referências II.....	66
Figura 18 – Esboços I.....	68
Figura 19 – Esboços II.....	68
Figura 20 – Esboços III.....	69
Figura 21 – Esboços IV.....	70
Figura 22 – Esboços V.....	70

Figura 23 – Modelagem tridimensional inicial.....	72
Figura 24 – Modelagem de alternativas.....	72
Figura 25 – Render 3d vistas de topo, perspectiva, frontal e lateral direita.....	73
Figura 26 – CNC Laser.....	74
Figura 27 – Corte laser Protótipo 1.....	75
Figura 28 – Montagem de Protótipo 2, em Papel Paraná.....	76
Figura 29 – Gravação laser de comandos em braile.....	77
Figura 30 – Protótipo 3, em MDF com esferas de aço para simulação do Braille...	78
Figura 31 - Esquema sequencial de teste de usabilidade.....	81
Figura 32 - I Exploração tátil de peça de fotografia tátil II Seminário Cultura do Acesso.....	83
Figura 33 - II Exploração tátil de peça de fotografia tátil II Seminário Cultura do Acesso.....	83
Figura 34 - Esquema sequencial de exploração de peça tátil	84
Figura 35 - Protótipo 1.....	85
Figura 36 - Protótipo 2.....	86
Figura 37 - Protótipo 3.....	87
Figura 38 - Vista Lateral Direita do mobiliário.....	88
Figura 39 - Vista Frontal do mobiliário.....	89
Figura 40 - Vista em Perspectiva do mobiliário.....	89
Figura 41 – Vista explodida do mobiliário.....	89
Figura 42 – Desenho técnico das bases em MDF vista superior, medidas em cm...	90
Figura 43 – Desenho técnico das dos apoios vistas lateral e frontal, medidas em cm.....	91
Figura 44 – vista superior da legenda em braile.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas do método de Bruno Munari adaptadas ao desenvolvimento do projeto.....	51
Quadro 2 - Comparativo entre projetos similares do Fotografia Tátil (EU 2020 e EU 2023).....	56
Quadro 3 - Comparação entre os protótipos desenvolvidos.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAT – Centro de Tecnologia Assistiva
CHI – Conference on Human Factors in Computing Systems
CNC – *Comando Numérico Computadorizado*
CUD – Center for Universal Design
EU – Encontros Universitários
IAUD – Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM – Instituto Brasileiro de Museus
ICOM – Conselho Internacional de Museus (International Council of Museums)
LAED – Laboratório de Acessibilidade, Educação e Desenvolvimento
LBI – Lei Brasileira de Inclusão
LIBRAS – Língua Brasileira de Sinais
MON – Museu Oscar Niemeyer
MDF – Medium Density Fiberboard (Painel de fibra de média densidade)
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora
ONU – Organização das Nações Unidas
PDF – Portable Document Format
SISEM-SP – Sistema Estadual de Museus de São Paulo
UFC – Universidade Federal do Ceará
WVA – World Vision Academy (editora)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa.....	17
1.2	Objetivo Geral.....	19
1.3	Objetivos Específicos.....	19
1.4	Metodologia.....	19
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Deficiência Visual.....	22
2.1.1	Classificações e características.....	23
2.1.2	Impactos no acesso à cultura e informação.....	24
2.2	Acessibilidade.....	25
2.2.1	O que é acessibilidade (conceitos fundamentais).....	26
2.2.2	Definições da ONU e bases legais.....	27
2.2.3	Acessibilidade no Brasil: políticas públicas e normas.....	27
2.2.3.1	Ergonomia e acessibilidade.....	29
2.2.4	Dimensões da acessibilidade.....	31
2.3	Design Inclusivo.....	33
2.3.1	Princípios e fundamentos.....	33
2.3.2	O design como agente de inclusão social.....	34
2.3.3	Design Inclusivo em exposições e museus.....	34
2.3.4	Design Universal x Design Específico.....	36
2.3.5	Design de Produto aplicado à acessibilidade.....	37
2.4	Comunicação Acessível em Museus.....	38
2.4.1	Estratégias de mediação para pessoas com deficiência visual.....	38
2.4.2	Práticas museológicas inclusivas.....	39
2.4.3	Interface sensorial: áudio, tato e orientação.....	44
2.5	Mobiliário e Sistemas de Interação.....	45
2.5.1	Mobiliário acessível: conceitos e referências.....	45
2.5.2	Peças táteis em exposições.....	46
2.5.3	Sistemas de rastreamento e interação com o conteúdo.....	47
2.6	Tecnologia Assistiva.....	48
3.	METODOLOGIA DE PROJETO	50
3.1	Análise de Similares.....	53

3.1.1	Redesign do Sistema de Rastreamento - EU 2023.....	54
3.1.2	Suporte Articulado com Sistema de Rastreamento - EU 2020.....	55
3.2	Estudo de Caso.....	57
3.2.1	Sobre a exposição.....	57
3.2.2	Recursos de acessibilidade aplicados.....	59
3.2.3	Contribuições para o presente projeto.....	61
3.3	Análise da Tarefa Aplicada ao Projeto.....	62
4.	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	62
4.1	Diretrizes Projetuais.....	63
4.2	Memorial Descritivo.....	65
4.2.1	Painel de Referências.....	65
4.2.2	Geração de Alternativas.....	67
4.2.3	Modelagem.....	71
4.2.4	Prototipagem.....	74
4.2.5	Testes.....	80
4.2.5.1	Análise de Tarefas.....	82
4.2.6	Ajustes.....	85
4.2.7	Resultado Final.....	88
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
	REFERÊNCIAS	94

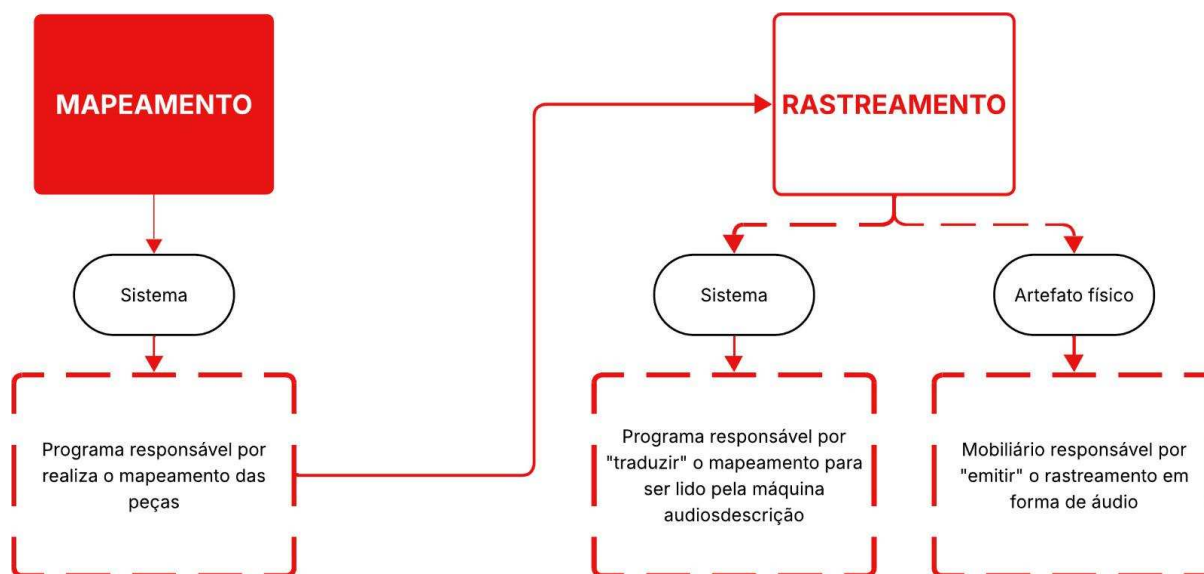
1. INTRODUÇÃO

A democratização do acesso às artes visuais é um tema de crescente relevância, especialmente no contexto das políticas públicas voltadas à inclusão e à acessibilidade cultural. A Lei nº 13.146/2015, conhecida como Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, reforça o compromisso do Estado brasileiro em garantir o acesso pleno à cultura, à educação e ao lazer para todas as pessoas, incentivando a implementação de estratégias que tornem esses direitos efetivos. Nesse cenário, o design assume um papel central como ferramenta para transformar experiências tradicionalmente visuais em vivências multissensoriais, inclusivas e significativas.

Este trabalho insere-se no contexto do projeto de pesquisa “Fotografia Tátil”, uma iniciativa desenvolvida no Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará (IAUD/UFC), em colaboração com o projeto Design Computacional, que atua no desenvolvimento de um sistema de rastreamento por toque associado à audiodescrição. O projeto explora o potencial de combinar diferentes recursos como fotografias táteis, roteiros de audiodescrição e tecnologias interativas para ampliar o acesso de pessoas com deficiência visual ao conteúdo das exposições artísticas.

Para uma melhor compreensão do escopo desta pesquisa, a **Figura 1** apresenta um esquema geral do sistema no qual o mobiliário desenvolvido se insere. O projeto articula três dimensões complementares: o sistema de mapeamento das peças táteis, responsável pela organização espacial das informações; o sistema de rastreamento, que identifica as interações do usuário e as traduz em recursos de mediação sonora; e o mobiliário físico, que atua como suporte e interface principal entre o usuário e esses sistemas.

Figura 1 – Esquema geral do sistema de interação tátil, rastreamento e mobiliário

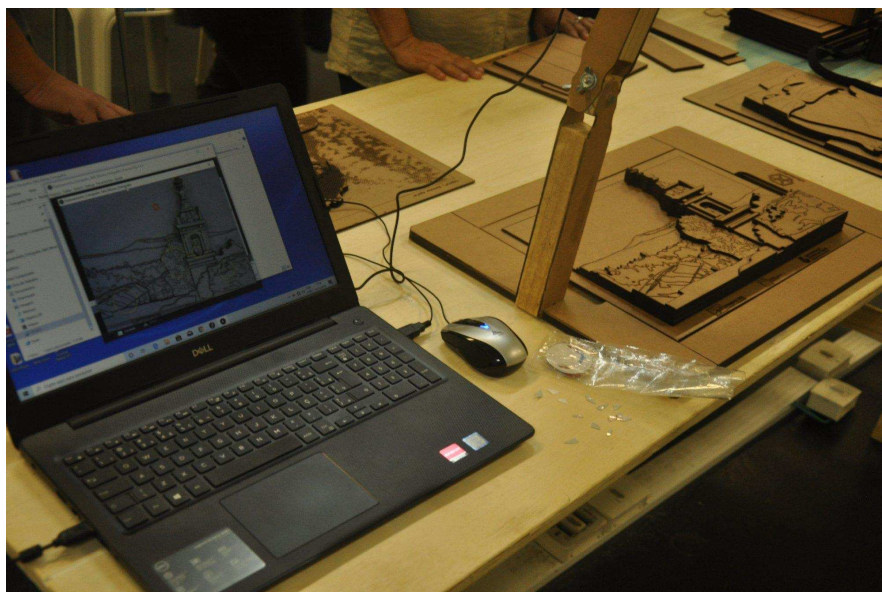


fonte: Jerdeth Guilherme,2026

Nesse contexto, o mobiliário não se configura como um elemento isolado, mas como parte fundamental de um sistema maior de interação tátil e acessibilidade cultural, sendo responsável por articular ergonomia, estabilidade, orientação espacial e autonomia do usuário durante a fruição das obras. Assim, este trabalho concentra-se no desenvolvimento projetual desse suporte físico, considerando sua integração técnica e conceitual com os demais componentes do sistema.

A aplicação prática desses elementos pode ser observada nas imagens a seguir, que registram momentos do sistema de rastreamento em funcionamento e a interação tátil com as peças. Na **Figura 2**, o sistema é apresentado em um ambiente de oficina ou laboratório de design. À esquerda, observa-se um notebook com o software de rastreamento em funcionamento, conectado a uma webcam posicionada sobre uma base de madeira. À direita, estão dispostas diversas peças táteis confeccionadas em MDF, que representam cenas visuais por meio de relevos. Essa configuração demonstra a integração entre os dispositivos físicos e a interface digital, possibilitando a ativação de audiodescrições conforme o toque do usuário.

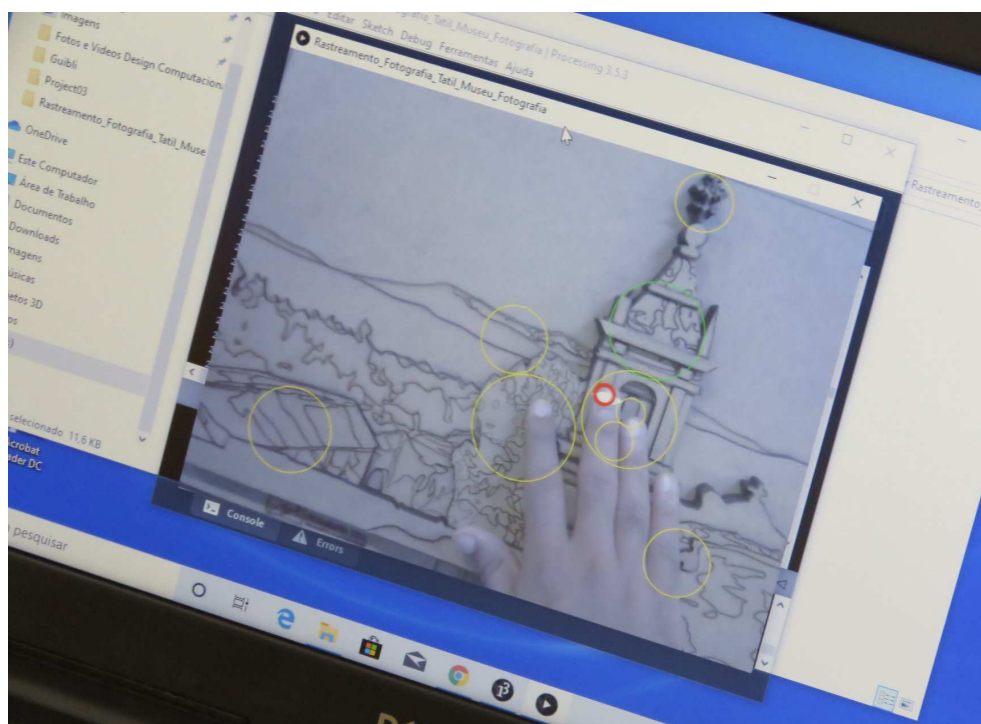
Figura 2 – Interface do sistema de rastreamento por toque.



Fonte: Facebook - Fotografia Tátil UFC

Já a **Figura 3** mostra uma captura de tela do software durante o uso do sistema de rastreamento. A interface exibe a imagem de uma peça tátil com contornos de uma paisagem urbana, enquanto uma mão explora a superfície. Círculos amarelos indicam pontos sensíveis ao toque, e um marcador vermelho destaca a região exata que está sendo pressionada. Essa visualização evidencia o funcionamento do reconhecimento de toque por reflexão luminosa, tecnologia essencial para ativar os áudios descritivos associados a diferentes áreas da peça.

Figura 3 – Representação visual da área de toque e leitura do sistema de rastreamento.



Fonte: Facebook - Fotografia Tátil UFC

Por fim, a **Figura 4** retrata um usuário com deficiência visual em processo de exploração tátil de uma peça confeccionada em MDF. O visitante, sentado, percorre a imagem com as mãos, sentindo os relevos e formas em camadas sobrepostas. A peça representa uma edificação e parte de uma paisagem ao fundo, permitindo que o indivíduo construa uma representação mental da cena. Essa interação direta com o material físico reforça a importância do tato como meio de acesso à informação visual e à experiência estética.

Figura 4 – Exploração tátil de peça fotográfica por pessoa com deficiência visual.



Fonte: Facebook - Fotografia Tátil UFC

Entre os referenciais teóricos adotados, destaca-se o artigo “Designing a Method to Acessibilize Visual Arts for the Visually Impaired”, de Alexandra Frazão Seoane(2021), que propõe uma metodologia inovadora para tornar obras de arte acessíveis a partir da articulação entre três elementos centrais: a fotografia tátil, o roteiro de audiodescrição e um sistema de rastreamento por toque. Esse sistema, composto por base, haste, webcam e software, permite que, ao explorar uma peça com as mãos, o usuário receba descrições auditivas sincronizadas com o toque, ampliando sua percepção e compreensão da obra.

Neste contexto colaborativo e interdisciplinar, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um mobiliário acessível que complemente esse sistema, oferecendo suporte físico adequado para as peças táteis e integrando-se de maneira eficiente aos recursos já existentes. Mais do que um simples suporte expositivo, o mobiliário proposto busca ampliar a autonomia dos usuários com deficiência visual, promovendo experiências mais ricas, seguras e acessíveis no espaço museológico.

Ao explorar a relação entre design, acessibilidade e artes visuais, esta pesquisa pretende contribuir para a construção de ambientes culturais verdadeiramente inclusivos, nos quais a experiência estética não seja limitada pela ausência da visão, mas ampliada pela diversidade de formas de percepção sensorial. Nesse contexto, torna-se fundamental compreender não apenas as bases conceituais que sustentam essa proposta, mas também as motivações que justificam sua relevância no campo acadêmico, social e projetual.

1.1 Justificativa

A acessibilidade tem se consolidado como uma pauta essencial nas discussões sociais, políticas e acadêmicas, sobretudo no campo do design, onde se evidencia o desafio de transformar experiências historicamente excludentes em vivências acessíveis, sensoriais e significativas. É nesse cenário que este trabalho se insere, nascendo da convergência entre uma trajetória pessoal, uma urgência social e uma oportunidade acadêmica, que reforçam a necessidade de repensar os modos de mediação da experiência estética em exposições de arte.

O interesse pelo tema teve origem ainda no início da graduação, em 2019, a partir do contato com o projeto Fotografia Tátil, iniciativa desenvolvida no Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará (IAUD/UFC). Inicialmente, havia limitações técnicas para a colaboração direta, contudo, a atuação como bolsista voluntário na Oficina Digital, sob orientação da professora Aura Celeste, possibilitou o desenvolvimento de competências relacionadas à fabricação digital e ampliou o envolvimento com práticas voltadas à acessibilidade, como as desenvolvidas na Keréus Design Jr.

Esse percurso formativo contribuiu para a consolidação de uma atuação acadêmica orientada por princípios de responsabilidade social, inclusão e compromisso com o design como agente mediador de experiências acessíveis.

Do ponto de vista acadêmico e metodológico, esta pesquisa integra uma iniciativa interdisciplinar que articula os projetos Fotografia Tátil e Design Computacional, visando ao desenvolvimento de um mobiliário acessível projetado para integrar-se a um sistema de rastreamento tátil. O objetivo é contribuir para a

construção de um ecossistema coeso voltado à acessibilidade em exposições de arte, reunindo recursos como fotografia tátil, audiodescrição e interfaces digitais interativas. Ao propor um artefato físico que se insere em um sistema mais amplo de mediação sensorial, esta pesquisa inova ao tratar o mobiliário não apenas como suporte, mas como um elemento ativo no processo de inclusão cultural.

Socialmente, o projeto responde a uma demanda urgente. Segundo o Relatório de Acessibilidade nos Museus Brasileiros (Ibram, 2021), a média geral de conformidade com normas e boas práticas de acessibilidade nos 31 museus federais avaliados é de apenas 33%, sendo que nenhuma das instituições atingiu o índice ideal de 80% ou mais. Itens como exposições acessíveis (média: 43,15%), comunicação (31,72%) e capacidade de consulta a pessoas com deficiência (20,43%) revelam uma dificuldade sistêmica em garantir acesso pleno e autônomo ao patrimônio artístico. Isso evidencia que a presença de tecnologias assistivas como pisos táteis, réplicas sensoriais, audiodescrição e mobiliários adaptados ainda é pontual e insuficiente.

Além do impacto social direto, há uma dimensão mercadológica relevante: a obrigatoriedade legal da acessibilidade prevista em legislações como a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) e o Estatuto de Museus (Lei nº 11.904/2009) movimenta diversos setores especializados, como os de produção de peças táteis, consultoria em audiodescrição, interpretação em Libras, acessibilidade digital e design de mobiliário inclusivo. Nesse cenário, o desenvolvimento de soluções práticas e replicáveis, como o mobiliário proposto nesta pesquisa, contribui para fomentar novas oportunidades profissionais e responder a uma demanda técnica e social crescente.

Assim, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: **de que maneira o design de mobiliário pode contribuir para a acessibilidade de pessoas com deficiência visual em exposições de arte, integrando recursos táteis e tecnologias assistivas?**

Portanto, esta pesquisa não se limita ao campo teórico: ela propõe um artefato aplicável, relevante e alinhado às diretrizes legais e éticas de inclusão. Ao articular design, acessibilidade e artes visuais, esta trajetória busca responder, de

forma inovadora e colaborativa, ao desafio de tornar o ambiente museológico brasileiro mais sensorialmente democrático e efetivamente inclusivo.

1.2 Objetivo Geral

Desenvolver um mobiliário acessível que complemente sistemas de mediação tátil em exposições de arte, oferecendo suporte físico adequado para peças em relevo e integrando-se de maneira eficiente a recursos de acessibilidade já existentes, como fotografia tátil, audiodescrição e interfaces digitais.

