

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb)
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU)



Dissertação

Uma interface tangível para promover a interpretação de um Patrimônio Cultural: um estudo com o Museu do Doce, Pelotas/RS

Karine Chalmes Braga

Pelotas, 2024

Karine Chalmes Braga

Uma interface tangível para promover a interpretação de um Patrimônio Cultural: um estudo com o Museu do Doce, Pelotas/RS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriane Borda Almeida da Silva

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

B813i Braga, Karine Chalmes

Uma interface tangível para promover a interpretação de um patrimônio cultural [recurso eletrônico] : um estudo com o Museu do Doce, Pelotas/RS / Karine Chalmes Braga ; Adriane Borda Almeida da Silva, orientadora. — Pelotas, 2024.

161 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Interpretação do patrimônio. 2. Mesa tangível. 3. Modelos táteis. 4. Pessoa com deficiência visual. 5. Acessibilidade em museus. I. Silva, Adriane Borda Almeida da, orient. II. Título.

CDD 720

Karine Chalmes Braga

Uma interface tangível para promover a interpretação de um Patrimônio Cultural: um estudo com o Museu do Doce, Pelotas/RS

Dissertação aprovada, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 19 de dezembro de 2024.

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Adriane Borda Almeida da Silva (Orientadora)

Doutora em Didáctica de Las Ciências Experimentales pela Universidad de Zaragoza, UNIZAR, Espanha (Doutora em Educação /UFRGS).

Prof. Dr.^a Janice de Freitas Pires (UFPel)

Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil.

Prof. Dr.^a Annelise Costa Montone (UFPel)

Doutora em Memória Social e Patrimônio Cultural pela Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Brasil.

Prof.^a Dr.^a Eduardo Cardoso (UFRGS)

Doutor em Design pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa – Código de Financiamento 001.

Ao Ministério da Ciência e Inovação e Universidade da Espanha (MCIU), pela Agência Nacional de Pesquisa (AEI) e pela União Europeia (FEDER) através do contrato PID2022-136779OB-C31, bem como pelo Governo Aragonês (AffectiveLab, Grupo T60_23R), pelo financiamento parcial do projeto.

Ao Museu do Doce, pela disponibilização do espaço, bem como pela viabilização da mesa tangível, executada junto ao trabalho de doutorado do Prof. Dr. Vinicius Costa.

À Escola Louis Braille, pela valiosa parceria.

À minha orientadora, Prof. Dr. Adriane Borda, pela confiança, parceria e contribuições fundamentais para a materialização deste trabalho.

Ao Grupo de Estudos de Ensino/Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital (GEGRADI), com especial agradecimento aos membros, e sobretudo amigos, Cláudia Freitas, Aline Ferreira, Cristiane Nunes, Rafael Eslabão, Samanta Quevedo e Edemar Xavier Junior, que foram meus principais parceiros ao longo dessa trajetória.

À minha família e ao meu companheiro, pelo apoio incondicional e pela paciência nos meus momentos de ausência.

Resumo

BRAGA, Karine Chalmes. **Uma interface tangível para promover a interpretação de um patrimônio cultural:** um estudo com o Museu do Doce, Pelotas/RS. Orientadora: Adriane Borda Almeida da Silva. 2024. 161 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

Na sociedade contemporânea, os museus enfrentam o desafio de promover acessibilidade e inclusão cultural, especialmente para pessoas com deficiência visual, historicamente excluídas desses espaços. Esta pesquisa reconhece as potencialidades das interfaces tangíveis, que possibilitam interações naturais por meio da manipulação de objetos físicos associados a representações digitais, e investiga sua aplicação no contexto do Museu do Doce, em Pelotas/RS, um museu universitário comprometido com a acessibilidade. O objetivo central é compreender como uma interface tangível pode atuar como ferramenta para a interpretação de espaços arquitetônicos, explorando estratégias para a requalificação de recursos de tecnologia assistiva. A pesquisa fundamenta-se em conceitos de Interpretação do Patrimônio, Ludicidade e Design de Interação, além de utilizar tecnologias digitais, como nuvem de pontos, corte a laser e impressão 3D, para o desenvolvimento de recursos táteis acessíveis a todos. O estudo aborda a problematização de um mapa tátil da planta baixa do casarão-sede do Museu e sua adaptação para uma aplicação interativa na mesa tangível, com o objetivo de atender a públicos diversos e promover a acessibilidade universal. Por meio de experimentos colaborativos realizados com pessoas com deficiência visual e outros visitantes, foram analisados os limites e as potencialidades dessa interface em um ambiente informal de educação, neste caso, o museu. Os resultados incluem contribuições práticas para o aprimoramento da interface tangível, reflexões teóricas sobre acessibilidade e o desenvolvimento de aplicativos voltados ao apoio de ações de educação patrimonial. A pesquisa evidencia a importância de tecnologias multissensoriais na promoção da inclusão e na valorização do patrimônio cultural.

Palavras-chave: interpretação do patrimônio; mesa tangível; modelos táteis; pessoa com deficiência visual; acessibilidade em museus.

Abstract

BRAGA, Karine Chalmes. **A Tangible Interface to Promote the Interpretation of Cultural Heritage**: A Study with the “Museu do Doce”, Pelotas/RS. Advisor: Adriane Borda Almeida da Silva. 2024. 161 f. Dissertation (Masters in Architecture and Urbanism) - Graduate Program in Architecture and Urbanism, Federal University of Pelotas, 2024.