1.3 Objetivos Específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica aprofundada sobre acessibilidade em museus, design inclusivo e tecnologia assistiva, a fim de fundamentar teoricamente o desenvolvimento do projeto.
- Investigar políticas públicas, normas técnicas e parâmetros ergonômicos aplicáveis ao design de mobiliário voltado para pessoas com deficiência visual.
- Analisar similares e iniciativas existentes em museus e centros culturais, destacando suas contribuições e limitações.
- Desenvolver estudos projetuais que contemplem aspectos de ergonomia, interação tátil e integração tecnológica.
- Construir protótipos e modelos que possibilitem a avaliação prática da proposta.
- Propor um artefato final que seja acessível, funcional, replicável e alinhado aos princípios do design inclusivo.

1.4 Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho baseia-se no método de Bruno Munari (2008), que propõe uma condução clara e progressiva do processo de design da definição do problema à elaboração e validação da solução. Trata-se de um caminho que articula reflexão crítica, experimentação e coerência projetual, oferecendo ao designer uma estrutura lógica sem, contudo, engessar a criatividade.

Dentro desse percurso, duas estratégias específicas foram aplicadas como etapas iniciais de levantamento e interpretação de dados: a Análise de Similares e o Estudo de Caso. A primeira consistiu na observação de projetos já realizados em contextos semelhantes, especialmente aqueles voltados à acessibilidade em exposições e museus. Esse levantamento permitiu identificar boas práticas, limitações recorrentes, materiais utilizados e soluções formais que serviram como referência para o desenvolvimento do artefato. O Estudo de Caso, por sua vez, concentrou-se na análise de uma exposição acessível que integra tecnologias interativas e recursos táteis destinados a pessoas com deficiência visual. A investigação considerou aspectos como a disposição espacial dos elementos, a integração entre os recursos de mediação sensorial e a experiência de autonomia proporcionada ao visitante, oferecendo insights valiosos para alinhar o projeto às necessidades reais do público-alvo.

Complementarmente, o percurso metodológico dialoga com a abordagem apresentada por Pazmino (2015) em *Como se cria?*, que sistematiza o design de produtos em etapas de análise, concepção, experimentação e avaliação. A integração entre os referenciais de Munari e Pazmino fortalece a dimensão projetual deste trabalho, permitindo uma articulação entre reflexão teórica e prática de ateliê.

Dessa forma, o processo metodológico foi estruturado em fases interdependentes:

1. **Pesquisa e análise** – revisão bibliográfica sobre design inclusivo, acessibilidade, ergonomia e tecnologia assistiva; levantamento de requisitos projetuais a partir de normas técnicas (como a NBR 9050:2020); realização da Análise de Similares e do Estudo de Caso.
2. **Geração de alternativas** – desenvolvimento de croquis, estudos volumétricos e simulações digitais; experimentação com diferentes formatos, texturas e materiais.
3. **Modelagem e prototipagem** – produção de maquetes físicas e protótipos rápidos, possibilitando a verificação preliminar de aspectos ergonômicos e funcionais.
4. **Avaliação e refinamento** – ajustes de altura, inclinação, encaixes e integração ao sistema de rastreamento tátil, com base em parâmetros técnicos e observações empíricas.

5. **Síntese e solução final** – elaboração do mobiliário acessível, funcional e replicável; preparação dos arquivos técnicos (desenho construtivo) para orientar a produção e garantir reprodutibilidade.

Esse conjunto de etapas organiza o processo de maneira a assegurar rigor metodológico, sem comprometer a flexibilidade criativa necessária ao design. Com isso, o trabalho estrutura-se em uma base sólida de pesquisa, análise crítica e prática projetual, resultando em uma proposta alinhada aos princípios do design inclusivo e às necessidades de acessibilidade no contexto museológico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como destaca Fernandes (2010), “a experiência tátil permite ao visitante cego construir representações espaciais e formais que não seriam possíveis apenas com o uso da audiodescrição ou da mediação verbal”. Essa afirmação sintetiza um dos desafios centrais enfrentados por pessoas com deficiência visual: mesmo com recursos como a audiodescrição, nem sempre é possível captar todas as camadas sensoriais, espaciais e conceituais de uma obra de arte apenas por meio da escuta. O tato, enquanto sentido ativo, possibilita formas de percepção que ampliam significativamente o acesso à experiência estética.

Em um mundo em que as informações são, em sua maioria, transmitidas visualmente, o acesso de “A experiência tátil permite ao visitante cego construir representações espaciais e formais que não seriam possíveis apenas com o uso da audiodescrição ou da mediação verbal”, a observação de Fernandes (2010, p. 28) resume um ponto crucial que atravessa esta pesquisa. Embora recursos como a audiodescrição contribuam significativamente para tornar as exposições mais acessíveis, eles nem sempre dão conta de transmitir todas as dimensões sensoriais e espaciais de uma obra. O tato, nesse contexto, surge como um sentido ativo e indispensável para ampliar a experiência estética de pessoas com deficiência visual.

Vivemos em uma cultura fortemente visual, e essa hegemonia impõe barreiras concretas à fruição artística por parte de quem não enxerga ou enxerga com grande dificuldade. A urgência de repensar esse cenário fica evidente diante dos dados do Censo Demográfico 2022, do IBGE, que apontam cerca de 14,3 milhões de brasileiros com algum tipo de deficiência (7,3% da população). Dentro

desse grupo, aproximadamente 4% declararam ter muita dificuldade ou completa impossibilidade de enxergar, mesmo com o uso de óculos ou lentes corretivas.

De acordo com a definição atual do IBGE (2023), considera-se pessoa com deficiência aquela que apresenta grande dificuldade ou incapacidade total para realizar ao menos uma entre várias atividades funcionais, como enxergar, ouvir, locomover-se, comunicar-se, cuidar de si, estudar ou trabalhar por conta de limitações mentais. Essa abordagem amplia o entendimento sobre os obstáculos enfrentados diariamente, evidenciando que as barreiras vão muito além da dimensão física.

Apesar da expressividade desses números, o direito ao acesso pleno à cultura ainda está longe de ser garantido como foi apresentado pelo Relatório de Acessibilidade em Museus (IBRAM, 2021). Diante desse panorama, torna-se evidente que as limitações enfrentadas por esse público não decorrem exclusivamente de suas condições sensoriais, mas das barreiras impostas pelos próprios ambientes culturais. Assim, discutir acessibilidade no contexto museológico implica, necessariamente, compreender como a deficiência, em especial a deficiência visual, é socialmente construída e experienciada nos espaços de fruição cultural.

2.1 Deficiência Visual

Falar em deficiência é ir além da perspectiva biológica ou clínica. Diferentes correntes teóricas têm enfatizado que se trata de uma condição atravessada por fatores sociais, históricos e políticos, cuja compreensão é fundamental para analisar as barreiras que limitam a participação de pessoas com deficiência em espaços culturais. Aranha (1995) defende que a deficiência deve ser compreendida como uma construção social, marcada pela exclusão de indivíduos dos espaços de debate, participação e tomada de decisões. Essa exclusão não é neutra: ela reflete uma lógica produtivista que, no interior do sistema capitalista, valoriza corpos considerados “produtivos” e marginaliza aqueles que não se enquadram nesse ideal.

Nesse contexto, a deficiência não se restringe a uma condição inerente ao corpo do indivíduo, mas manifesta-se, sobretudo, nas barreiras físicas, simbólicas e

institucionais que limitam ou impedem sua plena participação na vida social. Conforme argumenta Aranha (1995), trata-se de uma condição complexa e multideterminada, resultante da interação entre as limitações do sujeito e as estruturas sociais que organizam sua existência concreta.

Esse olhar dialoga diretamente com a concepção de Vigotsky (1997), que propõe uma distinção entre deficiência primária, de natureza orgânica e deficiência secundária, resultante dos impactos psicossociais causados pela forma como a sociedade responde àquela limitação. Em outras palavras, não é o “defeito” físico que define o percurso da pessoa, mas as consequências sociais que emergem a partir dele.

Essa mudança de foco do corpo para o contexto permite repensar os papéis atribuídos às pessoas com deficiência e, por consequência, as práticas de projeto. Ao adotar essa perspectiva, este trabalho entende o design inclusivo não apenas como um recurso técnico, mas como uma ferramenta crítica e transformadora. Um design que questiona paradigmas normativos e busca romper com estruturas excludentes, criando artefatos e experiências que garantam o direito de todos, inclusive das pessoas com deficiência visual ao acesso pleno à cultura, à arte e ao conhecimento.

2.1.1 Classificações e características

Sob a ótica biomédica, a deficiência visual costuma ser dividida em dois níveis: cegueira e baixa visão. Segundo o Decreto nº 5.296/2004 que regulamenta a acessibilidade no Brasil, é considerada pessoa com cegueira aquela cuja acuidade visual é igual ou inferior a 0,05 no melhor olho, mesmo com o uso da melhor correção óptica disponível. Já os casos de baixa visão referem-se a pessoas com acuidade visual entre 0,3 e 0,05, também no melhor olho com correção. O decreto ainda contempla situações em que o campo visual é inferior a 60 graus ou combinações dessas condições.

Esse tipo de definição, embora importante para fins legais e técnicos, não dá conta, por si só, da complexidade envolvida na experiência de viver com deficiência

visual. Como alerta Aranha(1995), quando se reduz a deficiência a um critério funcional, corre-se o risco de reforçar uma visão deficitária, que desconsidera os contextos sociais, históricos e simbólicos que influenciam essa vivência.

Nesse sentido, a contribuição de Vigotsky (1997) é decisiva. O autor propõe uma distinção entre a deficiência primária de origem orgânica e a deficiência secundária, que abarca os efeitos psicossociais resultantes da relação do indivíduo com o meio em que vive. Essa abordagem nos permite perceber que o impacto da deficiência não está exclusivamente no corpo, mas também e muitas vezes sobretudo na forma como a sociedade responde a essa diferença.

Com base nessas reflexões, este trabalho adota uma concepção ampliada e crítica da deficiência visual. Reconhece-se a existência da limitação sensorial, mas também se destaca que as maiores barreiras enfrentadas pelas pessoas com deficiência são, muitas vezes, de ordem social e institucional. Falta de acessibilidade, invisibilização da diversidade sensorial e ausência de políticas inclusivas são alguns dos fatores que transformam uma condição física em um obstáculo à cidadania, à cultura e ao direito de fruir plenamente a experiência estética.

2.1.2 Impactos no acesso à cultura e informação

Quando entendida por uma perspectiva ampliada, a deficiência visual evidencia um impasse histórico no acesso à cultura, especialmente em contextos onde prevalece a linguagem visual como principal meio de comunicação estética e informacional. Museus, galerias e centros culturais ainda são majoritariamente pensados para a percepção ocular, desconsiderando outras formas de apreensão sensorial igualmente legítimas.

Os dados do Censo Demográfico de 2022, do IBGE, e o Relatório de Acessibilidade em Museus do Brasil (Ibram, 2021), apresentados na introdução deste capítulo, tornam essa discussão ainda mais urgente. Nesse contexto, pessoas com deficiência visual ainda enfrentam barreiras significativas para o acesso pleno aos bens culturais, sobretudo quando os espaços expositivos não incorporam

recursos de acessibilidade desde sua concepção. A ausência de dispositivos táteis, de mediação sensorial e de informações acessíveis compromete não apenas a fruição das obras, mas também o reconhecimento desses sujeitos como públicos legítimos das instituições culturais.

Os dados apresentados anteriormente reforçam que essa exclusão não ocorre de maneira pontual, mas estrutural. A limitada presença de recursos como audiodescrição, sinalização tátil e exposições acessíveis evidencia que a acessibilidade ainda ocupa um papel secundário no planejamento museológico, permanecendo associada a iniciativas isoladas, e não a práticas institucionais consolidadas.

Esse quadro reafirma as críticas de Aranha (1995), que associa o tratamento social da deficiência à lógica produtivista do sistema capitalista. Nessa lógica, corpos que fogem à norma da eficiência e da produtividade são percebidos como desvios, não como expressões legítimas da diversidade humana.

Diante disso, a ausência de políticas inclusivas e de soluções sensoriais no design expográfico compromete diretamente o direito das pessoas com deficiência visual ao acesso e à fruição do patrimônio artístico. Se a Constituição Federal e tratados internacionais garantem esse direito, cabe aos profissionais do design, da arquitetura e da museologia não apenas reconhecer essa lacuna, mas agir sobre ela. Nesse sentido, projetar dispositivos como o mobiliário acessível proposto nesta pesquisa configura-se como um passo concreto rumo à democratização das experiências culturais, exigindo uma compreensão ampliada do próprio conceito de acessibilidade.

2.2 Acessibilidade

A acessibilidade constitui um direito fundamental e um princípio ético que orienta políticas públicas, práticas culturais e estratégias de design, assumindo papel central na superação das barreiras que historicamente restringem o acesso de pessoas com deficiência aos bens culturais. No campo das artes visuais e dos museus, ela não se limita à eliminação de obstáculos físicos, mas envolve a criação de condições que permitam a todos os sujeitos, independentemente de suas

características sensoriais, cognitivas ou motoras, acessar, compreender e fruir as experiências culturais com autonomia e dignidade.

Sob essa perspectiva, a acessibilidade deve ser compreendida como uma construção estética, relacional, participativa e transformadora, atuando criticamente sobre os modos como os espaços, os objetos e as mediações culturais são projetados e compartilhados.

2.2.1 O que é acessibilidade (conceitos fundamentais)

Segundo o SISEM-SP (2023), a acessibilidade deve ser compreendida como “um compromisso político, ético e estético com as diferenças que compõem a diversidade humana”. Essa visão amplia a noção tradicional, muitas vezes centrada apenas na funcionalidade, e reconhece que a acessibilidade envolve mediações afetivas, simbólicas e sensoriais especialmente em espaços como museus, onde a experiência estética é central.

Do ponto de vista normativo, a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015) define acessibilidade como a “possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos, edificações, transportes, informação e comunicação [...] por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida” (Art. 3º, I). Essa definição é também reforçada pelo Decreto nº 5.296/2004, que detalha os critérios técnicos e legais para sua implementação.

No campo do design, a acessibilidade é frequentemente associada aos princípios do design universal, formulados pelo Center for Universal Design (1997), os quais propõem uma abordagem projetual baseada na diversidade humana, evitando a criação de soluções voltadas apenas a um suposto “usuário padrão”. Contudo, para que essa abordagem se efetive de maneira consistente, é fundamental que tais princípios estejam amparados por diretrizes legais e compromissos institucionais que garantam sua aplicação nos diferentes contextos sociais e culturais.

2.2.2 Definições da ONU e bases legais

A Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (ONU, 2006), ratificada no Brasil com status constitucional pelo Decreto nº 6.949/2009, representa um marco fundamental na consolidação da acessibilidade como direito humano, oferecendo o respaldo jurídico necessário para a efetivação dos princípios discutidos anteriormente. A Convenção define a acessibilidade como condição indispensável para o exercício de todos os direitos humanos, estabelecendo, em seu Artigo 9º, que os Estados Partes devem adotar medidas adequadas para garantir, em igualdade de oportunidades, o acesso ao meio físico, à informação e à comunicação, incluindo sistemas e tecnologias assistivas a todas as pessoas com deficiência.

No campo cultural, esse compromisso é reforçado pela Lei nº 11.904/2009 (Estatuto de Museus), cujo Art. 17 estabelece que as instituições museológicas devem “assegurar o amplo acesso físico e comunicacional ao seu acervo e às suas atividades”. Ainda segundo o SISEM-SP (2023), a acessibilidade cultural deve ser integrada aos próprios processos curatoriais, museográficos e educativos e não tratada como um “acréscimo” ou uma obrigação burocrática.

Essa perspectiva amplia o entendimento da acessibilidade como um direito subjetivo, ou seja, um direito que deve ser exercido plenamente em sua dimensão estética, comunicacional, simbólica e afetiva, e não apenas física. No contexto brasileiro, esse entendimento se materializa em um conjunto de políticas públicas e normas técnicas que buscam orientar sua aplicação prática.

2.2.3 Acessibilidade no Brasil: políticas públicas e normas

No Brasil, a promoção da acessibilidade é sustentada por um conjunto expressivo de políticas públicas e normativas técnicas que visam garantir a participação plena das pessoas com deficiência nos diferentes âmbitos da vida social, cultural e urbana. Entre os principais instrumentos legais e regulatórios, destacam-se:

- **Lei nº 13.146/2015** – *Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência*, que consolida os direitos das pessoas com deficiência e estabelece diretrizes para sua plena participação na sociedade;
 - **Lei nº 10.098/2000** – Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida;
 - **Decreto nº 5.296/2004** – Regulamenta as Leis nº 10.048/2000 e nº 10.098/2000, definindo parâmetros técnicos e prazos para adaptação dos espaços físicos e serviços;
 - **Lei nº 11.904/2009** – *Estatuto de Museus*, cujo Art. 17 reforça a obrigatoriedade de acessibilidade física e comunicacional em instituições museológicas;
- ABNT NBR 9050:2020** – Norma técnica que especifica critérios para acessibilidade em edificações, mobiliário, espaços urbanos e sistemas de transporte.

Apesar dessa estrutura legal robusta, a efetivação das políticas públicas ainda enfrenta entraves estruturais. De acordo com o Relatório de Acessibilidade em Museus do Brasil (IBRAM, 2021), conforme apresentado anteriormente no tópico 1.1 – Justificativa, os níveis de conformidade das instituições museológicas permanecem abaixo do recomendado. Itens como audiodescrição, sinalização tátil e comunicação acessível seguem incipientes ou inexistentes em grande parte das instituições.

Esse cenário indica que, embora exista uma base legal existente, sua efetivação ainda depende de uma mudança de cultura institucional, de investimentos em infraestrutura e da formação técnica continuada dos profissionais envolvidos. Nesse sentido, o campo do design assume papel estratégico ao transformar diretrizes legais e princípios normativos em soluções concretas capazes de promover experiências culturais acessíveis, autônomas e significativas. Para que essa transformação ocorra de forma efetiva, torna-se necessário recorrer a disciplinas projetuais que orientem a adaptação dos produtos e ambientes às características humanas.

2.2.3.1 Ergonomia e acessibilidade

A ergonomia, enquanto disciplina voltada à adaptação das condições de trabalho, dos produtos e dos ambientes às características humanas, constitui elemento fundamental no campo do design inclusivo. No contexto desta pesquisa, sua relevância se intensifica diante da necessidade de projetar mobiliários acessíveis que assegurem autonomia, segurança e conforto às pessoas com deficiência visual em exposições de arte, contribuindo para a efetivação prática dos princípios de acessibilidade discutidos anteriormente.

A NBR 9050:2020, norma brasileira de referência para acessibilidade, estabelece parâmetros que orientam a concepção de mobiliários e espaços a partir de dimensões antropométricas, alcances manuais, ângulos de visão e condições de circulação. Especificações como a altura ideal de superfícies (entre 0,75 m e 0,85 m), a profundidade máxima de alcance (0,50 m) e a inclinação adequada de planos de apoio são essenciais para garantir que o visitante consiga explorar os objetos táteis de maneira confortável e segura (ABNT, 2020). Tais parâmetros funcionam como base normativa que evita barreiras físicas e assegura condições de uso universais.

A NBR 9050:2004 também apresenta especificações voltadas aos planos e mapas táteis, cuja aplicação pode ser estendida ao desenvolvimento de mobiliários acessíveis destinados à exploração tátil. Segundo a norma, superfícies horizontais ou inclinadas em até 15% contendo informações táteis ou em Braille — devem ser instaladas a uma altura entre 0,90 m e 1,10 m, permitindo que sejam utilizadas tanto por pessoas em pé quanto por usuários de cadeira de rodas (ABNT, 2004). Além disso, tais estruturas devem possuir uma reentrância inferior mínima de 0,30 m de altura e 0,30 m de profundidade, assegurando a aproximação frontal do usuário, como mostra a figura a seguir.

Figura 5 - Superfície inclinada contendo informações táteis – Exemplo



Fonte: NBR 9050:2004

Esses parâmetros reforçam a importância de considerar a inclinação das superfícies como um fator ergonômico determinante, especialmente em produtos voltados à leitura tátil. No contexto deste projeto, tais diretrizes orientam a definição do ângulo ideal do plano de apoio, favorecendo a visibilidade do campo tátil, a estabilidade do corpo e a acessibilidade plena, sem gerar desconforto ou esforço excessivo durante a exploração manual.

A ergonomia aplicada ao design inclusivo não se restringe a medidas físicas: envolve também aspectos sensoriais e perceptivos. Como observa Lida (2021), a ergonomia deve considerar o conjunto das interações entre corpo, percepção e ambiente. No caso de pessoas com deficiência visual, elementos como texturas diferenciadas, contrastes táteis, inclinações suaves e estabilidade do mobiliário desempenham papel determinante na experiência de exploração. Esses fatores favorecem tanto a compreensão da peça quanto a permanência prolongada diante dela, sem gerar fadiga.

Complementarmente, os Fatores Ergonômicos Básicos (FEB) apresentados por Gomes Filho (2010) em *Ergonomia do Objeto: Sistema técnico de leitura ergonômica* oferecem subsídios para ampliar o olhar projetual. O autor organiza os FEB em três dimensões principais:

- **Requisitos de projeto:** tarefa, segurança, conforto, postura e materiais, que orientam a definição de parâmetros para garantir estabilidade, resistência e ergonomia no uso.

- **Ações de manejo:** englobam atributos do usuário, nível de qualificação, atributos e características dos controles, arranjo espacial, manuseio operacional e manutenção, assegurando que o mobiliário seja intuitivo, eficiente e de fácil conservação.
- **Ações de percepção:** ligadas aos sentidos ativados durante a interação com o objeto. Neste trabalho, destaca-se a percepção tátil, essencial para pessoas com deficiência visual, pois permite a leitura e a construção mental de imagens e conceitos a partir da exploração manual.