In contemporary society, museums face the challenge of promoting accessibility and cultural inclusion, especially for visually impaired people, who have historically been excluded from these spaces. This research recognizes the potential of tangible interfaces, which enable natural interactions through the manipulation of physical objects associated with digital representations and investigates their application in the context of the Museu do Doce in Pelotas/RS, a university museum committed to accessibility. The central objective is to understand how a tangible interface can function as a tool for interpreting architectural spaces, exploring strategies to requalify assistive technology resources. The research is grounded in concepts of Heritage Interpretation, Playfulness, and Interaction Design, and incorporates digital technologies such as point clouds, laser cutting, and 3D printing to develop tactile resources accessible to all. The study addresses the problematization of a tactile map of the floor plan of the museum's main building and its adaptation into an interactive application on the tangible table, aiming to serve diverse audiences and promote universal accessibility. Through collaborative experiments conducted with visually impaired people and other visitors, the study analyzed the limitations and potentialities of this interface in an informal educational environment, in this case, the museum. The results include practical contributions to the improvement of the tangible interface, theoretical reflections on accessibility, and the development of applications aimed at supporting heritage education initiatives. The research highlights the importance of multisensory technologies in promoting inclusion and valuing cultural heritage

Keywords: interpreting heritage; tangible tabletop; tactile model; visually impaired individuals; accessibility in museums.

Lista de figuras

Figura 1 - (a) Imagem aérea com a localização do Museu do Doce e do conjunto arquitetônico no entorno da Praça Coronel Pedro Osório; (b) Fachada do Museu do Doce; (c) Fachada do Conjunto arquitetônico tombado pelo IPHAN, incluindo as casas nº 8, 6 e 2	21
Figura 2 – <i>Storyboard</i> da aplicação utilizando como exemplo o modelo tátil da claraboia do casarão que abriga o Museu do Doce	23
Figura 3 – Gêneros de aplicações em TUIs: (a) Superfície Interativa; (b) Token e Restrição; (c) Montagem construtiva	34
Figura 4 – Composição de uma mesa tangível	37
Figura 5 – Instalação “ <i>Reefs on the Edge</i> ”: (a) Objetos físicos (tokens) representando os corais; (b) Mesa tangível com os tokens e projeções de vídeos no ambiente	38
Figura 6 – (a) Expositor interativo implementado no MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal; (b) Interação com uma das quatro amostras geológicas do acervo	39
Figura 7 - Instalação “ <i>TouchTomb</i> ”: (a) em uso; (b) vista geral; (c) detalhe.....	39
Figura 8 – (a) TUI projetada para a experiência de pessoas cegas; (b) Vitrine holográfica com TUIs	40
Figura 9 – Representações em escala reduzida de espaços culturais em São Paulo, Brasil: (a) Maquete do Sesc Pompéia; e (b) Mapa tátil do Memorial da América Latina	51
Figura 10 - Representação das camadas de informação para a descrição das figuras do forro de estuque da sala de música	55
Figura 11 – Esquema simplificado do processo FDM	60
Figura 12 – Esquema do princípio fundamental do corte a laser.	62
Figura 13 – Modelo tátil da sala de jantar do Palácio Poznanski sendo explorado por visitantes cegos	66
Figura 14 – (a) Modelo 3D interativo da Piazza dei Miracoli com a indicação dos botões para o acionamento de informações de áudio; (b) Detalhe dos botões	67
Figura 15 – (a) Modelo de jarro com descrições integradas em Braille; (b) Detalhe das escalas das inscrições nas linhas seguintes (começando do topo): 100%, 110%, 120% e 130%.	67
Figura 16 - (a) Cortadora a laser Boye Laser; (b) Impressora 3D Sethi3D S4X.....	77
Figura 17 – Interface do Editor Eduba.....	78

Figura 18 - Planta baixa do pavimento térreo do Museu, indicando o acesso principal, o trajeto da visita e a localização da exposição com a disposição dos recurso de tecnologia assistiva	80
Figura 19 – Aplicação do “jogo de encaixes” na mesa tangível	86
Figura 20 – Nuvem de pontos preexistente do Casarão 8 obtida por escaneamento a laser 3D.....	87
Figura 21 - Etapas do processo de tratamento da nuvem de pontos do ambiente do hall: (a) importação dos dados brutos no Cloud Compare; (b) isolamento da área do hall, eliminando "ruídos"; (c) geração de malhas triangulares a partir da nuvem de pontos; e (d) modelo otimizado das malhas triangulares	88
Figura 22 - Etapas de modelagem do ambiente do hall: (a, b) importação da malhas do teto e do ambiente no todo no Blender; (c) modelo simplificado do corpo do ambiente; (d) modelo digital final, com a união da malha do teto e do modelo do corpo; (e) processo de impressão; e (f) modelo final	89
Figura 23 – (a) Mapa tátil; (b) Encaixe da volumetria no mapa tátil, acompanhada da referência de escala humana	90
Figura 24 – (a) Placa de legenda em braile e texto ampliado; (b) Interface do <i>Text2Braille3D</i>	91
Figura 25 – (a) Interface da aplicação no Eduba de Editor; (b) recurso na mesa tangível	92
Figura 26 – Registro da roda de conversa organizada pela Associação.....	93
Figura 27 - Registros da ação “Patrimônio vai à Escola”.	94
Figura 28 – Recursos disponíveis para interação durante a exposição: (a) Mesa tangível com aplicação do “jogo de encaixes”; (b) Mapa tátil com legenda em braile; (c) Mapa tátil portátil; (d) Modelos táteis referente aos forros de estuque, detalhes decorativos do casarão e jogos de quebra-cabeça com padrões do tapete de ladrilhos; (e) Modelos táteis com detalhes das fachadas; e (f) Livro multiformato.....	96
Figura 29 – Imagens das máscaras em estuque localizadas nos tetos de quatro ambientes do casarão, respectivamente: salas de visitas, quarto do casal, quarto das filhas e quarto do filho.	97
Figura 30 – (a) padrões geométricos; (b) análise do traçado compositivo da escaiola; (c) modelo tátil da escaiola.....	98
Figura 31 – Registro de momentos de interação dos visitantes com mesa tangível	103

Lista de tabelas

Tabela 1 – Distribuição das respostas dos pesquisados quanto ao grau de curiosidade despertado e à recomendação de visita à exposição, na escala de 1 a 5	109
Tabela 2 - Distribuição das respostas dos pesquisados quanto ao grau de dificuldade, motivação e criatividade da interação; duração e relevância do conteúdo, na escala de 1 a 5	111