Além disso, a ergonomia deve dialogar com a tecnologia assistiva, especialmente em sistemas que integram recursos digitais ao processo de mediação sensorial. De acordo com Bersch (2017), o design de produtos acessíveis precisa conjugar usabilidade e funcionalidade, permitindo que a interface entre corpo, objeto e tecnologia seja fluida. Nesse sentido, o mobiliário proposto neste trabalho deve atender simultaneamente às demandas ergonômicas do visitante e aos requisitos técnicos do sistema de rastreamento tátil, garantindo que a posição da câmera, a área de exploração e os pontos de apoio estejam devidamente articulados.

Por fim, a ergonomia aplicada ao design inclusivo se coloca como uma dimensão transversal a todas as etapas projetuais. Como destaca o CAT (2009), a usabilidade em tecnologia assistiva não depende apenas do funcionamento do recurso, mas da adequação entre este e o contexto de uso. Isso implica reconhecer que um mobiliário acessível em exposições de arte não deve apenas cumprir normas técnicas, mas promover autonomia, segurança e conforto, fortalecendo o papel da experiência estética e cultural como direito universal. Essa compreensão amplia o olhar sobre a acessibilidade, que passa a ser entendida como um fenômeno complexo, composto por múltiplas dimensões interdependentes.

2.2.4 Dimensões da acessibilidade

De acordo com Sasaki (2005), ampliado pelas diretrizes do SISEM-SP (2023), a acessibilidade deve ser compreendida como um conceito multidimensional, que abrange diferentes esferas da experiência social, cultural e

sensorial. Essa abordagem permite compreender que as barreiras enfrentadas pelas pessoas com deficiência não são isoladas, mas resultam da articulação entre fatores físicos, comunicacionais, simbólicos e institucionais. Entre as principais dimensões, destacam-se:

- **Arquitetônica:** refere-se às barreiras físicas, como degraus, ausência de rampas, portas estreitas ou mobiliário inadequado, que dificultam ou impedem a circulação e permanência de pessoas com deficiência;
- **Comunicacional:** envolve recursos como audiodescrição, braille, Libras, linguagem simples e tecnologias de apoio à informação, fundamentais para a mediação do conteúdo;
- **Metodológica:** diz respeito à forma como os conteúdos são apresentados, exigindo estratégias adaptadas para diferentes modos de percepção, cognição e aprendizagem;
- **Instrumental:** relaciona-se às tecnologias assistivas que ampliam a capacidade de interação com o ambiente e com os objetos, promovendo maior autonomia;
- **Atitudinal:** refere-se às barreiras invisíveis, como preconceitos, estigmas, desinformação e o despreparo das equipes para lidar com a diversidade humana;
- **Programática:** trata da elaboração de políticas institucionais, planejamento de ações inclusivas e definição de metas para a efetivação da acessibilidade;
- **Estética** (*acrescentada por SISEM-SP, 2023*): reconhece o direito das pessoas com deficiência à fruição da arte e da cultura, considerando sua sensorialidade como via legítima de experiência estética.

Essa abordagem integrada e interdependente é essencial para que a acessibilidade não se reduza a uma formalidade normativa. A partir dessa compreensão, entende-se que inclusão não significa apenas presença, mas exige participação ativa, compreensão significativa e autonomia plena. Nesse contexto, o design atua como mediador entre pessoas e sistemas, entre corpos e significados, entre o espaço e a cultura, assumindo papel central na transformação dessas diretrizes em práticas projetuais efetivas.

2.3 Design Inclusivo

O design inclusivo constitui uma abordagem crítica que reconhece a diversidade humana como elemento estruturante de todo processo projetual, respondendo diretamente às demandas colocadas pelas múltiplas dimensões da acessibilidade. Ao contrário do modelo tradicional de design, centrado em um suposto “usuário médio”, o design inclusivo parte da premissa de que nenhum corpo é normativo e de que a acessibilidade não pode ser tratada como exceção ou adendo, mas como condição básica para a cidadania plena.

Como destaca Bonsiepe (2011), o design inclusivo exige o rompimento com modelos estéticos e funcionais centrados em padrões normativos, defendendo uma prática que atue criticamente sobre a realidade social e promova a redução da heteronomia nos processos projetuais.

2.3.1 Princípios e fundamentos

Os fundamentos do design inclusivo dialogam diretamente com os princípios do Design Universal, formulados pelo Center for Universal Design (1997), que visam atender ao maior número possível de pessoas, com ou sem deficiência. No entanto, o design inclusivo amplia essa base ao ir além do caráter estritamente funcional desses princípios, buscando, como ressalta Gianfranco Zaccai (2005), oferecer experiências verdadeiramente significativas — nas quais não se trata apenas de acessar, mas de pertencer, participar e fruir.

Gui Bonsiepe (2011) acrescenta que o design deve partir de uma postura crítica diante da realidade social, especialmente em contextos de desigualdade. Para o autor, projetar é também tomar partido, e, nesse sentido, o design inclusivo configura-se como um instrumento de democratização do acesso, seja à informação, à cultura, à educação ou ao espaço físico.

Na mesma direção, Jorge Frascara (2004) defende que o design deve contribuir para a construção de relações mais humanas e éticas entre os sujeitos. Ele critica a visão reducionista do design como simples “embalagem estética” e propõe um reposicionamento do designer como agente de transformação social. Isso implica escutar os usuários, envolver os públicos historicamente excluídos e

atuar em rede com profissionais de diversas áreas. Essa compreensão amplia o papel do design inclusivo, que passa a ser entendido não apenas como uma abordagem projetual, mas como uma prática social comprometida com a redução das desigualdades.

2.3.2 O design como agente de inclusão social

O design inclusivo parte da compreensão de que a deficiência não reside apenas no corpo da pessoa, mas nas barreiras criadas por sistemas, produtos e ambientes que desconsideram a diversidade humana, assumindo, assim, um papel ativo na transformação dessas estruturas. O próprio conceito de “inclusão” carrega o reconhecimento de que há processos sociais historicamente excludentes, e o design pode tanto reforçar quanto desconstruir tais dinâmicas.

Como aponta Manzini (2015), o design tem o potencial de criar soluções que não apenas resolvam problemas técnicos, mas que reconectem pessoas, reconstruam significados e proponham novas formas de convivência. Nesse sentido, o design inclusivo não se limita à eliminação de obstáculos físicos: ele atua na construção de experiências culturais, sensoriais e sociais que valorizam a presença e a expressão de corpos diversos.

É por isso que, no contexto de museus e exposições de arte, o design inclusivo não pode restringir-se a adaptações pontuais, como rampas ou placas em braille. É necessário que ele esteja presente em toda a cadeia do projeto — da curadoria à mediação, da comunicação visual ao mobiliário e aos dispositivos interativos — garantindo uma experiência estética plena a pessoas com diferentes perfis sensoriais. Essa abordagem torna-se especialmente relevante quando se considera a forma como os museus foram historicamente concebidos e organizados.

2.3.3 Design inclusivo em exposições e museus

Historicamente, os museus foram concebidos como espaços silenciosos e predominantemente visuais, projetados para corpos que enxergam, ouvem, leem e se locomovem de acordo com padrões convencionais. Essa lógica os torna alguns dos ambientes mais desafiadores no campo da acessibilidade cultural. Como afirma

Fernandes (2010), “a acessibilidade em museus deve ir além da eliminação de barreiras físicas, sendo necessária a adoção de estratégias que permitam ao visitante com deficiência compreender, interagir e se apropriar do conteúdo exposto de forma autônoma e significativa”.

Esse debate ganhou novo fôlego com a aprovação, em 2022, da nova definição de museus pelo Conselho Internacional de Museus (ICOM), que os caracteriza como:

instituições permanentes, sem fins lucrativos, a serviço da sociedade, que pesquisam, colecionam, conservam, interpretam e expõem o patrimônio material e imaterial. Os museus, abertos ao público, acessíveis e inclusivos, fomentam a diversidade e a sustentabilidade, funcionam de maneira ética e profissional e, com a participação das comunidades, proporcionam experiências diversas para educação, fruição, reflexão e partilha de conhecimento (ICOM, 2022 apud SISEM-SP, 2023).

Essa definição amplia o entendimento da acessibilidade: ela não é apenas técnica ou normativa, mas relacional, estética e política. O Estatuto de Museus (Lei nº 11.904/2009) reforça esse princípio ao estabelecer, em seu Art. 35, que os museus devem assegurar a “acessibilidade universal dos diferentes públicos”.

Portanto, não basta garantir a presença física nos espaços expositivos: é preciso construir experiências sensoriais significativas, integradas à narrativa curatorial e respeitando a pluralidade perceptiva de seus públicos. Essa abordagem é sustentada por uma visão estética e transformadora da acessibilidade, na qual as deficiências corporificadas não são vistas como limitações, mas como potências sensíveis capazes de ampliar os modos de fruição, interação e criação da experiência artística (Von der Weid, 2022; SISEM-SP, 2023).

Nesse cenário, o design inclusivo museológico deve articular uma série de elementos: fotografias táteis, roteiros de audiodescrição, sinalização acessível, materiais de mediação em múltiplos formatos, mobiliário adaptado e instâncias de experimentação sensorial. É nessa direção que caminha a proposta deste trabalho, ao desenvolver um mobiliário acessível integrado a um sistema de rastreamento tátil, que permite ao visitante explorar, com autonomia, uma peça e receber, em tempo real, descrições auditivas do que está tocando.

Projetos como esse posicionam o design como ferramenta ativa de acesso à cultura, não apenas no sentido físico, mas também simbólico, estético e político, reconhecendo que a sensorialidade é plural e que toda pessoa tem direito à experiência da arte. No entanto, essa compreensão coloca em evidência a necessidade de refletir criticamente sobre quais abordagens projetuais são capazes de responder, de fato, à diversidade de corpos, percepções e contextos presentes nos espaços culturais.

2.3.4 Design Universal x Design Específico

O debate entre design universal e design específico torna-se, nesse contexto, fundamental para refletir sobre os limites e as possibilidades da prática projetual voltada à inclusão. O conceito de design universal, formulado nos anos 1990 pelo Center for Universal Design da North Carolina State University, propõe a criação de produtos e ambientes utilizáveis pelo maior número possível de pessoas, sem a necessidade de adaptações ou soluções especializadas. Seus sete princípios, amplamente difundidos, buscam eliminar barreiras físicas, sensoriais e cognitivas desde a origem do projeto.

No entanto, como argumenta Bonsiepe (2011), há o risco de que, no esforço por alcançar essa suposta “universalidade”, o projeto acaba por neutralizar as diferenças reais entre os sujeitos, absorvendo-as em um modelo ampliado, porém ainda normativo.

Nesse sentido, emerge a noção de design específico, também chamada por alguns autores de design centrado na diferença (Silva; Ribeiro, 2019), que reconhece que certos contextos exigem soluções direcionadas, voltadas a públicos com necessidades particulares. Em vez de buscar o “para todos”, o design específico propõe o “para alguém”, respeitando os contextos de uso, as limitações sensoriais e os modos singulares de percepção e interação.

No contexto da acessibilidade museológica, essa distinção torna-se especialmente relevante. Enquanto o design universal orienta boas práticas estruturais, como sinalização acessível, fluxos livres de barreiras e legibilidade visual, o design específico se torna indispensável para o desenvolvimento de

recursos sob medida, como peças táteis, mobiliário adaptado, sistemas de rastreamento e interfaces personalizadas, como os propostos neste trabalho.

Ambos os enfoques, portanto, não se anulam, mas devem ser compreendidos como complementares em um ecossistema de acessibilidade verdadeiramente eficaz, sensível à diversidade e comprometido com a autonomia de todos os públicos. A articulação entre essas abordagens torna-se especialmente relevante quando se busca traduzir princípios inclusivos em soluções concretas, capazes de responder a contextos específicos de uso e interação.

2.3.5 Design de Produto aplicado à acessibilidade

O design de produto, quando aplicado à acessibilidade, assume justamente esse papel de mediação entre princípios conceituais e soluções materiais. Para além da forma e da função, exige uma abordagem centrada no usuário que considere as condições reais de uso, os contextos sensoriais, as interações possíveis e as dimensões simbólicas do objeto. Como afirma Frascara (2004), “o design eficaz não é apenas visualmente bem resolvido, mas significativo, comunicativo e apropriado ao contexto de quem o utiliza”.

Essa aplicação requer o domínio de critérios técnicos, como ergonomia, resistência, materiais adequados, interfaces táteis e estabilidade do mobiliário. Mas também envolve critérios éticos e sociais, como o respeito à autonomia do usuário e a valorização da diversidade como motor de inovação. Isso demanda uma postura projetual crítica, como propõe Bonsiepe (2011), em que o designer não apenas responde às demandas do mercado, mas atua politicamente sobre a realidade, concebendo soluções que ampliem o acesso e enfrentem desigualdades.

No campo museológico, o design de produto voltado à acessibilidade deve articular-se com outras linguagens, como o design gráfico, a curadoria e a museografia, para assegurar que o objeto projetado funcione como um elemento ativo de mediação sensorial. O mobiliário desenvolvido neste trabalho, por exemplo, incorpora diretrizes formais, funcionais e comunicacionais que dialogam diretamente com o sistema de rastreamento tátil e com as necessidades específicas do público com deficiência visual.

Portanto, o design de produto, quando comprometido com a inclusão, deixa de ser um mero instrumento técnico e passa a ser um agente de justiça espacial, simbólica e sensorial, contribuindo para transformar o museu em um espaço verdadeiramente democrático de experiência estética. Essa transformação, no entanto, só se consolida quando os produtos e dispositivos projetados integram-se a estratégias de comunicação capazes de mediar conteúdos, significados e experiências de forma acessível.

2.4 Comunicação Acessível em Museus

A comunicação acessível constitui um dos pilares fundamentais da acessibilidade cultural e assume especial relevância no contexto museológico, especialmente quando articulada aos dispositivos e produtos que estruturam a experiência expositiva. Em espaços onde a informação é tradicionalmente transmitida por meios visuais como painéis, vitrines, legendas e vídeos, garantir que pessoas com deficiência visual possam acessar o conteúdo de forma autônoma e significativa exige a adoção de múltiplas linguagens, interfaces sensoriais e estratégias de mediação integradas.

Segundo Oliveira (2016), a comunicação acessível não se limita à mera conversão de conteúdos para formatos adaptados, mas exige uma reformulação crítica das formas institucionais de comunicação. Nesse sentido, comunicar acessivelmente significa criar dispositivos, narrativas e ambientes que reconheçam a pluralidade dos modos de percepção, subjetivação e fruição do público, transformando o museu em um lugar de escuta, diálogo e participação sensorialmente diversa. Entre essas estratégias, a mediação ocupa papel central no acesso de pessoas com deficiência visual às exposições.

2.4.1 Estratégias de mediação para pessoas com deficiência visual

As estratégias de mediação direcionadas a visitantes com deficiência visual constituem um desdobramento direto da comunicação acessível, partindo do princípio de que as percepções tátil e auditiva são vias legítimas de fruição estética e de construção simbólica do patrimônio. Como aponta Dornelles (2013), essas estratégias não têm como objetivo substituir a visão, mas criar outras experiências possíveis, a partir de uma proposta de “mediação sensível”.

Entre as práticas reconhecidas como eficazes, destacam-se:

- Audiodescrição de obras e espaços, com roteiros elaborados por profissionais especializados, gravados em linguagem clara, descritiva e evocativa;
- Peças táteis como relevos, réplicas e maquetes que permitam a exploração de formas, texturas e composições pelo tato;
- Orientação espacial verbalizada, com apoio de sinalização sonora, mapas táteis e piso podotátil;
- Mediação presencial, com profissionais capacitados a dialogar com diferentes modos de percepção e experiências sensoriais.

Essas práticas não devem ser tratadas como “ações especiais” ou destinadas a um público à parte, mas integradas de forma orgânica à experiência museológica como um todo — diretriz inclusive reforçada pelo Estatuto de Museus (Lei nº 11.904/2009), que estabelece a acessibilidade como princípio basilar das instituições museais.

2.4.2 Práticas museológicas inclusivas

A acessibilidade comunicacional, quando compreendida como parte intrínseca da política museológica, exige mudanças de paradigma nas instituições culturais. Segundo o SISEM-SP (2023), isso significa envolver as pessoas com deficiência em todas as etapas do processo museal, da curadoria ao planejamento expositivo, passando pela avaliação e pela produção de conteúdo. Trata-se de deixar de pensar *para* essas pessoas e passar a pensar *com* elas.

Entre as práticas mais relevantes e documentadas, destacam-se a construção de exposições multissensoriais, oficinas colaborativas com pessoas cegas e a produção de materiais acessíveis em diferentes formatos sensoriais. Museus que adotam essas estratégias de forma integrada demonstram que a acessibilidade não apenas é viável, mas pode ser um campo fértil para a inovação estética, sensorial e institucional.

Um exemplo notável é o Museu do Louvre, na França, que abriga a *Galerie Tactile*, uma galeria dedicada a visitantes cegos e com baixa visão, onde é possível

tocar réplicas de esculturas clássicas. O mobiliário expositivo é cuidadosamente projetado: as peças são apresentadas em suportes baixos e estáveis, respeitando o campo tátil dos usuários e facilitando o acesso autônomo. As obras são acompanhadas por etiquetas em braille e audioguias, criando uma mediação sensorial rica e completa.

A Figura 6 ilustra uma das práticas adotadas nesse contexto: um visitante explora com as mãos os detalhes de uma escultura tátil. A imagem evidencia a relação direta entre corpo e obra, ressaltando o tato como via legítima de fruição estética e acesso ao conteúdo artístico

Figura 6 – Pessoa explorando escultura tátil na *Galerie Tactile* do Museu do Louvre, França.



Fonte – Site oficial do Museu do Louvre (2010).

No Brasil, uma das iniciativas de maior destaque é o programa MON Para Todos, desenvolvido pelo Museu Oscar Niemeyer (MON), em Curitiba. O projeto tem como objetivo ampliar o acesso de pessoas com deficiência ao acervo e às atividades culturais oferecidas pela instituição. Para visitantes cegos ou com baixa visão, são oferecidos audioguias, esculturas originais, réplicas em miniatura, legendas em braille e maquetes táteis, promovendo uma mediação sensorial que favorece o engajamento autônomo com as obras.

A imagem abaixo (Figura 7) mostra um dos recursos do programa: uma maquete tridimensional de parte do acervo do MON, acompanhada por um painel com texto em braille. O conjunto está disposto sobre um suporte horizontal, em

altura acessível, permitindo o toque livre e a leitura simultânea. O contraste entre materiais e a organização clara das superfícies garantem maior legibilidade tátil, enquanto a estabilidade da peça assegura conforto durante a exploração manual.

Figura 7 - Crianças tateando maquete tridimensional



Fonte: galeria MON

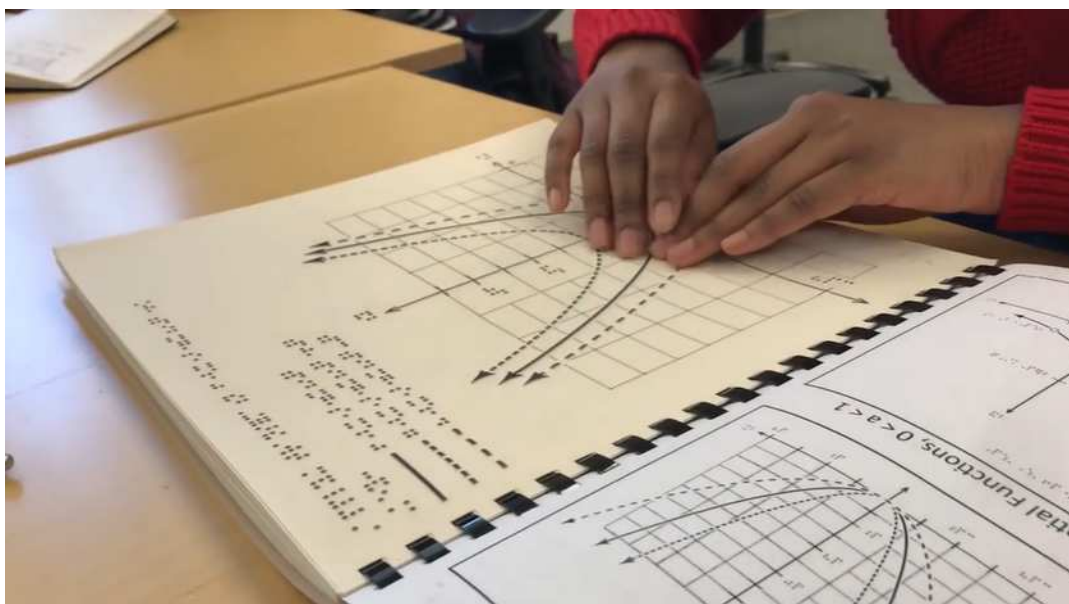
A integração entre espaço, mobiliário e mediação no MON demonstra como o design pode atuar como elemento estruturante da acessibilidade, e não apenas como um adereço adaptativo. A iniciativa reforça a noção de que a experiência museológica inclusiva se constrói a partir de soluções que reconhecem e respeitam as diversas formas de percepção, garantindo conforto, autonomia e pertencimento.

Outro exemplo inspirador, ainda que fora do contexto museal, é o *Tactile Picture Books Project*, dos Estados Unidos, que desenvolve livros infantis com impressão 3D voltados a crianças cegas. A proposta do projeto é construir

narrativas visuais acessíveis por meio do tato, utilizando superfícies com relevo, textura e formas organizadas que possibilitam uma leitura direta das imagens.

Na imagem abaixo (Figura 8), observa-se uma criança em ambiente escolar explorando com as mãos um gráfico tátil impresso em papel encadernado. A folha apresenta um sistema de coordenadas e curvas em relevo, acompanhadas por textos em braille — um exemplo claro de como a organização visual e tátil pode ser traduzida com precisão para permitir compreensão conceitual e espacial por meio do toque.

Figura 8 – Leitura de livro tátil com gráficos em relevo e braille.



Fonte – Tactile Picture Books Project (EUA), reprodução educativa(2021)

Na Figura 9, temos outra aplicação do projeto: uma composição com objetos tridimensionais táteis em uma prancha branca. À esquerda, uma figura de cavalo em 3D com detalhes em relevo e etiqueta em braille identificando o nome ("horse"); à direita, uma teia feita com fios presos a palitos de madeira, simulando o aspecto visual de forma tátil. Esse tipo de composição favorece o reconhecimento imediato de formas, promovendo uma alfabetização visual-tátil que pode ser transposta para o contexto expositivo.

Figura 9 – Representação visual de livro infantil tátil com impressão 3D e fios em relevo.



Fonte – Tactile Picture Books Project (EUA), reprodução educativa.(2021)

A lógica aplicada nesses exemplos, a da clareza tátil, da hierarquia formal e da integração entre conteúdo e superfície, pode ser amplamente aproveitada no design de mobiliários acessíveis. Isso inclui desde a escolha dos materiais até a organização das peças e das informações de apoio. Assim como os livros táteis buscam traduzir narrativas visuais para o toque, o mobiliário desenvolvido neste trabalho visa proporcionar uma mediação física e sensorial que permita a construção autônoma de significado a partir da interação tátil com as obras expostas.

Von der Weid (2022) propõe o conceito de acessibilidade estética, defendendo que a acessibilidade deve ser parte do processo de criação artística e curatorial — e não incorporada posteriormente como um adendo técnico. Projetos como os mencionados demonstram que é possível aliar sofisticação estética e sensibilidade social, e que o design ocupa uma posição central nesse processo transformador.

2.4.3 Interface sensorial: áudio, tato e orientação

O desenvolvimento de interfaces sensoriais é fundamental para garantir uma comunicação eficaz com públicos com deficiência visual. Essas interfaces atuam como tradutoras de linguagem e mediadoras da interação com o conteúdo, permitindo que a percepção não visual seja não apenas possível, mas valorizada como forma legítima de fruição estética e cognitiva.

No contexto deste trabalho, essa mediação se concretiza na integração entre o sistema de rastreamento por toque, o mobiliário adaptado, os roteiros de audiodescrição e as fotografias táteis. Cada um desses elementos desempenha um papel essencial na construção de uma experiência museológica acessível e multissensorial.

Segundo o IBRAM (2021), a adoção de recursos multissensoriais aumenta significativamente o tempo de permanência dos visitantes e sua sensação de pertencimento ao espaço. O som, o tato e a orientação espacial contribuem para a formação de mapas mentais, para o reconhecimento do ambiente e para a compreensão estética da exposição, mesmo na ausência da visão.

Além de promover autonomia e segurança, essas interfaces ampliam o conceito de curadoria, na medida em que permitem que cada visitante construa seu próprio percurso interpretativo. Os sentidos, frequentemente ignorados nas exposições convencionais, tornam-se protagonistas de uma narrativa que valoriza a diversidade perceptiva.

Nesse contexto, o design atua como vetor de escuta ativa: ao oferecer suporte físico, funcional e simbólico a essas interações, reconhece e legitima a pluralidade sensorial do público. A acessibilidade, portanto, não se configura como um ajuste técnico isolado, mas como uma prática projetual que transforma a relação entre corpo, espaço e cultura. Para que essa prática se concretize no ambiente expositivo, torna-se necessário pensar nos elementos físicos que sustentam e organizam essas experiências sensoriais.

2.5 Mobiliário e Sistemas de Interação

No contexto museológico, o mobiliário expositivo ultrapassa sua função estrutural e passa a exercer papel central como mediador da experiência estética, sensorial e informacional. Ao materializar estratégias de comunicação acessível e interação sensorial, esses sistemas tornam-se responsáveis por viabilizar o contato do público com os conteúdos da exposição. Em propostas que se pretendem acessíveis, o mobiliário deve ser concebido a partir das especificidades dos usuários, considerando aspectos como mobilidade reduzida, percepção tátil e autonomia na exploração do espaço.

Quando integrado a sistemas interativos, como dispositivos de audiodescrição ou rastreamento por toque, o mobiliário deixa de ser um suporte passivo e passa a constituir um elemento ativo de mediação. Ele oferece suporte físico seguro, orientação espacial intuitiva e uma plataforma de conexão com tecnologias assistivas, ampliando significativamente o engajamento sensorial de visitantes com deficiência visual.

Essa abordagem projeta o mobiliário não apenas como parte do design expositivo, mas como componente essencial da comunicação acessível e da curadoria inclusiva, atuando na interseção entre o corpo do visitante, a obra de arte e os dispositivos que permitem sua fruição plena.

2.5.1 Mobiliário acessível: conceitos e referências

O conceito de mobiliário acessível está ancorado nos princípios do design universal e do design centrado no usuário, conforme proposto pelo *Center for Universal Design* (1997) e aprofundado por autores como Bonsiepe (2011) e Frascara (2004). Trata-se de projetar estruturas físicas como bancadas, suportes, vitrines e totens que possam ser utilizadas por pessoas com diferentes perfis sensoriais, físicos e cognitivos, sem a necessidade de adaptações posteriores ou soluções paliativas.

Segundo a ABNT NBR 9050:2020, o mobiliário acessível deve respeitar parâmetros de altura, alcance manual, aproximação frontal/lateral e resistência tátil. No entanto, Frascara (2004) e Manzini (2015) vão além da norma, defendendo que

o design deve considerar a experiência do usuário em sua complexidade simbólica e sensorial. O mobiliário não deve apenas permitir o acesso, mas convidar à interação, sugerir o toque, orientar a navegação e promover sentido à exploração.

No contexto desta pesquisa, o mobiliário é pensado como parte integrante do sistema de acessibilidade, atuando em sinergia com dispositivos digitais, objetos táteis e narrativas audiodescritivas.

2.5.2 Peças táteis em exposições

As peças táteis constituem recursos fundamentais para ampliar o acesso de pessoas com deficiência visual a conteúdos tradicionalmente visuais. Elas traduzem imagens, formas e texturas em relevos perceptíveis pelo tato, permitindo que o visitante construa uma representação mental da obra ou objeto original por meio da exploração sensorial.

De acordo com Oliveira (2016), a mediação tátil não deve ser entendida como uma simples réplica literal, mas como uma interpretação sensível, capaz de comunicar os aspectos essenciais da obra de forma clara, inteligível e significativa. A seleção dos elementos formais a serem representados deve considerar tanto o conteúdo informativo quanto sua legibilidade tátil.

Materiais como resina, madeira, termoplásticos e impressões 3D são amplamente utilizados para a confecção dessas peças, sendo sua escolha orientada por critérios de durabilidade, contraste tátil, resistência ao manuseio e segurança para o usuário. A elaboração de relevos bem definidos, com hierarquia formal e textura discernível, é indispensável para que o toque produza compreensão.

Contudo, segundo o Relatório de Acessibilidade em Museus Brasileiros (IBRAM, 2021), a presença de recursos táteis ainda é restrita e pontual. Entre os 31 museus federais avaliados, apenas uma minoria apresentou ações sistemáticas voltadas à produção ou integração de peças táteis nas exposições. Esse cenário reforça a pertinência de propostas como a deste trabalho, que incorporam a mediação tátil como parte integrante da curadoria e do design expositivo, e não como um adendo isolado ou complementar.

2.5.3 Sistemas de rastreamento e interação com o conteúdo

No contexto da acessibilidade museológica, a integração entre dispositivos físicos e tecnologias digitais têm desempenhado um papel fundamental na mediação da experiência estética de pessoas com deficiência visual. Uma das metodologias mais relevantes e inovadoras nesse campo foi desenvolvida por Seoane, Araújo e Vieira (2021), e aprofundada na tese de doutorado de Oliveira (2025), a partir do projeto *Fotografia Tátil*, vinculado à Universidade Estadual do Ceará (UECE) e à Universidade Federal do Ceará (UFC).

Esse método propõe a articulação de três recursos principais: audiodescrição, fotografias táteis e um sistema de rastreamento por toque. O sistema permite que o visitante explore, com os dedos, uma peça tátil fixada em uma base, enquanto uma webcam instalada em uma haste vertical capta os movimentos. Ao detectar um ponto de toque identificado por um adesivo refletivo no dedo do usuário, o sistema aciona automaticamente áudios previamente associados àquela região específica da peça.

Essa interação em tempo real amplia a percepção do visitante, ao permitir que ele associe tato e escute simultaneamente, validando as imagens mentais formadas a partir da audiodescrição com o próprio ato de tocar. Segundo os autores, o rastreamento não substitui os outros recursos, mas atua como complemento fundamental, especialmente na resolução de dúvidas sobre localização e identificação de elementos específicos.

Os testes com o sistema foram conduzidos com dez participantes com deficiência visual, cinco audiodescritores-consultores e cinco usuários de audiodescrição no âmbito da exposição *Na Ponta dos Dedos*, vinculada ao Museu da Fotografia Fortaleza. Os resultados, descritos por Oliveira (2025), indicam que os usuários relataram maior autonomia, confiança e envolvimento com a obra, destacando que o rastreamento contribuiu para uma compreensão mais precisa e rica da composição visual. Também foi apontada sua eficácia em áreas da peça com grande densidade informacional ou elementos sobrepostos, difíceis de distinguir apenas pelo tato.

A base do sistema é composta por:

- uma estrutura física com base para fixação da peça tátil;
- uma haste com cerca de 40 cm de altura;
- uma webcam na extremidade superior;
- um software de rastreamento por reflexão luminosa, que associa pontos específicos da peça a arquivos de áudio curtos.

Essa abordagem representa um avanço significativo no campo do design inclusivo aplicado à museologia, pois propõe uma mediação sensorial que respeita o tempo, o ritmo e a autonomia do visitante com deficiência visual. Combinado a um mobiliário projetado com base nos parâmetros da ABNT NBR 9050:2020, o sistema de rastreamento passa a compor um ecossistema de interação acessível, no qual cada componente contribui para a inteligibilidade, a segurança e a riqueza da experiência estética.

Dessa forma, o presente trabalho, ao propor o desenvolvimento de um mobiliário integrado a esse sistema de rastreamento, contribui para ampliar a replicabilidade das metodologias apresentadas por Seoane et al. (2021) e Oliveira (2025), adaptando-as a diferentes formatos e tipologias expositivas. Tal proposta reforça o papel do design como agente de inclusão sensorial, estética e cultural, inscrevendo-se no campo da Tecnologia Assistiva como estratégia projetual estruturante da acessibilidade em exposições de arte.

2.6 Tecnologia Assistiva

A Tecnologia Assistiva (TA) constitui um campo interdisciplinar que envolve recursos, serviços e estratégias voltados à ampliação das habilidades funcionais de pessoas com deficiência, bem como à promoção de sua participação plena e autônoma na sociedade. Conforme definição da Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, trata-se de “uma área do conhecimento, de caráter interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que visam proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência” (BRASIL, 2009).

No contexto da deficiência visual, a TA assume papel fundamental ao permitir que os indivíduos interajam com o mundo por meio de rotas sensoriais alternativas especialmente o tato e a audição. Rita Bersch (2009), ao refletir sobre os

fundamentos da área, ressalta que o conceito de tecnologia assistiva está intimamente ligado à ideia de autonomia e à superação de barreiras que limitam a participação da pessoa com deficiência em diversas esferas da vida, como educação, cultura, trabalho e lazer.

Segundo o Centro de Acessibilidade e Tecnologia Assistiva (CAT), é possível classificar os recursos assistivos em diferentes categorias, tais como: auxílio à mobilidade, adaptação de ambientes, comunicação alternativa, ampliação sensorial e acesso à informação (CAT, 2020). Essa categorização é essencial para compreender a amplitude da área e orientar projetos que integrem múltiplos recursos como ocorre no presente trabalho, ao propor um mobiliário adaptado que articula elementos táteis, audiodescrição e rastreamento digital.

Rita Bersch (2009) destaca ainda que a Tecnologia Assistiva não pode ser pensada de forma isolada ou meramente instrumental. Ela é parte de um sistema mais amplo de apoio, que deve incluir avaliação individualizada, adaptação contextual, formação de mediadores e envolvimento direto da pessoa com deficiência no processo de escolha e uso dos recursos. Tal perspectiva exige que o design de soluções assistivas considere tanto as especificidades técnicas quanto às dimensões subjetivas, sociais e simbólicas da experiência.

Nesse sentido, o projeto aqui desenvolvido busca incorporar a Tecnologia Assistiva não apenas como um conjunto de ferramentas ou dispositivos, mas como um princípio norteador do processo projetual. O mobiliário proposto integra tecnologias de mediação sensorial e é concebido como um artefato que oferece suporte físico, orientação espacial, interatividade e autonomia ao visitante com deficiência visual, atuando diretamente na qualificação da experiência museológica.

Essa abordagem está em consonância com a concepção de Bersch (2009, p. 78), para quem “o objetivo maior da tecnologia assistiva é a independência da pessoa com deficiência no desempenho de suas atividades”. Ao considerar a TA como parte constitutiva da experiência cultural — e não como um recurso complementar — reafirma-se o compromisso do design com a inclusão, com a democratização do acesso à arte e com a construção de ambientes acessíveis, inteligentes e sensíveis à diversidade humana.

A materialização desse compromisso exige, portanto, um percurso metodológico capaz de articular princípios conceituais, requisitos normativos, dimensões sensoriais e decisões projetuais de forma coerente e sistemática. É a partir dessa necessidade que se estrutura a metodologia adotada neste trabalho.

3. METODOLOGIA DE PROJETO

O desenvolvimento do mobiliário acessível proposto fundamenta-se em uma abordagem metodológica qualitativa, aplicada e interdisciplinar, orientada à resolução de problemas reais por meio do design inclusivo. O percurso metodológico compreende o design não apenas como atividade formal ou estética, mas como prática investigativa, crítica e projetual, capaz de articular aspectos técnicos, sensoriais, sociais e culturais na construção de soluções acessíveis e significativas.

Como eixo estruturante do processo, adota-se a metodologia projetual de Bruno Munari (2008), que compreende o design como um sistema lógico, criativo e experimental voltado à transformação consciente de problemas em soluções. Munari propõe um método composto por etapas sequenciais e interdependentes, que envolvem desde a definição do problema, a coleta e análise de dados, a experimentação com materiais e soluções, até a verificação funcional e a comunicação do projeto. Trata-se de um método que não se limita à configuração formal do objeto, mas valoriza a pesquisa, o teste e a validação como partes constitutivas do processo projetual.

Segundo o autor:

“Quando um problema se pode resolver, também não é um problema... Mas esta afirmação origina algumas observações: é necessário antes de tudo saber distinguir se um problema é resolúvel ou não” (MUNARI, 2008, p. 39).

Aplicando essa lógica ao campo do design inclusivo, o projeto aqui desenvolvido parte do reconhecimento de uma barreira concreta: a limitação da autonomia de pessoas com deficiência visual em exposições de arte, especialmente no que se refere à interação com peças táteis e à mediação do conteúdo informacional. A partir dessa constatação, a proposta de solução consiste no desenvolvimento de um mobiliário acessível, adaptável e funcional, integrado a um

sistema de rastreamento tátil vinculado ao projeto *Fotografia Tátil*, com o objetivo de promover uma mediação sensorial eficaz entre visitante, objeto e narrativa expositiva.

Complementarmente ao método de Munari, são incorporadas contribuições de Pazmino (2015), que defende a adoção de métodos auxiliares como forma de aprofundar a compreensão das relações entre usuário, produto e contexto de uso. Entre essas contribuições, destaca-se a Análise da Tarefa, método voltado à observação detalhada das ações realizadas pelo usuário durante a interação com o produto, considerando aspectos ergonômicos, antropométricos, funcionais e cognitivos.

No contexto desta pesquisa, a Análise da Tarefa atua como ferramenta de refinamento projetual, permitindo avaliar de forma sistemática como pessoas com deficiência visual interagem com o mobiliário, quais movimentos são exigidos, quais informações sensoriais são acionadas e de que modo o design pode favorecer conforto, segurança e autonomia. Dessa forma, o método de Munari oferece a estrutura geral do processo projetual, enquanto as contribuições de Pazmino aprofundam a análise do uso e da experiência, qualificando as decisões de projeto sob a perspectiva do design inclusivo.

A seguir, apresenta-se uma interpretação das etapas descritas por Munari (2008), contextualizadas de acordo com as necessidades do projeto:

Quadro 1 – Etapas do método de Bruno Munari adaptadas ao desenvolvimento do projeto

Etapa original (Munari)	O que Munari recomenda realizar	Etapa interpretada no contexto do projeto
P – Problema	Identificar uma necessidade real, formulando claramente o problema a ser resolvido.	Dificuldade de acesso autônomo de pessoas com deficiência visual às exposições de arte.

DP – Dados do problema	Levantar informações iniciais sobre o contexto, usuários, limitações e condicionantes do problema.	Análise das limitações espaciais e sensoriais em museus; dados do IBGE e relatórios nacionais sobre acessibilidade.
CP – Coleta de dados	Reunir referências, exemplos existentes, tecnologias, materiais e soluções similares.	Levantamento de similares (mobiliários expositivos, suportes interativos e sistemas táteis); observação de boas práticas.
RD – Redação do problema	Organizar e sintetizar os dados coletados, delimitando com precisão o problema de projeto.	Definição do escopo: desenvolvimento de mobiliário complementar ao sistema de rastreamento tátil.
AD – Análise crítica	Analisar criticamente as informações reunidas, identificando requisitos, restrições e oportunidades.	Revisão teórica sobre design inclusivo, acessibilidade, ergonomia e museologia; definição de requisitos projetuais.
C – Criatividade	Desenvolver alternativas por meio de desenhos, esquemas e experimentações livres.	Geração de ideias; sketches, estudos volumétricos e experimentações formais e táteis.
MT – Modelos e testes	Construir modelos físicos ou conceituais para avaliar forma, função e viabilidade.	Desenvolvimento de maquetes físicas, protótipos rápidos e mockups exploratórios.
E – Experimentação	Testar os modelos, avaliando funcionamento, ergonomia, resistência e usabilidade.	Testes ergonômicos e funcionais com base em parâmetros da NBR 9050:2020.
M – Modificações	Realizar ajustes e correções a partir dos resultados dos testes.	Ajustes de altura, inclinação, encaixes estruturais e definição de materiais.
V – Verificação	Conferir se a solução atende ao problema inicial e aos requisitos definidos.	Análise crítica do modelo final e compatibilidade com o sistema de rastreamento tátil.
Desenho construtivo	Produzir desenhos técnicos para viabilizar fabricação e reprodução do produto.	Preparação de arquivos técnicos, medidas, encaixes e instruções construtivas.

S – Solução	Apresentar a solução final validada pelo processo metodológico.	Produto final: mobiliário acessível, funcional, modular e replicável para exposições de arte.
-------------	---	---

3.1 Análise de Similares

Seguindo a lógica proposta por Munari (2008), após a definição do problema e a coleta de dados, uma das etapas fundamentais do processo projetual é a observação crítica de soluções já existentes, aqui realizada por meio da Análise de Similares. Essa etapa permite identificar boas práticas, mapear limitações e gerar aprendizados que fundamentam e enriquecem o desenvolvimento do projeto.

Para garantir a consistência e a aplicabilidade da análise, foram definidos critérios objetivos, com base nos princípios do design inclusivo e nas diretrizes específicas do mobiliário a ser desenvolvido. São eles:

- Integração com o sistema de rastreamento: avalia a compatibilidade entre o mobiliário e os elementos tecnológicos da mediação (webcam, base, software).
- Tipo de suporte: examina a forma estrutural da base e como ela acomoda as peças táteis.
- Foco em autonomia: verifica a possibilidade de uso independente por pessoas com deficiência visual.
- Materiais e técnicas utilizadas: observa a viabilidade de fabricação, durabilidade e acessibilidade na produção.
- Pontos críticos identificados: destaca fragilidades e aspectos a serem aperfeiçoados nos projetos analisados.

Com base nesses critérios, foram selecionados dois projetos anteriores, ambos desenvolvidos no âmbito do *Fotografia Tátil* e apresentados nos Encontros Universitários da Universidade Federal do Ceará:

3.1.1 Redesign do Sistema de Rastreamento – EU 2023

Apresentado por Marcus Felix durante o X Encontro Universitário de Cultura Artística da UFC (2023), o projeto propôs melhorias na estrutura física e funcional do sistema de rastreamento tátil utilizado no *Fotografia Tátil*.

O objetivo central era garantir maior independência aos usuários, por meio da reestruturação do suporte (base + braço articulado com webcam) e da implementação de um “caixote” para armazenamento e fixação das peças. A proposta foi desenvolvida a partir de três aspectos principais: integração tecnológica, ergonomia e funcionalidade.