Lista de quadros

Quadro 1 - Segmentação da apresentação-interpretação patrimonial.	28
Quadro 2 - Classificação da deficiência visual (categorias de 0 a 5 e 9) segundo a CID-10, com base na acuidade visual. A coluna “menor que” indica valores abaixo do limite estabelecido para cada categoria, enquanto “igual ou maior que” representa os limites mínimos. As medições seguem diferentes escalas, como frações, decimal e Snellen. O asterisco (*) indica teste de acuidade por contagem de dedos a 1 metro.	42
Quadro 3 - Diretrizes para o desenvolvimento de recursos táteis e sonoros para pessoas com deficiência visual em museus.....	55
Quadro 4 - Sistema de codificação de "conversas de aprendizagem" de Allen (2002).	82
Quadro 5 – Descrição das ações dos visitantes durante o uso da aplicação na mesa tangível.....	100
Quadro 6 – Respostas obtidas sobre os temas de maior interesse	110

Lista de gráficos

Gráfico 1 – Distribuição dos pesquisados quanto ao gênero	105
Gráfico 2 – Distribuição pesquisados quanto à faixa etária.....	105
Gráfico 3 – Distribuição dos pesquisados quanto ao nível de escolaridade.....	105
Gráfico 4 – Distribuição dos pesquisados em relação ao nível de “apresentação- interpretação” alinhado à escolaridade equivalente.	106
Gráfico 5 – Distribuição dos pesquisados quanto a condição de pessoa com deficiência	107
Gráfico 6 – Distribuição dos pesquisados quanto ao uso de recursos de acessibilidade	107
Gráfico 7 - Distribuição dos pesquisados que convivem ou não com uma pessoa com deficiência	107
Gráfico 8 - Distribuição dos recursos acessados pelos pesquisados.....	108
Gráfico 9 - Categorias/subcategorias de conversas de aprendizagens identificadas entre os comentários em escritos dos pesquisados.....	112

Lista de abreviaturas e siglas

3D	Tridimensional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
AD	Audiodescrição
Art.	Artigo
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
CID	Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
CNC	Computer Numeric Control
CO2	Dióxido de Carbono
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
FAUrb	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
FDM	Modelagem por Fusão e Deposição
FORPROEX	Fórum de Pró-Reitores das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras
GEGRADI	Grupo de Estudos para o ensino/aprendizagem de Representação Gráfica e Digital
GETIP	Gestão Turística da Interpretação Patrimonial
GUI	Interfaces Gráficas de Usuário
HCI	Interação Humano-Computador
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICOM	Conselho Internacional de Museus
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico e Nacional
ISO	Organização Internacional de Normalização
LBI	Lei Brasileira de Inclusão
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
MAGI	Método Adição Gradual da Informação
MDF	Medium-density Fiberboard

NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
OMS	Organização Mundial da Saúde
PC	Policarbonato
PCD	Pessoa com Deficiência Visual
PETG	Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol
PLA	Ácido Polilático
PNExt	Política Nacional de Extensão Universitária
RCE	Requisitos Curriculares de Extensão
SLT	SteroLithografy
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação
TPC	Policarbonato Termoplástico
TPE	Elastômero Termoplástico
TUI	Interface de Usuário Tangível
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Sumário

1	Introdução	16
1.1	Contextualização.....	16
1.2	Delimitação do cenário da pesquisa.....	20
1.3	Problema de pesquisa.....	23
1.4	Objetivo geral	23
1.5	Objetivos específicos	23
1.6	Estrutura da pesquisa	24
2	Referencial teórico e tecnológico.....	25
2.1	Interpretação do Patrimônio	25
2.1.1	Conceito, objetivos e diretrizes.....	26
2.1.2	Níveis, meios e técnicas de interpretação	28
2.2	Ludicidade	30
2.3	Interfaces Tangível de Usuário (TUI)	32
2.3.1	Mesa tangível	36
2.3.2	Estudos relacionados	37
2.4	Deficiência visual.....	41
2.5	Tecnologia Assistiva, Desenho Universal e Acessibilidade.....	43
2.6	Comunicação acessível em espaços culturais	46
2.6.1	Sistema Braille.....	47
2.6.2	Audiodescrição	48
2.6.3	Recursos táteis.....	50
2.6.4	Diretrizes e métodos: recursos táteis e sonoros.....	52
2.7	Tecnologias de fabricação digital	57
2.7.1	Modelagem por fusão e deposição – FDM (Impressão 3D)	59
2.7.2	Corte a Laser.....	62

2.7.3	Estudos Relacionados.....	64
3	Metodologia.....	69
3.1	Caminhos da pesquisa.....	69
3.1.1	Atendimento às questões de ética envolvidas na pesquisa	72
3.1.2	Revisão teórica e tecnológica.....	72
3.1.3	Reconhecimento do entorno.....	72
3.1.4	Estratégia de construção de uma interface tangível.....	74
3.1.5	Caracterização das tecnologias empregadas para o desenvolvimento da interface tangível	76
3.2	Estruturação de um ambiente de experimentação e avaliação da interface tangível.....	79
3.2.1	Estratégia para analisar a interface tangível como ferramenta de interpretação	81
4	Resultados e discussões.....	85
4.1	Caracterização da aplicação da interface tangível.....	85
4.1.1	Descrição das etapas de desenvolvimento da aplicação	87
4.1.1	Descrição da dinâmica de problematização e aprimoramento dos tokens da aplicação.....	92
4.2	Avaliação da interface tangível.....	95
4.2.1	Relato da observação.....	98
4.2.2	Avaliação da exposição.....	104
4.3	Produções decorrentes da pesquisa.....	115
5	Considerações finais	117
5.1	Sugestões para trabalhos futuros.....	118
	Referências	120
	Apêndices.....	134
	Apêndice A – Parecer técnico do comitê de ética	135