A Figura 10 apresenta o modelo tridimensional do mobiliário suporte redesenhado, evidenciando sua função como mediador entre o sistema de rastreamento tátil e a peça em relevo. A estrutura em camadas permite armazenar peças de diferentes tamanhos e facilita a organização do acervo. A parte superior conta com marcações em braille, que orientam o posicionamento das peças e o uso autônomo do sistema por parte do visitante com deficiência visual.

Figura 10 — Modelo tridimensional do mobiliário suporte desenvolvido para o sistema de rastreamento tátil.



Fonte: acervo pessoal do autor.(2023)

Aspectos analisados:

- **Integração tecnológica:** sistema de rastreamento vinculado à webcam com código de mapeamento tátil em tempo real.
- **Ergonomia e posicionamento:** busca por ajustes na altura da câmera e inclinação da base para melhor leitura tátil e visual.

- **Funcionalidade do mobiliário:** o mobiliário cumpre múltiplas funções — armazenar, suportar e orientar a experiência tátil.

Esse projeto se mostra altamente relevante para o desenvolvimento do mobiliário proposto neste trabalho, pois indica os principais pontos de atenção: estabilidade da base, conforto de manuseio e clareza na comunicação sensorial. Ele também reforça a importância de considerar o posicionamento da câmera em relação ao campo tátil explorado.

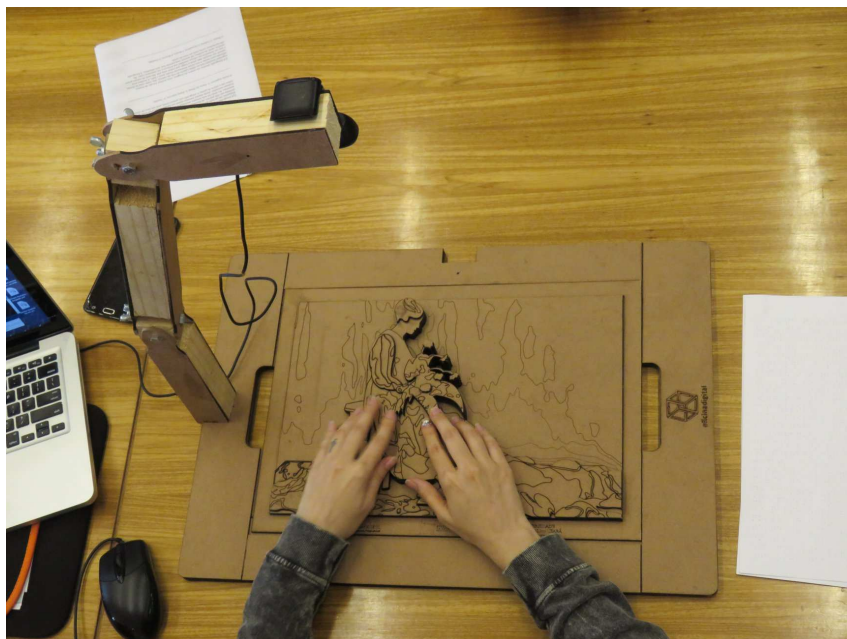
3.1.2 Suporte Articulado com Sistema de Rastreamento – EU 2020

Disponível em: <https://periodicos.ufc.br/eu/article/view/63128>

O trabalho desenvolvido por Railson Inácio e Roberto Vieira, apresentado no EU 2020, também propôs soluções projetuais integradas ao sistema de rastreamento do *Fotografia Tátil*. Entre os elementos centrais do projeto estavam o braço articulado, o uso de fabricação digital (corte a laser) e a construção de uma base de apoio que permitisse ao visitante explorar as peças táteis com maior liberdade.

Na imagem a seguir (Figura 11), é possível visualizar a estrutura desenvolvida, com destaque para o suporte articulado em MDF e o sistema de rastreamento acoplado à peça tátil.

Figura 11– Estrutura articulada com base em MDF e sistema de rastreamento tátil (EU 2020)



Fonte: Facebook - Fotografia Tátil UFC

Imagem registra o modelo de suporte desenvolvido por Railson Inácio e Roberto Vieira, com estrutura de braço articulado e base plana para posicionamento das peças. O sistema de rastreamento está acoplado à haste e posicionado sobre uma fotografia tátil gravada em MDF.

Aspectos analisados:

- **Autonomia do usuário:** destaque para a independência na troca de peças e na exploração tátil sem a mediação constante de terceiros.
- **Fabricação digital e prototipagem:** uso de MDF texturizado e componentes acessíveis, com cortes a laser, que favorecem a reprodutibilidade.
- **Mapeamento tátil:** o sistema permitia feedback em áudio, guiando o visitante por pontos-chave da imagem.

Os resultados apontaram avanços significativos, especialmente no ganho de autonomia e conforto. No entanto, também revelaram a necessidade de ajustes no encaixe dos suportes e na organização da base de forma a contemplar diferentes orientações (paisagem e retrato), o que é diretamente relevante para os objetivos deste trabalho.

A seguir, apresenta-se um quadro comparativo com os principais elementos observados:

Quadro 2 – Comparativo entre projetos similares do Fotografia Tátil (EU 2020 e EU 2023)

Critério	EU 2023 – Marcus Felix	EU 2020 – Railson Inácio
Integração com rastreamento	Sim – com webcam embutida e sistema de fixação	Sim – com braço articulado e posicionamento livre

Tipo de suporte	Estrutura tipo “caixote”, modular e elevada	Base plana com articulação externa
Foco em autonomia	Alta – foco em ajustes ergonômicos	Alta – foco em liberdade de manipulação
Materiais e técnicas	MDF com acabamento fino e encaixes simples	MDF cortado a laser com estrutura modular
Pontos críticos	Altura da câmera e limitação de formatos	Estabilidade dos encaixes e adaptação a peças A3

Ambos os projetos contribuem de maneira significativa para a proposta atual, oferecendo insights sobre forma, materialidade, usabilidade e integração tecnológica. A análise desses similares reforça a necessidade de um mobiliário adaptável, estável e ergonômico, que amplie a autonomia do visitante com deficiência visual e dialogue eficientemente com o sistema de rastreamento tátil.

3.2 Estudo de Caso

Como parte da fundamentação metodológica deste projeto, adota-se o Estudo de Caso como abordagem qualitativa, com o intuito de observar práticas de acessibilidade já implementadas em contextos reais de exposição artística. Para isso, utiliza-se como referência a exposição *Na Ponta dos Dedos*, analisada na tese de doutorado de Georgia Tath Lima de Oliveira (2021), que propõe uma experiência multissensorial para pessoas com deficiência visual por meio de audiodescrição, obras táteis e um sistema de rastreamento de toque.

3.2.1 Sobre a exposição

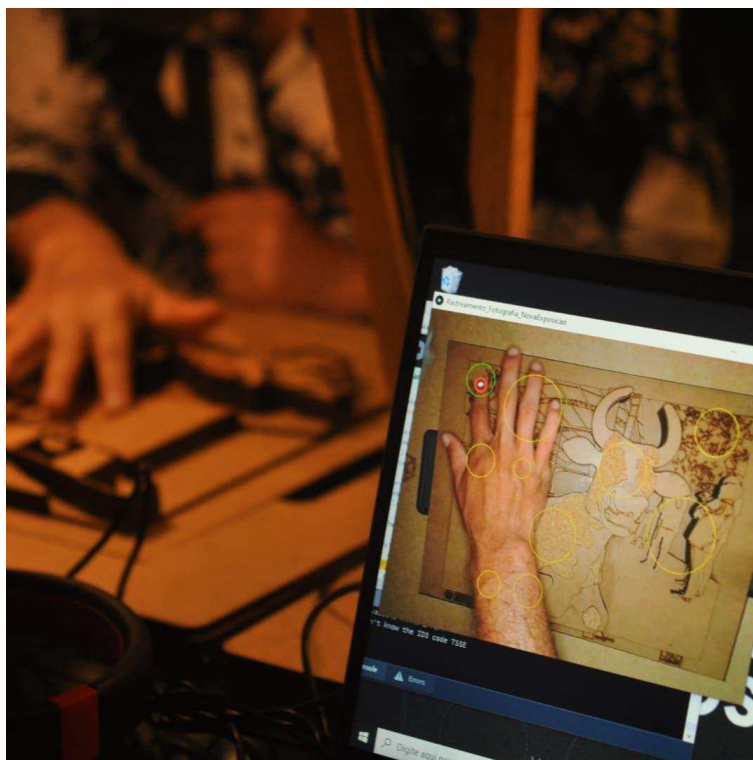
A exposição foi montada com base em três recursos principais: fotografias transformadas em peças táteis, roteiros de audiodescrição e um sistema de

rastreamento de toque em tempo real. O mobiliário utilizado consistia em bases específicas para acomodar as peças táteis e o equipamento tecnológico (como webcam e sensores), de modo a permitir que, ao tocar a imagem, o usuário recebesse simultaneamente informações auditivas associadas àquela região da peça.

A Figura 12 mostra o sistema de rastreamento em uso, com o notebook exibindo a interface gráfica do software e os pontos de toque detectados em tempo real, cada toque é destacado por círculos amarelos e vermelhos, indicando áreas ativas da peça tátil. A cena retrata o uso simultâneo da peça física e da plataforma digital.

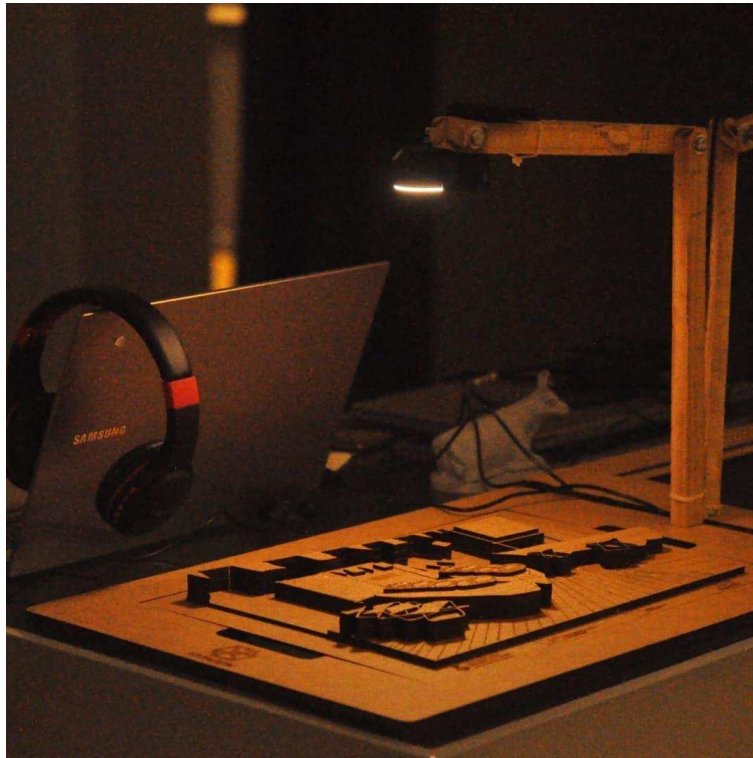
Na Figura 13, observa-se o conjunto montado em ambiente expositivo: a webcam fixada a um suporte de madeira posiciona-se sobre a peça tátil em MDF, com fones de ouvido dispostos ao lado, sugerindo o uso de audiodescrição individual. A iluminação focada destaca o objeto tátil em primeiro plano, evidenciando o cuidado com a visibilidade e acessibilidade do sistema.

Figura 12 – Rastreamento em tempo real de peça tátil com pontos de toque ativados.



Fonte: Instagram – Fotografia Tátil(2021)

Figura 13 – Estrutura do sistema com webcam, peça em relevo e fones de ouvido.



Fonte – Instagram: Fotografia Tátil(2021)

3.2.2 Recursos de acessibilidade aplicados

A tese descreve detalhadamente os recursos presentes no espaço expositivo:

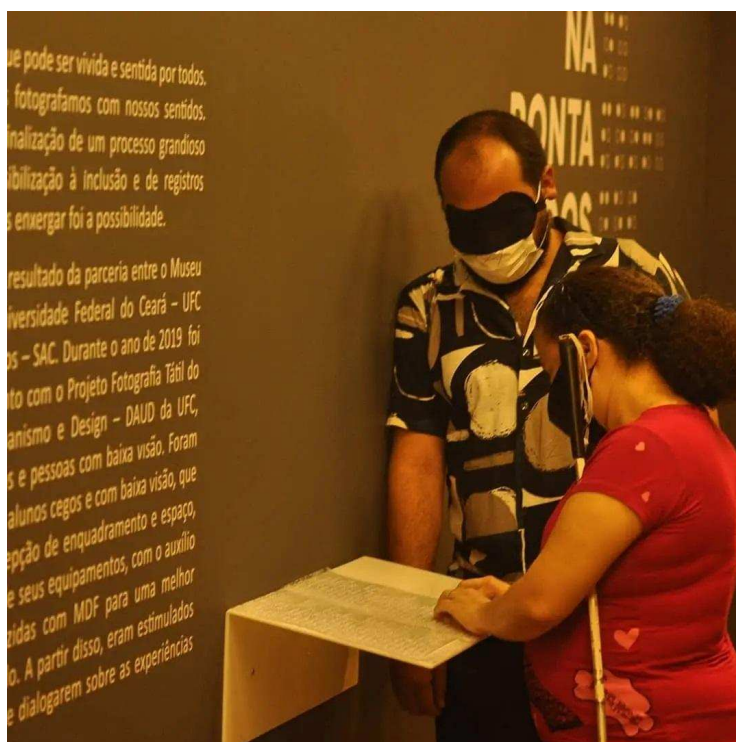
- Peças táteis em relevo, impressas em materiais adequados à percepção tátil;
- Base com suporte para webcam, que captava o movimento da mão sobre a imagem;
- Roteiro de audiodescrição segmentado, que fornecia informações em tempo real, sincronizadas com o toque;
- Organização espacial acessível, com livre circulação, disposição adequada das mesas e altura compatível com a ergonomia do visitante com deficiência visual;
- Testes com usuários reais, que participaram das etapas de validação da exposição e ofereceram retornos sobre autonomia, clareza das descrições e legibilidade tátil.

Esses recursos podem ser visualizados nas Figuras 14 e 15.

Na Figura 14, uma pessoa com deficiência visual e outra com os olhos cobertos, interagindo com uma placa em braille fixada à parede expositiva. A cena enfatiza a comunicação acessível por meio da leitura tátil, além de retratar uma abordagem participativa do público.

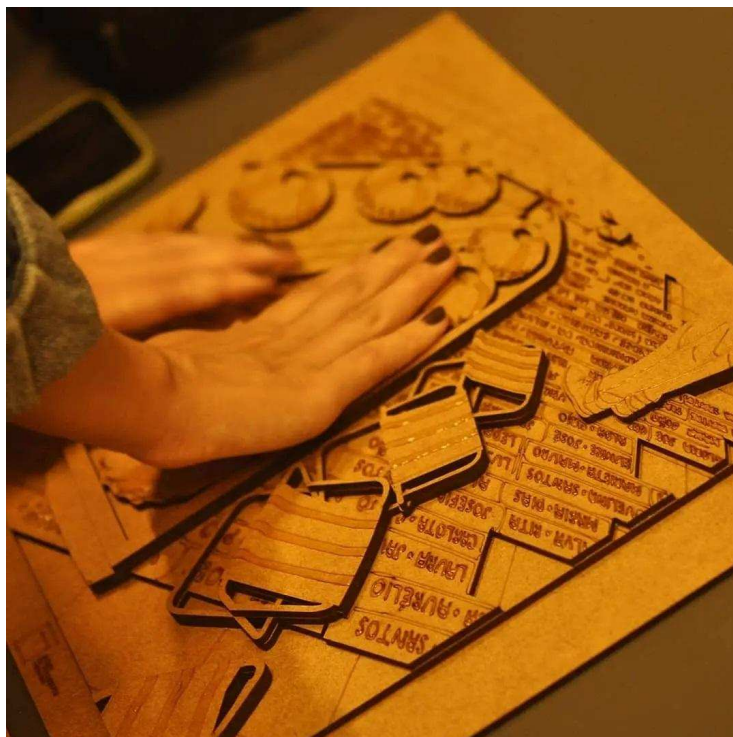
Na Figura 15, é possível observar uma visitante explorando com as mãos uma peça tátil complexa, composta por elementos sobrepostos que representam objetos e textos. A imagem destaca a riqueza de detalhes e o potencial informativo da imagem tátil.

Figura 14 – Visitantes com deficiência visual interagindo com placa em braille na exposição *Na Ponta dos Dedos*.



Fonte – Instagram: Fotografia Tátil(2021)

Figura 15 – Exploração tátil de peça complexa com múltiplas camadas e informações visuais.



Fonte – Instagram: Fotografia Tátil(2021)

3.2.3 Contribuições para o presente projeto

Esse estudo oferece uma base sólida para a construção do mobiliário proposto nesta pesquisa, ao demonstrar:

- A eficiência da integração entre suporte físico e sistema de rastreamento;
- A importância da posição ergonômica da peça tátil em relação à câmera e à mão do usuário;
- A necessidade de prever encaixes seguros e orientações de uso intuitivas, para garantir que a experiência seja autônoma e significativa;
- O papel do mobiliário como elemento central da mediação sensorial, e não apenas como base expositiva.

Esse modelo reforça a proposta de se criar um artefato que vá além da exibição: um dispositivo que atue como ponte sensorial e cognitiva entre a obra de arte e a pessoa com deficiência visual.

3.3. Análise da Tarefa Aplicada ao Projeto

Nesse sentido, a Análise da Tarefa será aplicada neste trabalho como recurso complementar para compreender melhor as interações entre visitantes com deficiência visual e o mobiliário proposto. Esse método permitirá observar pontos críticos da exploração tátil e da manipulação do suporte, indicando potenciais ajustes de altura, estabilidade, inclinação e formato.

A partir das observações e simulações realizadas, tornam-se possíveis soluções projetuais que reforçam as dimensões ergonômica e funcional do produto, orientando decisões de forma, dimensão e uso. Esse processo contribui para a concepção de um mobiliário não apenas tecnicamente acessível, mas também sensorialmente satisfatório e culturalmente inclusivo, cujas escolhas projetuais passam a ser sustentadas por dados empíricos e critérios normativos. Esses resultados constituem a base para a etapa de desenvolvimento do projeto, na qual as diretrizes metodológicas são traduzidas em soluções formais e funcionais concretas.

4. DESENVOLVIMENTO O PROJETO

A etapa de desenvolvimento do projeto concentra-se na materialização das diretrizes estabelecidas ao longo da fundamentação teórica e da metodologia, traduzindo em forma, função e estrutura os princípios de acessibilidade, design inclusivo, ergonomia e tecnologia assistiva discutidos nos capítulos anteriores.

O desenvolvimento baseou-se no método proposto por Bruno Munari(2008), que compreende o processo de design como um percurso estruturado em etapas interdependentes, orientadas pela análise do problema, geração de alternativas, experimentação, verificação e refinamento das soluções. A escolha desse método justifica-se por sua clareza operacional e por favorecer uma abordagem projetual racional, flexível e iterativa, adequada ao desenvolvimento de produtos com exigências funcionais, ergonômicas e normativas específicas.

No contexto deste trabalho, o método de Munari orientou principalmente as fases de geração de ideias, desenvolvimento de alternativas, modelagem tridimensional, prototipagem e ajustes, permitindo que cada decisão projetual fosse continuamente avaliada e aprimorada ao longo do processo.

De forma complementar, foram incorporados procedimentos metodológicos apresentados por Pazmino, especialmente a Análise da Tarefa, aplicada na etapa de testes com usuários. Esse método possibilitou observar e compreender a interação dos usuários com o mobiliário, identificando aspectos relacionados à usabilidade, conforto, segurança e clareza na leitura tátil. A Análise da Tarefa mostrou-se fundamental para validar, na prática, as decisões projetuais fundamentadas teoricamente e normativamente, funcionando como instrumento de verificação empírica e apoio aos ajustes realizados nas etapas subsequentes.

Assim, a articulação entre o método de Munari e a Análise da Tarefa de Pazmino permitiu um desenvolvimento projetual consistente, no qual teoria, prática e experimentação se complementam, fortalecendo a coerência interna do projeto.

4.1 Diretrizes projetuais

A problemática central identificada ao longo desta pesquisa refere-se à escassez de soluções acessíveis, autônomas e sensorialmente ricas para a fruição de exposições artísticas por pessoas com deficiência visual. Embora existam iniciativas pontuais voltadas à acessibilidade cultural, ainda é recorrente a ausência de dispositivos que integrem, de forma coesa, recursos como fotografia tátil, audiodescrição e sistemas interativos de mediação sensorial. Essa lacuna compromete não apenas o direito de acesso à cultura, mas também a autonomia e o protagonismo dos visitantes com deficiência visual em espaços museológicos.

Diante desse cenário, o mobiliário proposto neste trabalho foi concebido para atender a um conjunto de requisitos específicos, definidos a partir da análise do problema, da fundamentação teórica e do percurso metodológico adotado. As diretrizes projetuais que orientam o desenvolvimento do projeto são apresentadas a seguir.

Integração com o sistema de rastreamento tátil:

O mobiliário deve possibilitar a integração com o sistema de rastreamento tátil por meio de comandos físicos acessíveis, permitindo a comunicação entre o suporte expositivo e o sistema digital de mediação. Esses comandos, localizados no próprio mobiliário, são responsáveis por acionar funções do sistema de rastreamento, estabelecendo a conexão entre a exploração tátil da peça e o conteúdo narrativo

associado, sem que o mobiliário tenha como função assegurar a estabilidade ou o posicionamento da câmera utilizada no sistema.