Apêndice B – Sistematização das produções científicas, tecnologias empregadas e produtos gerados	141
Apêndice C – Roteiro de Observação	142
Apêndice D – Questionário Eletrônico	143
Apêndice E – Respostas do Questionário Eletrônico	152

1 Introdução

O trabalho desenvolvido nesta dissertação dá continuidade às atividades de pesquisa realizadas pela autora durante sua graduação em Arquitetura e Urbanismo, como integrante do Grupo de Estudos para o ensino/aprendizagem de Representação Gráfica e Digital – GEGRADI/FAUrb/UFPel. O tema e o objeto de estudo abordados fazem parte de sua trajetória como pesquisadora, incluindo sua atuação como bolsista e colaboradora nos projetos “Maquetes UFPel” (2016), “O Museu do Conhecimento para Todos” (2015-2016), desenvolvido no âmbito do Programa de Extensão do Ministério da Educação (PROEXT/UFPel), MODELA Pelotas (2015 - atual) e “Oficinas de Ensino/Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital” (2017-2021), todos eles registrados junto à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFPel.

Esses projetos envolveram o uso de técnicas de fabricação digital, como corte a laser e impressão 3D, para o desenvolvimento de maquetes e mapas táteis. Com exceção do primeiro projeto, os estudos focaram na representação de um patrimônio cultural que atualmente abriga o Museu do Doce, vinculado à UFPel, o qual foi adotado como objeto de estudo nesta dissertação. Os modelos foram desenvolvidos com o objetivo de apoiar, principalmente, pessoas com deficiência visual na interpretação da arquitetura da edificação que abriga a instituição. Com a incorporação de uma nova tecnologia no espaço do Museu, caracterizada como uma interface tangível, buscou-se avançar nesta pesquisa investigando o potencial e as limitações dessa ferramenta para apoiar a interpretação do patrimônio, além de contribuir para a requalificação e para o aprimoramento das estratégias de apresentação dos recursos de tecnologia assistiva preexistentes.

1.1 Contextualização

O patrimônio cultural é formado por bens materiais e imateriais que expressam a identidade e os saberes de diferentes sociedades. O patrimônio material abrange monumentos, conjuntos de construções e locais de interesse de valor universal excepcional, considerados relevantes do ponto de vista histórico, artístico, científico, estético, etnológico ou antropológico (UNESCO, 1972). Quanto ao patrimônio imaterial, este compreende práticas, representações, expressões, conhecimentos e técnicas reconhecidos por comunidades e grupos como parte de sua identidade,

sendo transmitido entre gerações e constantemente recriado a partir de sua relação com o meio e a história, promovendo o respeito à diversidade cultural e à criatividade humana (UNESCO, 2003). Nesse contexto, os museus desempenham um papel essencial na preservação e interpretação desses bens.

Na sociedade contemporânea, a missão do museu não se limita à função de guardião do patrimônio, ela transcende assumindo também o papel de agente de transformação social. Nesse contexto, disponibilizar meios e recursos que proporcionem a acessibilidade - para além da superação das barreiras físicas - constitui um desafio fundamental para essas instituições. Em 24 agosto de 2022, durante a Conferência Geral do Conselho Internacional de Museus (ICOM) em Praga, foi consensuada uma definição de Museu:

Um museu é uma instituição permanente, sem fins lucrativos e ao serviço da sociedade que pesquisa, coleciona, conserva, interpreta e expõe o patrimônio material e imaterial. Abertos ao público, acessíveis e inclusivos, os museus fomentam a diversidade e a sustentabilidade. Com a participação das comunidades, os museus funcionam e comunicam de forma ética e profissional, proporcionando experiências diversas para educação, fruição, reflexão e partilha de conhecimentos (ICOM, 2022).

A partir dessa definição, destacam-se três aspectos centrais sobre o papel dos museus: (1) como espaços de interpretação; (2) como espaços acessíveis e inclusivos; e (3) como espaços de interação entre patrimônio e sociedade.

Apoiando-se na definição de Tilden (1957), a interpretação é entendida como uma atividade educativa, que visa revelar os significados e as relações atribuídas originalmente a um patrimônio sobre uma perspectiva ampliada. A interpretação, por meio de diferentes abordagens, busca estabelecer uma conexão afetiva entre o público e o patrimônio, estruturando-se em três momentos consecutivos: compreensão, apreciação e proteção. Paralelamente, as estratégias e os recursos utilizados em uma atividade de interpretação devem levar em consideração o objeto a ser interpretado, o contexto no qual este está inserido e o público para o qual se destina a interpretação (Miranda, 2002; Caponero e Leite, 2020).

No contexto museológico, a interpretação deve considerar as barreiras sensoriais e comunicacionais que podem excluir determinados públicos. Essa questão é especialmente relevante para pessoas com deficiência visual, historicamente excluídas dos museus pela suposição de que, sem a visão, não teriam interesse em frequentá-los (Pereira, 2019). Essa exclusão é reforçada, como observa Sarraf (2008),

pela predominância do sentido visual, ainda sendo o mais explorado nas exposições museológicas, o que gera obstáculos à interação entre museus e seus visitantes. Essa realidade se reflete nos dados globais e nacionais sobre deficiência visual.

O Relatório Mundial sobre a Visão, emitido pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021), indica que pelo menos 2,2 mil milhões de pessoas possuem alguma deficiência visual. No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), cerca de 18,6 milhões de pessoas, com dois anos de idade ou mais, possuem algum tipo de deficiência, em porcentagem isto representa 8,9% da população do país. Entre os tipos de deficiência (mental, motora, auditiva, visual e múltipla), a visual é a segunda mais frequente entre os brasileiros.

A Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, Lei Brasileira de Inclusão (LBI), busca assegurar e promover condições de igualdade para o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais das pessoas com deficiência, visando a inclusão social e cidadania (Brasil, 2015). Conforme o Art. 42 desta mesma Lei, as pessoas com deficiência têm direito ao acesso à cultura, o que inclui a fruição de bens culturais, monumentos e espaços culturais.

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico e Nacional (IPHAN), através da instrução normativa nº 1, de 25 de novembro de 2003, em consonância com a LBI e outras legislações federais, institui diretrizes, critérios e recomendações para assegurar condições adequadas de acessibilidade aos bens culturais imóveis, objetivando igualdade nas oportunidades de fruição por toda a sociedade, especialmente por pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Dentro dessa perspectiva, o museu como espaço fundamental, principalmente por promover uma postura interpretativa frente ao seu acervo, capaz de estimular a discussão e a valorização do patrimônio cultural, necessita reforçar o seu compromisso com a acessibilidade e a inclusão, trabalhando com estratégias que possam proporcionar experiências envolventes e igualitárias aos visitantes.

À vista disso, Sarraf (2019) considera que os museus e espaços culturais passaram a criar projetos participativos com base na necessidade de gerar vínculos com públicos diversos para que atribuam sentido ao patrimônio abordado, promovendo assim o desenvolvimento cultural e pessoal. A autora relata também que a atuação de pessoas com deficiência em projetos como esses resulta na mudança

de linguagens e nos modelos tradicionais de produção cultural, possibilitando o conhecimento e o diálogo das necessidades e anseios desses indivíduos por meio do protagonismo e da criação de novas propostas.

Este tipo de abordagem pode ser identificado na literatura, através de estudos que exploram métodos de projetos participativos para o desenvolvimento de recursos de acessibilidade comunicacional em museus e sítios patrimoniais (Vaz *et al.* 2016; Pietrzykowska, 2015; Leporini *et al.*, 2020). Além disso, esses estudos propõem discussões sobre a acessibilidade nesses espaços, a partir de dinâmicas que envolvem públicos diversos ou focais, profissionais e pesquisadores.

Outra estratégia a ser destacada é a utilização de recursos multissensoriais. Segundo Neves (2010), paulatinamente, os museus vêm trabalhando com soluções multissensoriais para possibilitar uma maior interação com o público, a partir de novas oportunidades de percepção e compreensão sobre o acervo museológico. Conforme a mesma autora, essas ações iniciaram como serviços educativos dos museus, para públicos específicos, e estão presentes em exposições, para que qualquer visitante possa interagir de maneira ativa, apropriando-se do espaço oferecido.

Relacionadas a isso estão as novas tecnologias digitais, destacando-se as Interfaces Tangíveis de Usuário (*Tangible User Interfaces* - TUIs). Essas interfaces combinam interação física com *feedback* digital, permitindo aos usuários aprenderem de forma natural por meio da integração dos sentidos do tato, visão e audição (Zuckerman *et al.*, 2005; Shaer; Hornecker, 2009). As TUIs têm sido exploradas no desenvolvimento de conteúdos interativos para comunicar, de forma lúdica e acessível, diferentes temas abordados em museus (Vaz *et al.*, 2016; Nofal *et al.*, 2020; Pietroni *et al.*, 2021).

Paralelamente, isso contribui para o enriquecimento da experiência de mundo de pessoas com deficiência, que demandam estímulos multissensoriais (Cohen; Duarte; Brasileiro, 2010). No caso de pessoas cegas, o tato, a audição e a cinestesia - responsável pela orientação espacial, movimento e equilíbrio - são considerados os sentidos primordiais para a percepção do espaço. Em conjunto com as experiências mentais previamente adquiridas, esses sentidos auxiliam na construção do conhecimento sobre a realidade (Nunes; Lomônaco, 2008).

Diante desse panorama, nesta pesquisa busca-se reconhecer as potencialidades das interfaces tangíveis e investigar sua aplicação em espaços museais como ferramentas para apoiar a interpretação do patrimônio cultural e promover uma comunicação mais inclusiva. Considerando os desafios da acessibilidade e a necessidade de estratégias que ampliem a participação de públicos diversos, a pesquisa se concentra na análise de um contexto museológico específico, detalhado na próxima seção.

1.2 Delimitação do cenário da pesquisa

Este estudo desenvolve-se no contexto do Museu do Doce, localizado na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul. Essa instituição configura-se como órgão suplementar do Instituto de Ciências Humanas da UFPel. Sua missão é salvaguardar, pesquisar e comunicar os saberes e fazeres da tradição doceira de Pelotas e região, reconhecida como patrimônio imaterial pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 2018.

O casarão que abriga o Museu é um exemplar da arquitetura eclética do final do século XIX. Construído em 1878, a mando de Francisco Antunes Maciel, advogado, charqueador e político influente na região, que, entre 1883 e 1884, exerceu o cargo de Conselheiro do Império (Leal, 2019). Esse casarão (Figura 1b), juntamente com outros dois prédios situados no mesmo quarteirão (Figura 1c), formam um conjunto arquitetônico, no entorno da Praça Coronel Pedro Osório (Figura 1a), um conjunto inscrito pelo IPHAN no Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico como Patrimônio Cultural desde 1977.

Figura 1 - (a) Imagem aérea com a localização do Museu do Doce e do conjunto arquitetônico no entorno da Praça Coronel Pedro Osório; (b) Fachada do Museu do Doce; (c) Fachada do Conjunto arquitetônico tombado pelo IPHAN, incluindo as casas nº 8, 6 e 2



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Ao longo de sua história, a edificação passou por diversas ocupações, como relatado em Leal (2019). Foi concebido como residência e nesta função perdurou por cerca de 70 anos. Na sequência, serviu como sede de um comando do Exército Brasileiro e, mais tarde, foi alugado pela Prefeitura Municipal de Pelotas, abrigando órgãos administrativos. Em 2006, o casarão foi adquirido pela UFPel e passou por um processo de restauro entre 2011 e 2013, já sob a perspectiva de se tornar a sede do Museu do Doce.