Ergonomia e autonomia:

A inclinação da base e a área destinada à exploração tátil devem favorecer o uso confortável por visitantes com deficiência visual, respeitando parâmetros ergonômicos e antropométricos. A autonomia do usuário é assegurada pela presença de comandos em braille e pela organização clara dos elementos de interação, permitindo o acionamento do sistema de rastreamento sem a necessidade de mediação de terceiros.

Estabilidade estrutural:

A estrutura do mobiliário deve garantir firmeza e segurança durante o toque exploratório, evitando deslocamentos indesejados ou riscos de tombamento. Essa diretriz é fundamental para assegurar uma experiência de uso confiável, especialmente em contextos de exploração tátil contínua.

Compatibilidade com diferentes formatos:

O suporte foi concebido para acomodar peças táteis nos formatos A5, A4 e A3, em orientações vertical e horizontal. No entanto, reconhece-se que a ampliação para múltiplos formatos implica maior consumo de material e complexidade construtiva. Por esse motivo, essa diretriz é considerada em caráter experimental, não sendo plenamente explorada nesta etapa do projeto, mas apontada como possibilidade de desenvolvimento futuro.

Facilidade de montagem e transporte:

A estrutura deve apresentar caráter modular e montagem simplificada, facilitando sua aplicação em exposições temporárias, itinerantes ou em diferentes configurações espaciais, sem comprometer a estabilidade e a funcionalidade do mobiliário.

Materiais e processos acessíveis:

O mobiliário será fabricado em MDF, utilizando tecnologias de corte digital, como CNC fresa e corte a laser. A escolha desses materiais e processos visa garantir reprodutibilidade, durabilidade e baixo custo, mantendo a qualidade estética e

funcional do objeto e favorecendo sua replicação em diferentes contextos museológicos.

Essas diretrizes orientam todo o desenvolvimento do projeto, desde as definições formais até as soluções técnicas e construtivas adotadas, com foco na criação de um dispositivo inclusivo, replicável e sensorialmente consistente. A seguir, são apresentadas as etapas do processo projetual, iniciando-se pela pesquisa de referências e avançando até a definição da proposta final.

4.2 Memorial Descritivo

O memorial descritivo reúne o registro detalhado das etapas práticas do desenvolvimento projetual, desde a formulação das primeiras ideias até a materialização do mobiliário proposto. Essa seção busca explicitar o percurso de criação como processo investigativo, evidenciando a relação entre **conceito, forma, função e acessibilidade**.

Cada subetapa painel de referências, geração de ideias, renderização, prototipagem e testes reflete a aplicação dos princípios do design inclusivo e dos parâmetros ergonômicos e normativos definidos nas fases anteriores da pesquisa. O objetivo é documentar o caminho percorrido de maneira sistemática, apresentando não apenas os resultados, mas também as **decisões projetuais e os critérios técnicos** que sustentaram a construção do produto final.

4.2.1 Painel de Referências

O painel de referências orientou a etapa inicial de geração de alternativas, servindo como instrumento de apoio visual e conceitual para o desenvolvimento do mobiliário-suporte. Foram reunidos exemplos de projetos que apresentavam soluções formais, estruturais e funcionais relacionadas ao contexto da pesquisa, especialmente mobiliários voltados à exposição de peças táteis, suportes interativos e dispositivos ergonômicos.

No primeiro painel, apresentado a seguir, foram reunidos **17 exemplos** que serviram de base para os desenhos iniciais, permitindo uma visão ampliada de possibilidades construtivas, mecanismos, formas e configurações de uso.

Figura 16 - Painel de Referências I



Fonte: Pinterest disponível em <https://pin.it/46OD8XV7P>

No segundo painel, foram selecionadas as referências que mais se aproximaram dos objetivos do projeto. As imagens 1 e 2, sinalizadas na Figura 17, serviram como guia para a definição de um estilo de esboço que pudesse ser melhor compreendido ao longo do processo projetual, buscando sempre explicitar graficamente o que estava sendo desenhado.

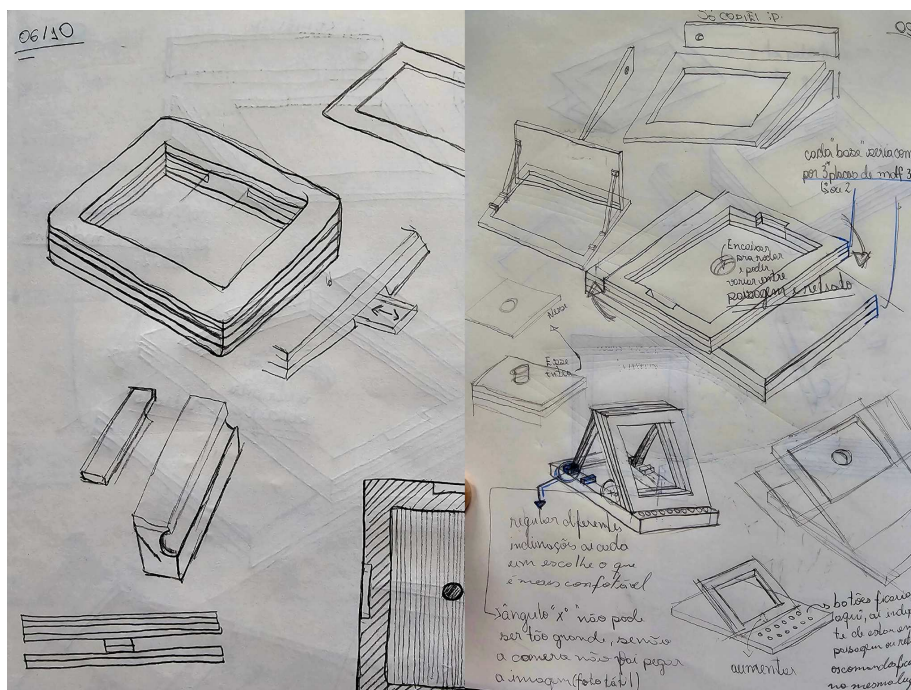
A imagem 3 foi adotada como referência principal para o mecanismo de alternância entre os modos paisagem e retrato. A imagem 4 apresenta uma solução semelhante à anterior, porém materializada, o que possibilitou uma compreensão mais aprofundada de aspectos relacionados a materiais e acabamentos em etapas posteriores do projeto.

A imagem 5 foi extraída da NBR 9050 (2004) e orientou as decisões projetuais relacionadas à ergonomia do mobiliário.

dimensionais, bem como avaliar, de forma preliminar, a acomodação das peças táteis e a disposição dos comandos de controle. Desde os primeiros estudos, observa-se a preocupação com a modularidade do mobiliário e com a adaptação a diferentes formatos de imagens táteis, buscando ampliar a versatilidade de uso do suporte.

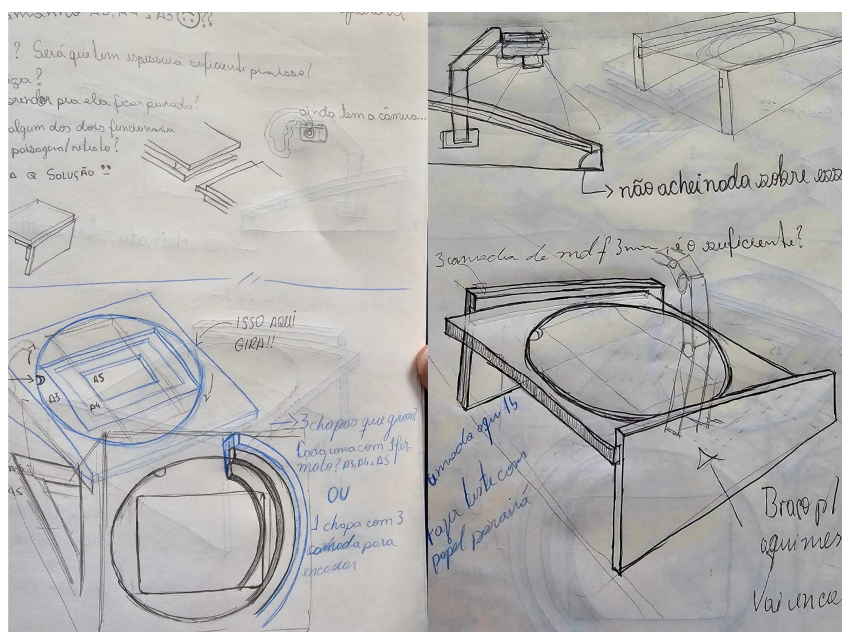
Nos desenhos iniciais (Figuras 18 e 19), o foco esteve na estrutura geral do mobiliário e na exploração de soluções construtivas baseadas em camadas sobrepostas de MDF e sistemas de encaixe. Esses estudos já indicam a intenção de permitir ajustes de orientação e inclinação, de modo a favorecer a leitura tátil em diferentes posições, além de facilitar a montagem e desmontagem do conjunto.

Figura 18 - Esboços I



Fonte: acervo pessoal do autor(2025)

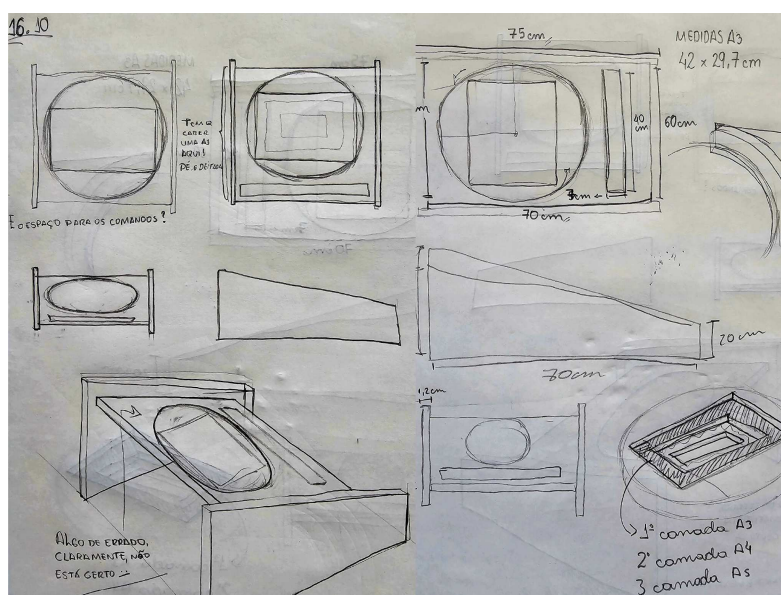
Figura 19 - Esboços II



Fonte: acervo pessoal do autor(2025)

Em um segundo momento (Figura 20), o processo criativo voltou-se de forma mais evidente às questões ergonômicas. Foram investigadas alternativas de inclinação do plano de apoio, altura de uso e posicionamento dos elementos de interação, considerando princípios de conforto, alcance e esforço mínimo.

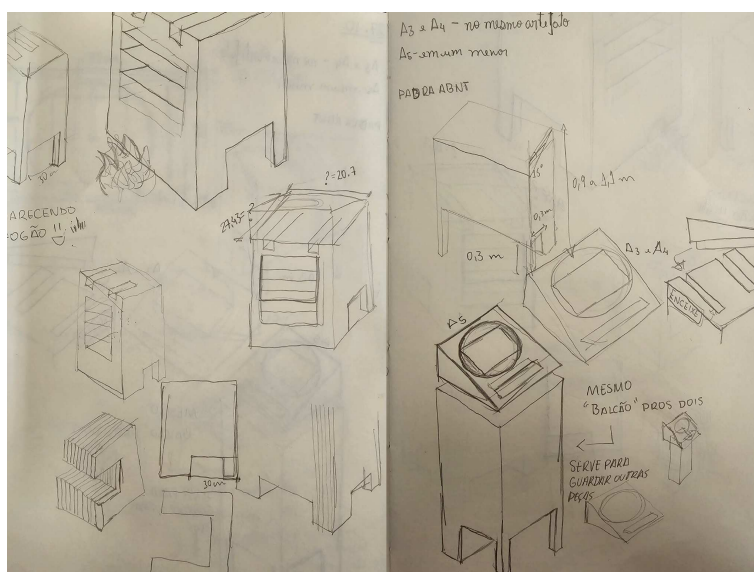
Figura 20 - Esboços III



Fonte: acervo pessoal do autor (2025)

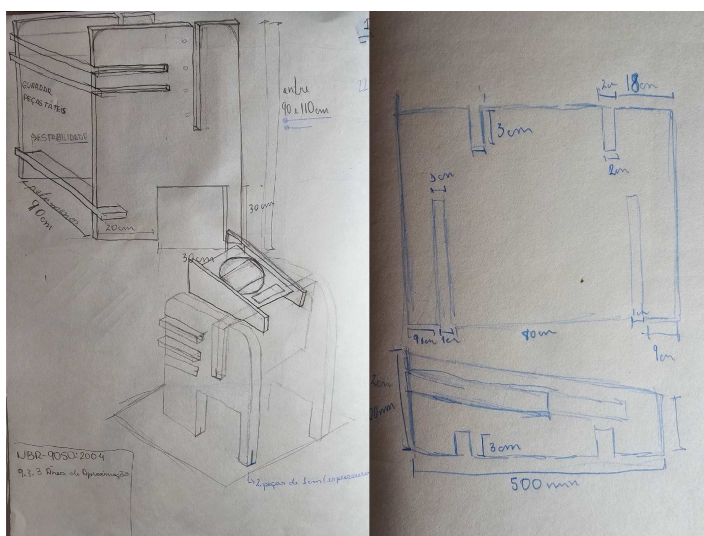
Por fim, nos últimos esboços (Figuras 21 e 22), as explorações convergem para uma configuração mais estável e racionalizada, consolidando decisões relativas à estrutura principal, à organização dos módulos e à viabilidade construtiva do mobiliário. Essa fase marca a transição entre o campo conceitual e o início da modelagem tridimensional, quando as soluções passam a ser testadas de forma mais precisa no ambiente digital.

Figura 21 - Esboços IV



Fonte: acervo pessoal do autor(2025)

Figura 22 - Esboços V



Fonte: acervo pessoal do autor(2025)

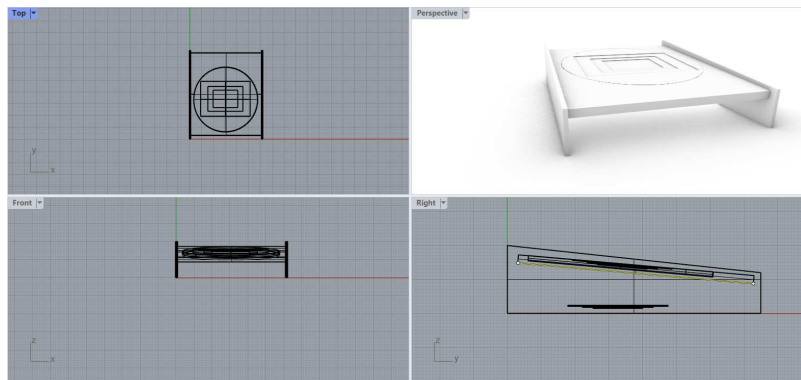
De modo geral, a etapa de geração de alternativas foi fundamental para consolidar as principais decisões formais e funcionais do projeto, articulando aspectos ergonômicos, requisitos de acessibilidade e critérios construtivos. A combinação entre desenho manual, reflexão crítica e testes volumétricos permitiu amadurecer a proposta e definir uma configuração projetual coerente, capaz de responder às demandas identificadas ao longo da pesquisa. A partir dessa consolidação conceitual e estrutural, o projeto avança para uma etapa de maior precisão técnica, na qual as soluções desenvolvidas passam a ser verificadas e refinadas em ambiente digital.

4.2.3 Modelagem 3D

A modelagem tridimensional corresponde ao desdobramento direto das decisões estabelecidas na etapa de geração de alternativas, configurando-se como uma fase de transição entre o pensamento conceitual e a materialização do mobiliário. Nesse momento, as ideias exploradas nos esboços manuais foram sistematizadas e traduzidas para o ambiente digital, permitindo uma avaliação mais precisa das proporções, volumes, encaixes e relações estruturais do conjunto.

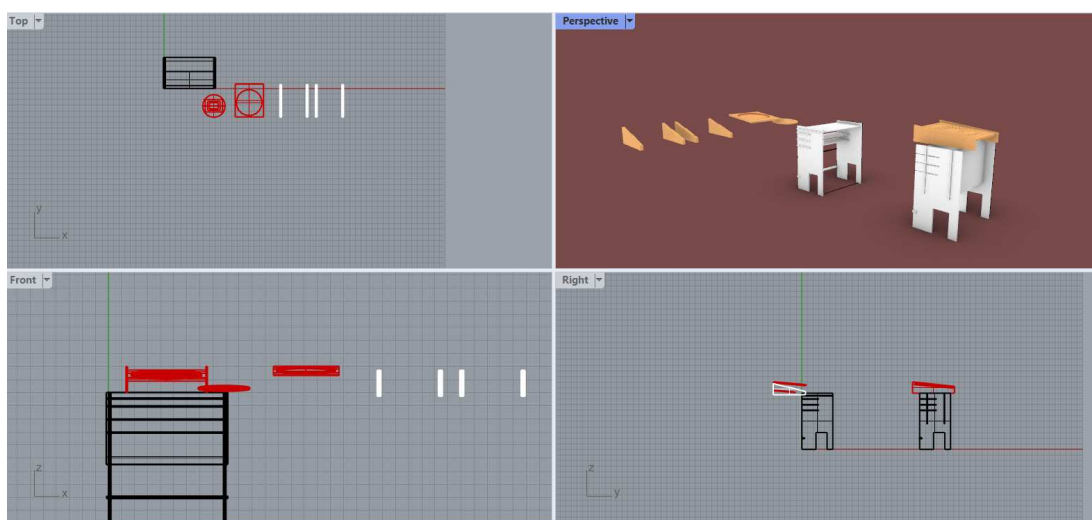
Por meio da modelagem 3D, tornou-se possível verificar com maior rigor a viabilidade construtiva do projeto, bem como antecipar ajustes relacionados à ergonomia, à estabilidade e à organização dos componentes. Além disso, essa etapa contribuiu para a visualização integrada do mobiliário, favorecendo a compreensão do funcionamento do sistema como um todo e oferecendo suporte às etapas subsequentes de prototipagem e testes.

Na fase inicial de modelagem, desenvolvida no software *Rhinoceros* (Figura 24), o foco esteve na definição da estrutura geral do mobiliário, na relação entre base, plano de apoio e elementos de sustentação, bem como na verificação preliminar das inclinações e dimensões do conjunto. Essa etapa permitiu validar, em ambiente digital, decisões anteriormente tomadas de forma conceitual, reduzindo incertezas ainda nas fases iniciais do desenvolvimento.

Figura 23 - Modelagem tridimensional inicial

Fonte: acervo do autor(2025)

Com o avanço do processo, a modelagem evoluiu para um estágio mais refinado, aproximando-se gradualmente da configuração final do mobiliário (Figuras 23 e 24). Nesse momento, foram realizados ajustes mais precisos nas inclinações das superfícies, na definição dos encaixes estruturais e na organização dos planos destinados à interação tátil, buscando maior coerência entre forma, função e usabilidade.

Figura 24 - Modelagem de alternativas

Fonte: acervo do autor(2025)

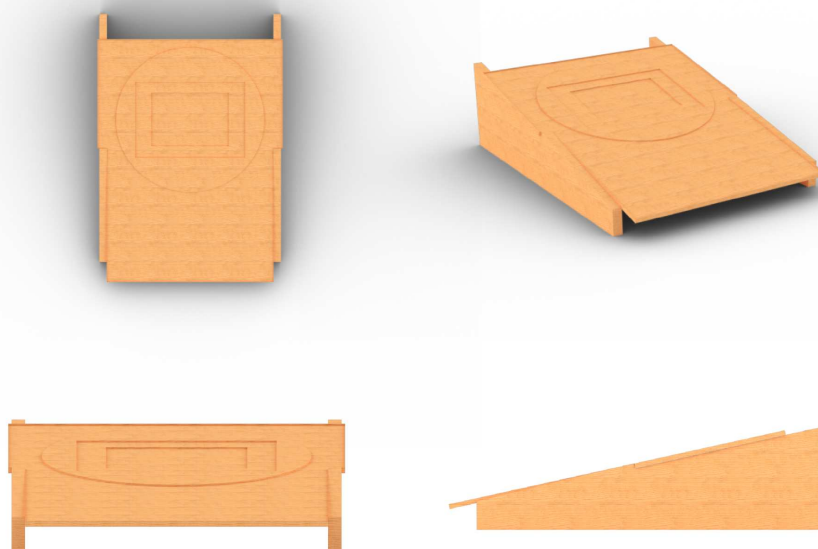
Cabe destacar que, na Figura 23, ainda é possível identificar indícios de uma proposta de mobiliário complementar, de caráter mais robusto, semelhante àquela explorada anteriormente nas Figuras 20 e 21, ainda na etapa de esboços. Essas alternativas consideravam uma estrutura vertical mais complexa e soluções integradas em um único corpo expositivo.

Entretanto, para o momento de desenvolvimento apresentado neste trabalho, optou-se por dar continuidade apenas ao mobiliário representado na Figura 26, em razão de sua maior viabilidade construtiva e adequação aos objetivos do projeto. Essa escolha levou em consideração aspectos como economia de material, simplicidade de montagem, facilidade de reprodução e compatibilidade com exposições temporárias, sem comprometer os princípios de acessibilidade, ergonomia e interação sensorial previamente estabelecidos.