Como museu universitário, a instituição tem se destacado por suas iniciativas voltadas à acessibilidade e inclusão. Entre elas, destaca-se o programa de extensão “O Museu do Conhecimento para Todos: acessibilidade cultural para pessoas com deficiência em museus universitários”, que estruturou exposições com base no Desenho Universal e contou com a parceria de pessoas com deficiência visual na proposição de metodologias e avaliação de resultados (Michelson, 2018).

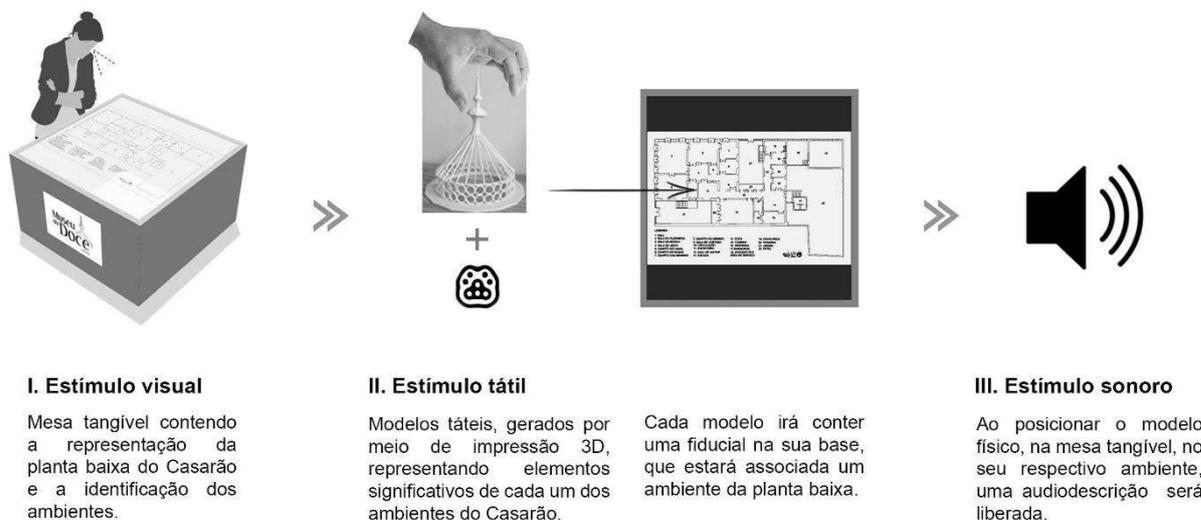
No âmbito desse programa, foi desenvolvida uma coleção de esquemas e maquetes táteis como recursos de tecnologia assistiva para a compreensão da arquitetura deste casarão que abriga o Museu do Doce. Segundo Tavares (2013), a tecnologia assistiva compreende qualquer recurso ou serviço que potencialize as habilidades de pessoas com deficiência, promovendo autonomia, empoderamento e inclusão social.

A criação dos modelos táteis relativos ao Casarão seguiu o Método da Adição Gradual de Informação (MAGI). Este método organiza informações complexas em camadas táteis progressivas, facilitando sua apreensão pelo tato e complementando a experiência com outros recursos de comunicação (Borda, 2017).

Mais recentemente, o Museu do Doce passou a contar com uma mesa tangível, um tipo de TUI, que permite associar objetos físicos a conteúdos digitais. Essa mesa foi desenvolvida como parte de um trabalho de Doutorado em Ciência da Computação, intitulado “Framework DIMETA: Princípios para o Design de Inteiração de Aplicações para Mesas Tangíveis”¹ (Costa, 2023). Com essa tecnologia, a presente autora e colaboradores realizaram um estudo com o objetivo de integrar os modelos táteis a conteúdos digitais, para proporcionar uma experiência multimodal e multiformato. A Figura 2 facilita compreender o estudo referido, apresentando um *storyboard* sobre ideia de funcionamento da mesa tangível, registrada em Braga *et al.* (2021). Entretanto, devido às restrições de convívio social impostas pela pandemia da COVID-19, o estudo não avançou para a etapa de testes com usuários. Esse período, contudo, proporcionou reflexões que possibilitaram o delineamento de experimentos e a exploração de estratégias relacionadas ao uso da mesa tangível, visando a requalificação dos recursos de tecnologia assistiva preexistentes e o avanço na construção de uma narrativa tangível — definida aqui como um discurso interpretativo concebido por meio de recursos táteis para mediar a compreensão do patrimônio abordado nesta pesquisa.

¹ Endereço de acesso da tese: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/xmlui/handle/prefix/9815>

Figura 2 – *Storyboard* da aplicação utilizando como exemplo o modelo tátil da claraboia do casarão que abriga o Museu do Doce



Fonte: Braga *et al.* (2021).

1.3 Problema de pesquisa

Diante das barreiras sensoriais e comunicacionais que impactam a interpretação do patrimônio no contexto museológico, da necessidade de explorar estratégias que fortaleçam os vínculos entre patrimônio e públicos diversos e do potencial inclusivo das interfaces tangíveis, formula-se a seguinte pergunta de pesquisa: Como o uso de interfaces tangíveis pode ampliar a interpretação do patrimônio arquitetônico em um espaço museal e promover uma comunicação inclusiva que contemple públicos diversos?

1.4 Objetivo geral

Compreender como interfaces tangíveis podem contribuir na interpretação e construção de significados do patrimônio arquitetônico para públicos diversos em um espaço de museu.

1.5 Objetivos específicos

- A. Reconhecer as teorias que envolvem a valorização e preservação patrimonial;
- B. Compreender as estratégias de acessibilidade de comunicação para pessoas com deficiência visual em um espaço de museu;
- C. Desenvolver um entorno para experimentar e avaliar interações e construção de significados de um patrimônio através de uma interface tangível.

1.6 Estrutura da pesquisa

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo apresenta a introdução, que inclui a contextualização do tema, a delimitação do cenário da pesquisa no contexto do Museu do Doce e a definição dos objetivos gerais e específicos.

O segundo capítulo aborda o referencial teórico e tecnológico que fundamenta o estudo, oferecendo uma base para a compreensão das questões investigadas.

No terceiro capítulo são descritos os procedimentos metodológicos, destacando as estratégias para o desenvolvimento da aplicação voltada à interface tangível, com base em uma abordagem colaborativa envolvendo pessoas com e sem deficiência visual, além da descrição das tecnologias empregadas. São apresentados, ainda, o planejamento dos experimentos e a avaliação do recurso, com foco em sua aplicação como ferramenta para a interpretação patrimonial.

O quarto capítulo expõe os resultados obtidos e as discussões geradas a partir dos experimentos realizados, evidenciando os avanços e as limitações observadas.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais, sintetizando as principais contribuições do estudo e refletindo sobre suas implicações, além de propor possibilidades de continuidade em futuras pesquisas.

2 Referencial teórico e tecnológico

Este capítulo busca apresentar os fundamentos teóricos e tecnológicos que sustentam a presente pesquisa, organizados em tópicos inter-relacionados. Inicia-se com uma discussão sobre Interpretação do Patrimônio, abordando seus conceitos, objetivos, diretrizes, além dos níveis, meios e técnicas de interpretação. Em seguida, é explorada a Ludicidade e seu papel na criação de experiências interativas e significativas. O capítulo também introduz as Interfaces Tangíveis de Usuário (TUIs), com foco na mesa tangível e estudos relacionados ao seu uso.

Posteriormente, são abordados temas ligados à Deficiência Visual e às abordagens de Tecnologia Assistiva, Desenho Universal e Acessibilidade. A acessibilidade comunicacional no espaço museal é discutida com ênfase em recursos de tecnologia assistiva como braile, audiodescrição, modelos táteis, e diretrizes específicas para a integração de soluções táteis e sonoras. Por fim, são apresentados os fundamentos das tecnologias de fabricação digital, incluindo impressão 3D, corte a laser e estudos relacionados, que sustentam o desenvolvimento do recurso propostos nesta pesquisa.

2.1 Interpretação do Patrimônio

O termo “interpretação”, aplicado ao patrimônio, foi utilizado por Freeman Tilden em sua obra *“Interpreting Our Heritage”*, resultado de anos de trabalho no Serviço Nacional de Parques dos Estados Unidos (*National Park Service*). Para Tilden (1957), a interpretação é uma atividade educacional que tem por objetivo revelar significados e relações por meio de objetos originais, experiências em primeira mão e mídias ilustrativas, ao invés de simplesmente comunicar informações factuais.

Segundo Caponero e Leite (2020), a obra de Tilden (1957) foi o primeiro exemplar a abordar a temática e os conceitos que fundamentam a interpretação do patrimônio. No entanto, a preocupação da época restringia-se à preservação de parques, começando a mudar a partir dos anos 1970. As referidas autoras relataram que a ampliação da prática da interpretação teve início na Inglaterra, envolvendo monumentos, edifícios, sítios históricos, áreas significativas e até cidades, com o objetivo de revitalizar e promover o patrimônio cultural material e suas áreas adjacentes. Como consequência, o patrimônio cultural passou a ser o principal recurso

da indústria turística, e a interpretação patrimonial impulsionou o desenvolvimento de atrativos históricos e culturais para esse setor (Murta e Goodey, 2002; Caponero e Leite, 2020).

No Brasil, a interpretação patrimonial começou no final da década de 1990, fomentada por discussões em estudos científicos que destacavam a necessidade de preservar o patrimônio diante de circunstâncias nocivas. A partir desse momento, o país buscou alinhar-se às práticas já consolidadas na Europa e nos Estados Unidos. (Caponero e Leite, 2020).

2.1.1 Conceito, objetivos e diretrizes

De acordo com Tilden (1957), a interpretação é a revelação de uma verdade maior, subjacente a qualquer declaração factual, que deve se aproveitar da curiosidade para enriquecer o indivíduo. Para Murta e Goodey (2002), interpretar é um ato de comunicação, uma arte capaz de transmitir mensagens e emoções por meio de diferentes abordagens. Contudo, é essencial considerar tanto a ferramenta interpretativa quanto o público-alvo a que se destina a mensagem, compreendendo suas necessidades e características (Miranda, 2002; Caponero e Leite, 2020).

Os princípios básicos do esquema interpretativo proposto por Tilden (1957) foram os seguintes:

1. Qualquer interpretação que não se relacione com o que está sendo exibido ou descrito à personalidade ou experiência do visitante será ineficaz;
2. A informação por si só não é interpretação. Interpretar implica em revelar algo baseado na informação;
3. A interpretação é uma arte que combina várias artes, sejam elas do campo científico, histórico ou arquitetônico;
4. O objetivo principal da interpretação não é instruir, mas sim provocar;
5. A interpretação deve buscar apresentar um todo, ao invés de fragmentos, e dirigir-se ao indivíduo por completo;
6. A interpretação destinada a crianças não deve ser uma adaptação da que foi pensada para os adultos; o ideal é a adoção de programas específicos.

A prática interpretativa fundamentada em Tilden, como descrito por Murta e Goodey (2002, p.18) e Miranda (2002, p. 96), evoluiu ao longo do tempo, apontando

para princípios relevantes a serem considerados, em particular para o contexto deste estudo:

- Iniciar a interpretação em parceria com a comunidade, estimulando a troca de conhecimentos e recursos;
- Adotar uma abordagem abrangente, ligando os temas do passado, do presente e do futuro, realçando a dimensão socioeconômica, ao lado das dimensões histórica, ecológica e arquitetônica;
- Não tentar vender uma verdade universal, mas destacar a diversidade e a pluralidade cultural. Sua interpretação deve fomentar a aceitação e a tolerância como valores democráticos;
- A interpretação deve contribuir para a prevenção e a solução de problemas sociais, ambientais e de patrimônio, provocando um efeito que perdure nos visitantes.