Assim, o modelo adotado consolida-se como a solução mais coerente para o escopo deste trabalho e será aprofundado no tópico seguinte, no qual são apresentados os desdobramentos finais do projeto.

Também foram aplicadas texturas digitais com o objetivo de simular materiais e auxiliar na avaliação visual do objeto, contribuindo para a análise da volumetria e da relação entre as diferentes partes do mobiliário. Embora não substituam os testes físicos, esses recursos facilitaram a leitura do conjunto e apoiaram decisões relacionadas à estabilidade, à proporção e à clareza formal do projeto.

Figura 25 - Render 3d vistas de topo, perspectiva, frontal e lateral direita



Fonte: acervo do autor(2025)

De modo geral, esse modelo tridimensional representou um avanço significativo em relação às etapas anteriores, pois possibilitou antecipar decisões

construtivas e ergonômicas que orientaram diretamente as fases seguintes de prototipagem e testes. Dessa forma, a modelagem 3D contribuiu para reduzir incertezas e assegurar maior coerência entre o projeto digital e o artefato físico a ser desenvolvido.

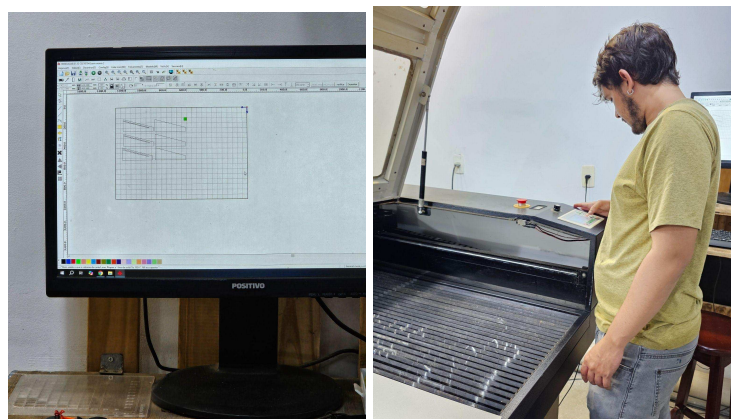
4.2.4 Prototipagem

O processo de prototipagem teve início ainda durante a etapa de modelagem digital e elaboração dos esboços, ocorrendo de forma integrada a todas as fases do projeto. Essa simultaneidade entre concepção e experimentação prática possibilitou ajustes contínuos de forma, proporção e encaixe, garantindo maior precisão nas etapas seguintes. I

Os dois primeiros protótipos foram produzidos conforme as diretrizes projetuais, utilizando papel paraná cortado em CNC a laser, o que assegurou fidelidade dimensional e acabamento regular nas peças. A montagem foi realizada predominantemente por encaixes, buscando testar a viabilidade estrutural e a facilidade de montagem do mobiliário.

Nas figuras a seguir, é possível observar o processo de preparação do arquivo vetorial no software, o manuseio da máquina de corte a laser e o registro do primeiro protótipo, destinado a acomodar peças táteis no formato A6.

Figura 26 - CNC Laser



Fonte: acervo do autor(2025)

Figura 27 - Corte laser Protótipo 1

Fonte: acervo do autor(2025)

O segundo protótipo, mostrado na sequência, foi desenvolvido com o objetivo de ampliar a escala do suporte, adequando-o para receber peças nos tamanhos A5 e A4. Assim como o primeiro, foi confeccionado em papel paraná, utilizando corte a laser e montagem manual por encaixes.

Para as próximas etapas, que incluirão novos testes e ajustes ergonômicos, espera-se evoluir o processo para materiais mais resistentes e definitivos, visando à produção do modelo funcional final.

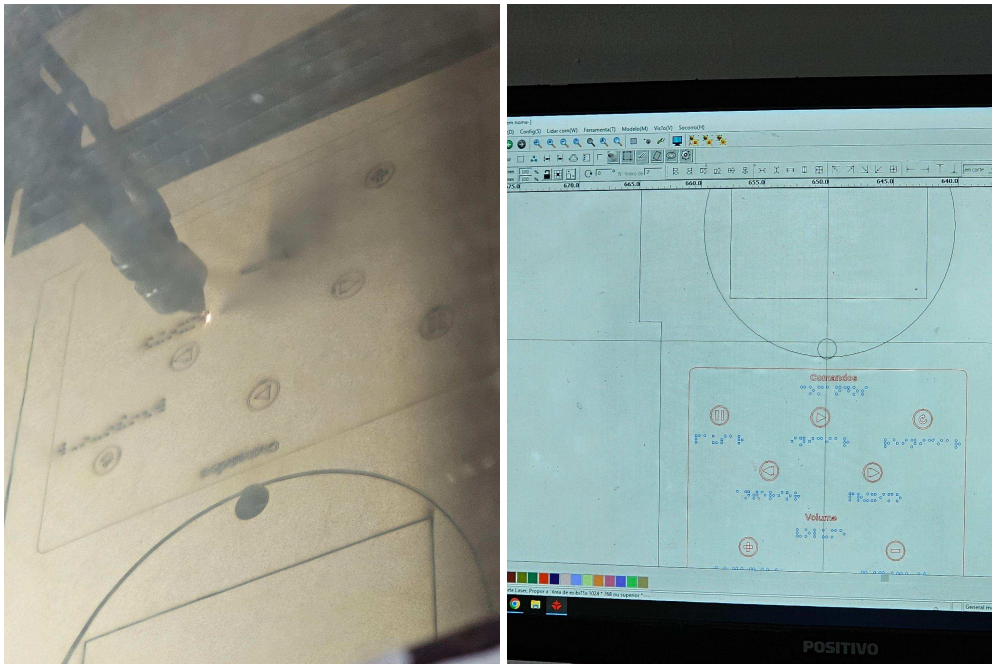
Figura 28 - Montagem do protótipo 2

Fonte: acervo do autor(2025)

Nessa etapa da prototipação, além da experimentação de um novo material para a estrutura do mobiliário, foram incorporados ao artefato os comandos que integram o sistema de rastreamento, assim como as legendas em braile. O objetivo foi aproximar o protótipo de uma situação real de uso, permitindo avaliar não apenas questões construtivas e formais, mas também a organização das informações táteis e a relação entre superfície, comandos e área de exploração.

Para isso, o projeto foi ajustado, contemplando a posição dos comandos, sua distribuição espacial e a inserção das inscrições em braile. As imagens apresentadas registram tanto a preparação desses arquivos digitais quanto a execução dos cortes e gravações em CNC a laser, evidenciando a precisão exigida para garantir legibilidade tátil e coerência entre projeto e fabricação.

Figura 29 - Gravação laser de comandos em braile



Fonte: acervo do autor(2025)

Observa-se ainda o resultado parcial do protótipo já com os comandos e legendas incorporados à superfície frontal do mobiliário. Essa materialização foi fundamental para uma primeira leitura tátil integrada entre peça, interface e sistema de rastreamento, permitindo identificar ajustes relacionados à disposição dos elementos, às distâncias entre comandos e à clareza das informações em braile. Esses aspectos serviram de base para a etapa seguinte do projeto, dedicada aos testes com usuários.

Figura 30 - Protótipo 3, em MDF com esferas de aço para simulação do Braille.



Fonte: acervo do autor(2026)

A incorporação dos comandos e das legendas em braille nesta etapa foi determinante para viabilizar, em momento posterior, a aplicação da análise de tarefas, uma vez que permitiu observar a interação do usuário com o mobiliário em condições próximas às de uso real. A partir dessa materialização, tornou-se possível avaliar de forma mais precisa aspectos como alcance manual, reconhecimento tátil, orientação espacial e conforto durante a exploração, elementos centrais para a leitura ergonômica do artefato.

Como mostrado ao longo deste capítulo, três protótipos foram desenvolvidos com o objetivo de investigar diferentes soluções construtivas, materiais e comportamentos estruturais do mobiliário. A elaboração dessas variações possibilitou uma análise comparativa dos protótipos, considerando critérios como sustentação da estrutura, funcionamento do mecanismo de rotação que permite a alternância entre os modos retrato e paisagem, bem como a estabilidade durante o uso.

Nesse sentido, o Quadro 3 apresenta uma síntese comparativa entre os três protótipos produzidos, evidenciando seus desempenhos, limitações e contribuições para o amadurecimento da proposta. Essa análise subsidiou as decisões projetuais

adotadas nas etapas subsequentes, especialmente no refinamento do sistema estrutural e na preparação para a fase de testes com usuários.

Quadro 3 – Comparação entre os protótipos desenvolvidos

Crítérios de análise	Protótipo 1 – A6 (Figura 30)	Protótipo 2 – A4/A5 (Figura 29)	Protótipo 3 – A6 (Figura 28)
Materiais e construção	Base em MDF 3 mm, cortada a laser e colada. Apoios em compensado de 10 mm, com gravação a laser e corte em serra tico-tico.	Estrutura inteiramente produzida em papel Paraná 1,8 mm, por meio de corte a laser e colagem.	Estrutura inteiramente produzida em papel Paraná 1,8 mm, por meio de corte a laser e colagem.
Dimensão das peças táteis	A6	A4 e A5	A6
Funcionamento do mecanismo de rotação (retrato/paisagem)	Funcionamento eficiente, com rotação suave e estável. O mecanismo permite a alternância entre os modos retrato e paisagem sem interferências.	Mecanismo travado, com rotação ocorrendo com dificuldade, comprometendo a fluidez da interação.	Mecanismo excessivamente frouxo, com rotação muito livre, ocasionando quedas frequentes da base.
Sustentação	Estrutura robusta, porém com sustentação comprometida devido à ausência de conexão entre os apoios e entre os apoios e a base.	Melhor desempenho estrutural entre os três protótipos. Apoios com encaixe eficiente, apesar de pequenas folgas causadas por curvaturas do material após a colagem.	Sustentação insatisfatória. As folgas geradas pela deformação do material fazem com que a estrutura ceda com facilidade.

Resistência estrutural	Boa resistência geral, apesar das limitações nos apoios.	Resistência satisfatória para o uso em prototipagem.	Baixa resistência estrutural; o protótipo apresentou ruptura durante o uso.
Avaliação geral	Protótipo mais próximo da proposta final, validando o mecanismo de rotação, mas indicando a necessidade de revisão ou adição de uma peça de conexão entre os apoios.	Protótipo com melhor sustentação, porém com limitações claras no funcionamento do mecanismo de rotação.	Protótipo mais frágil, útil apenas para testar limites do material, sendo inviável para continuidade do projeto.

4.2.5 Testes

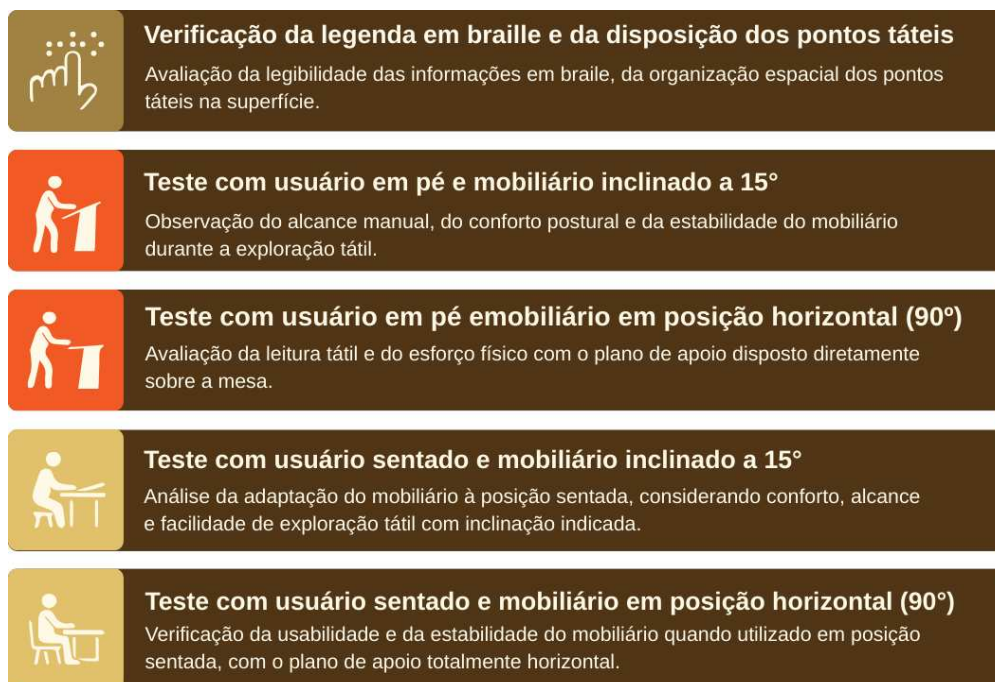
Com o protótipo funcionalmente estruturado e contendo os principais elementos de interação, a etapa seguinte do processo projetual concentrou-se na definição de um roteiro de testes com usuários, elaborado com o objetivo de orientar avaliações futuras do mobiliário quanto às demandas ergonômicas, normativas e de usabilidade previstas no projeto. Cabe destacar que, em função das limitações de tempo, da etapa de desenvolvimento em que o protótipo se encontra e da indisponibilidade de aplicação dos testes com usuários com deficiência visual neste momento, os procedimentos aqui descritos configuram-se como um planejamento metodológico para testes a serem realizados em uma etapa posterior do projeto.

A elaboração desse roteiro considerou o contexto museológico de uso do mobiliário, no qual o artefato pode ser montado previamente às exposições, explorado por diferentes visitantes e submetido a múltiplas interações táteis ao longo do tempo. Dessa forma, os testes foram pensados para simular situações reais de uso, permitindo, em aplicações futuras, observar o comportamento do usuário e identificar pontos críticos relacionados à interação tátil, à estabilidade estrutural e ao conforto ergonômico.

Roteiro proposto para testes com usuários

O roteiro de testes foi estruturado em etapas sequenciais, prevendo que, ao final de cada uma delas, sejam registrados feedbacks qualitativos dos usuários, relacionados ao conforto postural, ao esforço físico, à clareza da informação tátil, à estabilidade do mobiliário e à percepção geral de uso. As etapas propostas são mostradas na imagem a seguir:

Figura 31 - Esquema sequencial de teste de usabilidade



Fonte: acervo do autor(2026)

A definição desse roteiro estabelece uma base metodológica consistente para a realização de testes futuros, permitindo avaliar de forma sistemática a relação entre postura do usuário, inclinação do plano de apoio e qualidade da interação tátil. Além disso, o roteiro é uma evidência de que o projeto se encontra em processo de aprimoramento contínuo, no qual ajustes estruturais, ergonômicos e funcionais ainda poderão ser incorporados a partir da aplicação prática desses testes em contextos reais de uso.

4.2.5.1 Análise de Tarefas

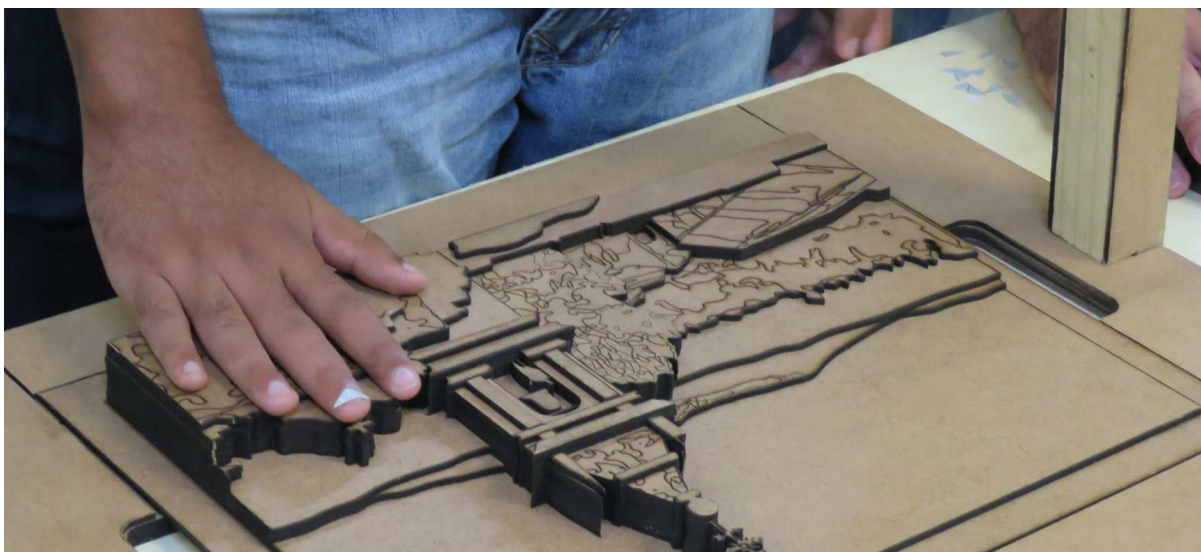
Em articulação com a etapa de testes apresentada anteriormente, foi elaborado um roteiro de análise da tarefa com o objetivo de estruturar, de forma sistemática, a observação futura da interação entre usuários e o mobiliário proposto. Ressalta-se que, no escopo deste trabalho, a análise de tarefas não foi aplicada empiricamente, configurando-se como um instrumento metodológico preparado para testes a serem realizados em um momento posterior, quando o protótipo estiver plenamente finalizado e for possível a participação de pessoas com deficiência visual.

A construção desse roteiro baseou-se no método de análise da tarefa apresentado por Pazmino, que propõe a divisão de uma atividade principal em etapas sequenciais, permitindo compreender as ações, decisões e interações envolvidas no uso de um produto. Conforme exemplificado pela autora, trata-se de um procedimento de caráter descritivo e analítico, cujo foco está na compreensão do *fazer* — isto é, no modo como a tarefa é realizada — e não, necessariamente, na avaliação normativa ou no desempenho técnico do artefato.

No contexto deste projeto, a tarefa principal considerada foi definida como: explorar uma peça tátil por meio do mobiliário de forma autônoma e segura. A partir dessa definição, a atividade foi dividida em etapas que refletem o uso esperado do mobiliário em exposições acessíveis, considerando tanto o comportamento do usuário quanto as respostas físicas e funcionais do artefato.

A elaboração desse roteiro também foi informada por experiências anteriores vinculadas ao projeto **Fotografia Tátil**, especialmente por registros de interações observadas em versões anteriores do sistema. Entre esses registros, destacam-se aqueles realizados durante o **II Seminário Cultura do Acesso**, que documentam situações reais de exploração tátil em contexto expositivo (Figuras 30 e 31).

Figura 32 - I Exploração tátil de peça de fotografia tátil II Seminário Cultura do Acesso



fonte:Facebook - Fotografia Tátil(2019)

Figura 33 - II Exploração tátil de peça de fotografia tátil II Seminário Cultura do Acesso



fonte:Facebook - Fotografia Tátil(2019)

Esses registros evidenciam padrões recorrentes de interação, como o uso simultâneo das duas mãos, variações no alcance manual, ajustes posturais ao longo da leitura e a interação com recursos de mediação sensorial. A recorrência desses comportamentos contribuiu diretamente para a definição das etapas do roteiro

apresentado a seguir, reforçando a necessidade de compreender a tarefa como um processo sequencial, adaptativo e corporalmente mediado.

Roteiro de análise da tarefa

A tarefa principal considerada foi definida como: **explorar uma peça tátil por meio do mobiliário de forma autônoma e segura**. A partir dessa definição, a atividade foi decomposta nas seguintes etapas, apresentadas na próxima figura.

Figura 34 - Esquema sequencial de exploração de peça tátil



Fonte: acervo do autor(2026)

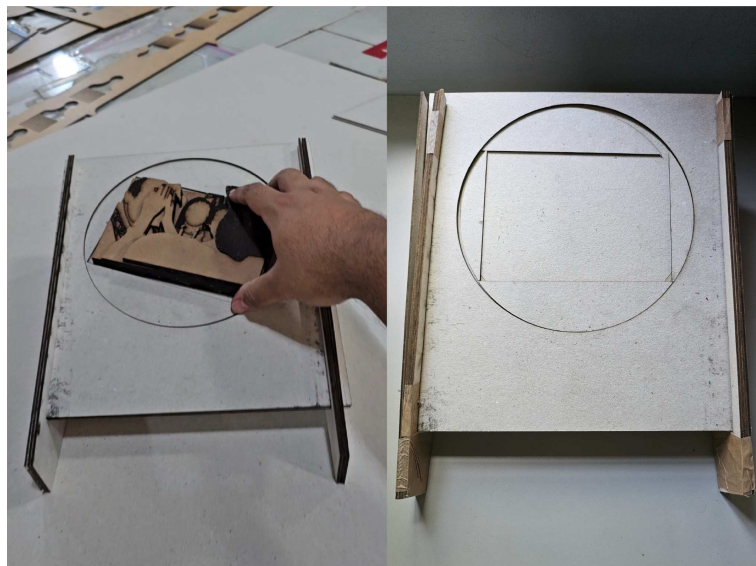
A estruturação dessa análise, apresentada na imagem acima, possibilita antecipar requisitos relacionados à estabilidade do mobiliário, à clareza na disposição dos comandos, à adequação da inclinação do plano de apoio e à resistência do artefato frente ao uso contínuo por múltiplos usuários. Esses aspectos fundamentam a etapa de testes com usuários apresentada no tópico 4.3.5, funcionando como referência analítica para a observação, o registro de feedbacks e os ajustes projetuais a serem realizados a partir da interação real com o protótipo.

4.2.6 Ajustes

Como mostrado ao longo do capítulo, três protótipos foram desenvolvidos com o objetivo de investigar diferentes soluções construtivas, estruturais e funcionais para o mobiliário proposto. A comparação sistemática entre esses protótipos, sintetizada no Quadro 3, constituiu a principal base para a definição dos ajustes projetuais adotados nesta etapa, permitindo identificar limites, potencialidades e requisitos a serem incorporados à versão final do projeto.

A análise comparativa evidenciou que o funcionamento do mecanismo de rotação apresentou desempenhos distintos conforme o material e a configuração estrutural adotados. O Protótipo 1 demonstrou funcionamento eficiente e estável do sistema de alternância entre os modos retrato e paisagem, validando conceitualmente o mecanismo proposto. Em contrapartida, os Protótipos 2 e 3, executados integralmente em papel Paraná, apresentaram limitações significativas nesse aspecto, com travamento excessivo no primeiro caso e folga excessiva no segundo, comprometendo tanto a fluidez da interação quanto a segurança de uso. Esses resultados indicaram a necessidade de maior precisão dimensional e rigidez estrutural nas peças envolvidas na rotação.

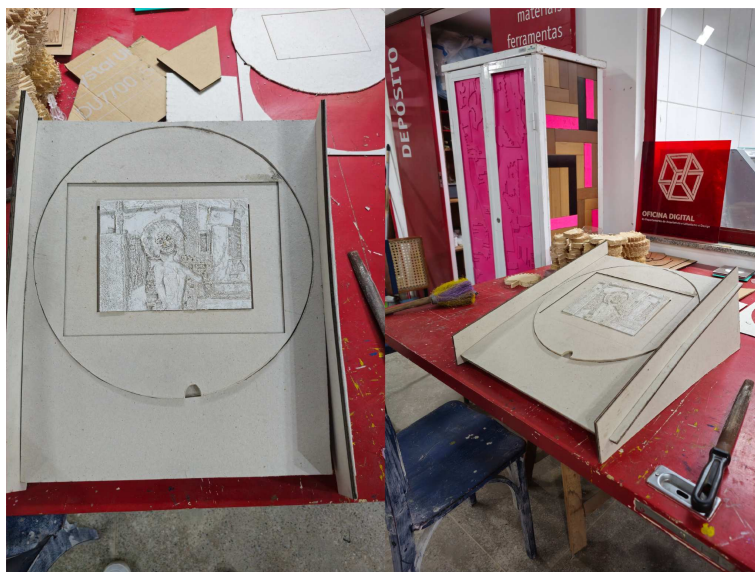
Figura 35 - Protótipo 1



Fonte: acervo do autor(2025)

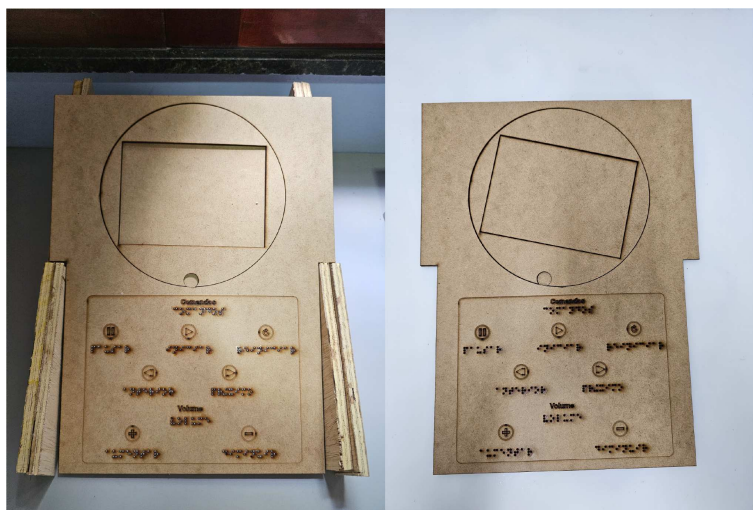
No que se refere à sustentação e estabilidade, o Quadro 3 aponta que o Protótipo 2 obteve o melhor desempenho estrutural geral, com apoios bem encaixados e distribuição mais equilibrada das cargas, apesar das pequenas folgas decorrentes da deformação do material após a colagem. Já o Protótipo 1, embora mais robusto e próximo da configuração final, revelou uma fragilidade específica na ausência de conexão entre os apoios e entre estes e a base, comprometendo sua estabilidade global.

Figura 36 - Protótipo 2



Fonte: acervo do autor(2025)

O Protótipo 3 apresentou desempenho insatisfatório nesse critério, confirmando a inadequação do material e da escala adotados para suportar o uso contínuo.

Figura 37 - Protótipo 3

Fonte: acervo do autor(2026)

Esses achados reforçaram a necessidade de rever o sistema de apoios, prevendo a inclusão de uma peça de conexão ou o redesenho da geometria dos encaixes, de modo a garantir maior solidarização estrutural entre base e apoios. Além disso, os resultados apontaram para a adoção de um material com maior rigidez na região responsável pela sustentação do mobiliário. Diante disso, para a versão final do projeto, definiu-se a utilização de MDF com espessura de 1 cm nessa área, solução que responde diretamente às limitações observadas nos protótipos em papel Paraná e contribui para maior estabilidade em contexto real de exposição.

No campo da interação tátil e dos comandos de mediação, os ajustes dialogam tanto com a análise comparativa dos protótipos quanto com o roteiro de análise de tarefas elaborado anteriormente. A escolha pelo uso de esferas de aço de 2 mm de diâmetro para as legendas em braile mostrou-se adequada do ponto de vista tátil e ergonômico, porém demandou refinamentos no processo de fixação, uma vez que algumas esferas apresentaram falhas de aderência nos testes iniciais. Assim, os ajustes concentraram-se na melhoria do método de colagem, visando garantir durabilidade frente ao uso repetido por múltiplos usuários.

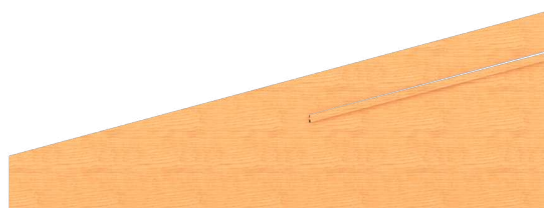
De modo geral, os ajustes definidos nesta etapa não representam alterações conceituais no projeto, mas sim aprimoramentos decorrentes da experimentação prática e da comparação crítica entre os protótipos produzidos. Esses refinamentos reforçam a coerência entre as decisões projetuais, os critérios construtivos adotados, a análise de tarefas prevista e as exigências ergonômicas e de uso contínuo em exposições acessíveis, preparando o projeto para as etapas futuras de testes com usuários e validação em contexto real.

4.2.7 Resultado Final

A partir dos ajustes identificados e das decisões consolidadas nas etapas anteriores, o projeto avança para a apresentação da proposta final do mobiliário, na qual são sistematizadas as definições formais, estruturais e funcionais resultantes do processo projetual.

Nesta etapa, o projeto é apresentado por meio de representações gráficas, incluindo desenhos técnicos e renderizações, que permitem visualizar com maior precisão as dimensões, os encaixes, os materiais e a organização geral do mobiliário. Esses registros têm como objetivo documentar a solução desenvolvida e orientar sua execução, ainda que algumas definições possam ser refinadas em etapas posteriores.

Figura 38 - Vista Lateral Direita do mobiliário



Fonte: acervo do autor(2026)

Figura 39 - Vista Frontal do mobiliário



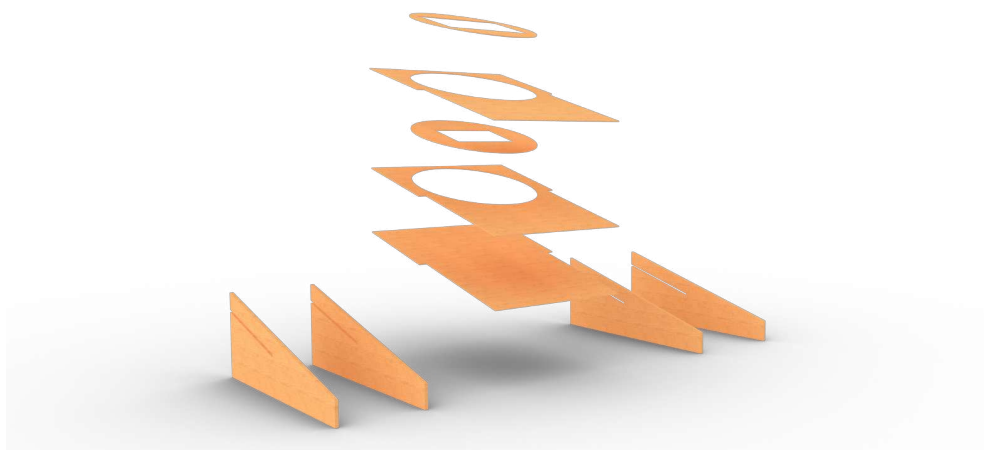
Fonte: acervo do autor(2026)

Figura 40 - Vista em Perspectiva do mobiliário



Fonte: acervo do autor(2026)

Figura 41 - Vista explodida do mobiliário

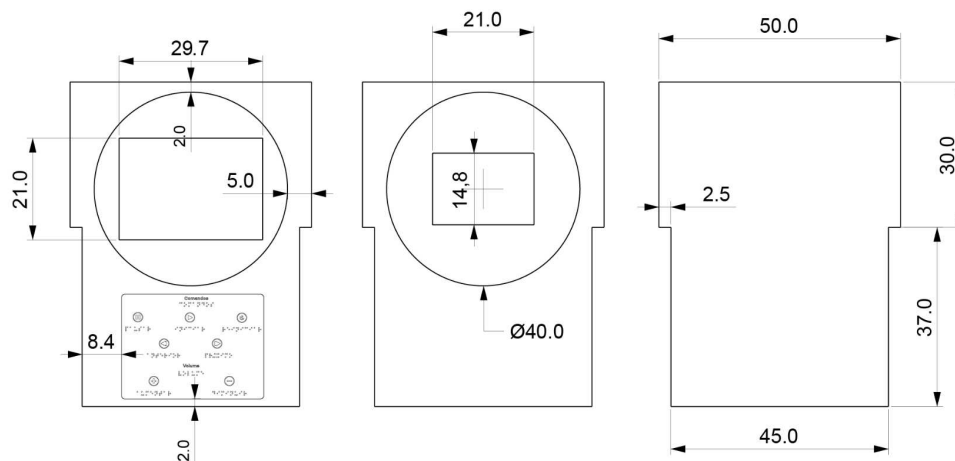


Fonte: autor(2026)

Ficha resumida técnica do dispositivo:

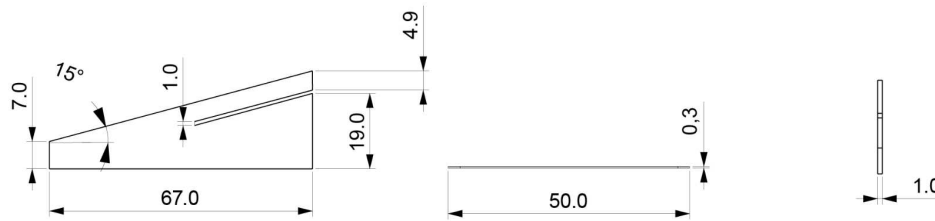
- Material: MDF de 3 mm e Compensado de madeira de 10 mm, processados através de corte e gravação a laser.
- Elementos Táteis (Braille): Utilização de esferas de 2 mm de diâmetro para a composição das legendas em Braille.
 - *Nota:* Conforme demonstrado no protótipo (Figura 30), optou-se pela utilização de esferas de aço.
- Medidas totais: 67 cm de comprimento, 50 cm de largura e 26 cm de altura máxima.
- Ergonomia: A estrutura da base foi projetada com uma inclinação de 15° para facilitar o acesso e leitura tátil.
- Cuidados e Manutenção: O objeto deve ser mantido em locais secos e arejados, devendo ser armazenado longe de umidade excessiva para garantir a integridade do MDF.

Figura 42 - Desenho técnico das bases em MDF vista superior, medidas em cm.



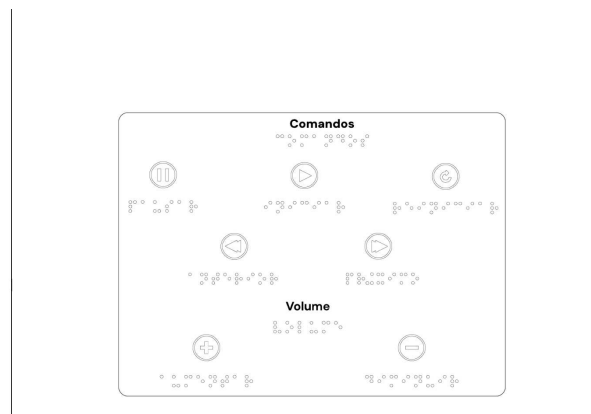
Fonte: autor(2026)

Figura 43 - Desenho técnico das dos apoios vistas lateral e frontal, medidas em cm.



fonte: autor(2026)

Figura 44 - vista superior da legenda em braile



fonte: autor(2026)

Ressalta-se que, visando à melhor execução do projeto final, determinadas melhorias construtivas e de acabamento poderão ser implementadas posteriormente, especialmente aquelas relacionadas a processos produtivos, materiais definitivos e ajustes finos decorrentes de uma eventual fabricação em escala real. Ainda assim, o resultado apresentado atende aos objetivos propostos nesta pesquisa, configurando um mobiliário funcional, acessível e coerente com os princípios do design inclusivo e da tecnologia assistiva.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como ponto de partida a necessidade de promover acessibilidade efetiva e experiências mais autônomas para pessoas com deficiência visual em exposições de arte, compreendendo a fruição cultural como um direito

que deve ser assegurado por meio de soluções projetuais conscientes, sensíveis e tecnicamente fundamentadas. Ao longo do desenvolvimento do projeto, essa intenção inicial foi aprofundada e materializada na concepção, desenvolvimento e validação de um mobiliário-suporte voltado à mediação tátil em contextos expositivos.

A pesquisa avançou a partir de uma base teórica sólida, construída em torno do design inclusivo, da acessibilidade, da ergonomia e da tecnologia assistiva, permitindo compreender o mobiliário não apenas como suporte físico, mas como elemento ativo de interação, mediação sensorial e construção de autonomia. A incorporação de referenciais normativos, como a NBR 9050:2004, e teóricos, como Lida, Gomes Filho, Pazmino e Bersch, foi fundamental para orientar decisões projetuais coerentes com parâmetros ergonômicos, funcionais e perceptivos.

Na segunda fase do trabalho, o foco deslocou-se para o desenvolvimento do projeto propriamente dito. A metodologia adotada, inspirada no percurso projetual de Bruno Munari, possibilitou organizar de forma clara as etapas de geração de ideias, modelagem tridimensional, prototipagem e testes. A modelagem 3D no software Rhinoceros contribuiu para o refinamento formal, estrutural e ergonômico do artefato, permitindo ajustes de inclinação, encaixes, proporções e organização espacial antes da materialização física.

A etapa de prototipagem, inicialmente realizada em papel paraná por meio de corte a laser, revelou-se essencial para a verificação estrutural, funcional e perceptiva do mobiliário. Os testes realizados, com destaque para a análise de tarefas baseada em Pazmino, possibilitaram observar a interação dos usuários com o artefato e identificar demandas relacionadas à estabilidade, conforto, leitura tátil e posicionamento dos comandos e das legendas em braile. A articulação entre esses resultados empíricos, os parâmetros da NBR 9050:2004 e o referencial ergonômico discutido no capítulo teórico fortaleceu a coerência interna do projeto e orientou os ajustes necessários.

Como consequência desse processo, foram realizados refinamentos projetuais relevantes, como a adoção de MDF com maior espessura nas partes estruturais do mobiliário e a definição do uso de esferas de aço de 2 mm para a

composição das legendas em braile. Tais decisões evidenciam a importância da experimentação prática como instrumento de validação e amadurecimento do projeto, indo além da verificação funcional e contribuindo para a consolidação de uma solução mais segura, eficiente e adequada ao contexto de uso.

O resultado final apresentado sintetiza esse percurso, configurando um mobiliário acessível que reconhece o tato como meio legítimo de fruição estética e propõe uma experiência mediada que integra corpo, objeto e tecnologia. Ainda que algumas melhorias construtivas e de acabamento possam ser implementadas em etapas posteriores à entrega deste trabalho, o projeto atende aos objetivos propostos e demonstra a viabilidade de soluções acessíveis no campo das exposições de arte.

Conclui-se, portanto, que o design de mobiliário-suporte acessível, quando orientado por princípios de inclusão, rigor metodológico e compromisso social, pode contribuir de forma significativa para a democratização do acesso à cultura. Mais do que um objeto, o artefato desenvolvido reafirma o papel do design como ferramenta crítica e transformadora, capaz de ampliar experiências, promover autonomia e fortalecer o direito à participação cultural de pessoas com deficiência visual.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9050:2004 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ARANHA, Maria Salete Fábio . Trabalho e emprego: instrumento de construção da identidade pessoal. Brasília: MEC/SEESP, 1995.
- ARANHA, Maria Salete Fábio. Educação especial: o desafio da inclusão. São Paulo: Moderna, 2003.
- BERSCH, Rita. Tecnologia assistiva: favorecendo o desenvolvimento e a aprendizagem em contextos inclusivos. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- BERSCH, Rita. Recursos de Tecnologia Assistiva. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- BERSCH, Rita. Tecnologia Assistiva: práticas e conceitos. Porto Alegre: UFRGS, 2017.
- BONSIPE, Gui. Design, cultura e sociedade. São Paulo: Blucher, 2011.
- BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, e nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm. Acesso em: 28 abr. 2025.
- BRASIL. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm. Acesso em: 04 mai. 2025.
- BRASIL. Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009. Institui o Estatuto de Museus. Disponível em:
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11904.htm. Acesso em: 03 mai. 2025.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da

Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 03 mai. 2025.

CAT – Centro de Referência em Tecnologia Assistiva. Tecnologia Assistiva. Brasília: MEC/SEESP, 2009.

CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. The principles of universal design. North Carolina State University, 1997. Disponível em: https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm. Acesso em: 03 mai. 2025.

DORNELLES, Beatriz. Museus, deficiência e acessibilidade cultural. Porto Alegre: Medianiz, 2013.

FERNANDES, Aline Torres. Ações educativas em museus: acessibilidade e inclusão de pessoas com deficiência visual. 2010. Dissertação (Mestrado em Museologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

FILHO, João Gomes. Ergonomia do Objeto: Sistema técnico de leitura ergonômica. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2010.

FRASCARA, Jorge. Diseño gráfico para la gente. Buenos Aires: Infinito, 2004.

IBGE. Censo Demográfico 2022: panorama das pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 mai. 2025.

IBRAM. Relatório de Acessibilidade em Museus Brasileiros. Brasília: Instituto Brasileiro de Museus, 2021.

ICOM. Definição de museus aprovada em 2022. Paris: Conselho Internacional de Museus, 2022. Disponível em: <https://icom.museum/en/news/icom-new-definition-of-museum/>. Acesso em: 12 mai. 2025.

liDA, Itiro. Ergonomia: projeto e produção. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Blucher, 2021.

MANZINI, Ezio. Design, quando todos fazem design: uma introdução ao design para a inovação social. São Paulo: Blucher, 2015.

MUNARI, Bruno. Das coisas nascem coisas. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

MUSEU OSCAR NIEMEYER. Programa MON para Todos. Disponível em: <https://www.museuoscarniemeyer.org.br/educativo/programas/monparatodos>.

Acesso em: 05 jul. 2025.

ONU. Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Nova Iorque: Organização das Nações Unidas, 2006. Ratificada no Brasil pelo Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009.

OLIVEIRA, Georgia Tath Lima de. Acessibilização de fotografias por meio de audiodescrição, obras táteis e rastreamento de toque: um estudo sobre a exposição “Na ponta dos dedos”. 2021. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2021.

PAZMINO, Ana Verônica. Como se cria: 40 métodos de design de produto. São Paulo: Blucher, 2015.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: construindo uma sociedade para todos. 4. ed. Rio de Janeiro: WVA, 2005.

SEOANE, Alexandra Frazão; ARAÚJO, Ana Paula Gomes; VIEIRA, Glauco Almeida de Oliveira. Designing a method to accessibilize visual arts for the visually impaired. In: CHI EA '21: Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Yokohama: ACM, 2021.

SILVA, Ana Carolina Prado; RIBEIRO, Guilherme Torres Costa. Design específico e inclusão sensorial. In: Anais do 13º P&D Design – Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo: Blucher, 2019.

SISEM-SP. Deficiência e acessibilidade em museus: Sonhar o mundo. São Paulo: ACAM Portinari; Sistema Estadual de Museus de São Paulo, 2023.

SCIENCE DISCOVERY – UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. Build a Better Book. Disponível em:

<https://www.colorado.edu/sciencediscovery/programs/build-better-book>. Acesso em: 05 jul. 2025.

STUDIO TACTILE. Galerie Tactile du Louvre. Disponível em:

<https://tactilestudio.co/achievements/galerie-tactile-du-louvre/>. Acesso em: 05 jul. 2025.

VIGOTSKY, Lev Semionovich. Fundamentos de defectologia: obras escolhidas. São Paulo: Ática, 1997.

VON DER WEID, Talita Trizoli. Acessibilidade estética: o corpo sensível e a experiência museológica. Revista Museu, Rio de Janeiro, 2022.

ZACCAI, Gianfranco. Designing customer-centered organizations. Design Management Review, v. 16, n. 2, p. 32–37, 2005.