Um dos objetivos fundamentais da interpretação patrimonial é sensibilizar os indivíduos, estimulando o senso de respeito, valorização, proteção e preservação (Caponeiro e Leite, 2020). Para alcançar esse objetivo, Tilden (1957) já recomendava uma estratégia de três etapas consecutivas: através da interpretação, promover a compreensão; através da compreensão, fomentar a apreciação; através da apreciação, incentivar a proteção.

Para Murta e Goodey (2002, p. 13), interpretar o patrimônio é “o processo de acrescentar valor à experiência do visitante, por meio do fornecimento de informações e representações que realcem a história e as características culturais e ambientais de um lugar”. Em sua melhor versão ela cumpre dupla função: a valorização da experiência do visitante e a valorização do próprio patrimônio (Murta e Goodey, 2005).

De acordo com Caponeiro e Leite (2020), a interpretação do patrimônio deve adotar uma perspectiva ampliada da história, contemplando características culturais, geográficas, ambientais e técnicas do patrimônio, assim como aspectos sociais, econômicos, ideológicos e simbólicos. Essa abordagem contribui para reforçar a salvaguarda do patrimônio, alinhando os resultados da interpretação à identidade do lugar e promovendo a construção da cidadania.

2.1.2 Níveis, meios e técnicas de interpretação

De acordo com Figueira (2013), a Gestão Turística da Interpretação Patrimonial (GETIP) surge como uma estratégia para traduzir conteúdos complexos e adequá-los ao consumo turístico. Essa abordagem busca atender a diferentes públicos sem comprometer a integridade do patrimônio interpretado. Nesse contexto, o autor propõe quatro níveis de "apresentação-interpretação" do patrimônio natural e cultural em atividades de visitação turística. Estes níveis podem ser compreendidos a partir do Quadro 1, onde cada nível de interpretação está associado a um tipo de público ao qual se destina e ao grau de complexidade envolvido.

Quadro 1 - Segmentação da apresentação-interpretação patrimonial.

Nível de Interpretação		Público correspondente	Grau de complexidade
Iniciação	destinado a públicos pouco relacionados com o objeto	até o 9º ano de escolaridade ou equivalente	Baixa
Divulgação	destinado a públicos com competências para acolherem a complexidade na abordagem ao objeto visitado	até o 12º ano de escolaridade ou equivalente	Média
Aprofundamento	procura responder a necessidades de uma interpretação mais profunda e detalhada	licenciados, pós-graduados ou pessoa com aptidão equivalente	Alta
Investigação	focado em públicos científicos e técnicos que operam nos domínios onde os objetos de visitação se poderão contextualizar	pesquisadores de pós-graduação de mestrado e doutorado	Muito alta

Fonte: Adaptado de Figueira, 2013.

Esses níveis de interpretação possibilitam a criação de experiências adequadas para públicos diversos, garantindo que tanto os visitantes com menor formação quanto especialistas encontrem significados relevantes e acessíveis. Essa segmentação está alinhada com os princípios de Tilden (1957), especialmente o que enfatiza que a interpretação só será eficaz se estiver conectada à personalidade e experiência do visitante.

Após identificar os níveis de "apresentação-interpretação", torna-se essencial selecionar os recursos mais adequados para atender às necessidades de cada público. Esses recursos, que servem como ferramentas de interpretação, abrangem uma ampla variedade de possibilidades, e sua escolha deve considerar tanto as características do lugar ou objeto a ser interpretado quanto às especificidades do

público-alvo. Nesta direção, Murta e Goodey (2002) propuseram uma classificação dos meios e técnicas de interpretação, dividindo-os em três categorias principais: interpretação ao vivo, interpretação provocada por textos e publicações, e interpretação baseada no design.

A interpretação ao vivo ou interpretação pessoal, pressupõe a presença de um guia, especialista ou ator para transmitir aos visitantes o sentido e os significados do patrimônio (Murta e Goodey, 2002). Estes podem ocorrer de diversas formas e em diferentes contextos, como em museus e centros de interpretação, onde, conforme Köhler (2020), é comum que os interlocutores assumam funções como: demonstração de artes ou ofícios tradicionais; encenação de figuras históricas conhecidas ou de cidadãos comuns do passado; e apresentação de manifestações culturais tradicionais do local.

A interpretação provocada por textos e publicações podem contar com mapas, guias e roteiros de visita, folders, brochuras e cartões postais, que têm como objetivo informar os visitantes. Nesses casos, o material mais bem-sucedido é aquele que atende especificamente às necessidades de diferentes públicos, considerando que materiais voltados para adultos podem não despertar o interesse de crianças, e vice-versa. De modo geral, é recomendável que esses materiais evitem textos extensos e apresentem as informações de maneira simples e atrativa, com o objetivo de despertar a curiosidade dos visitantes (Murta e Goodey, 2002).

A interpretação com base no design utiliza-se amplamente de estratégias de criação para a apresentação do patrimônio natural e cultural, frequentemente apoiando-se em equipamentos tecnológicos. Esses recursos são divididos em meios estáticos, que incluem mídias com textos, ilustrações e representações (como simulações e maquetes), e não requerem a participação ativa do público, limitando-se à contemplação; e meios animados, que incorporam recursos como som, luz, imagem, simulações e tecnologias interativas, enriquecendo a experiência do visitante em relação ao que está sendo exibido ou exposto (Murta e Goodey, 2002).

A partir do que foi apresentado, compreende-se que estratégias como a segmentação da “apresentação-interpretação”, de acordo com o público-alvo, auxiliam na organização dos conteúdos e na criação de experiências interpretativas mais personalizadas e significativas. Paralelamente, a integração de diferentes meios

e técnicas de interpretação permite atender às diversas necessidades e expectativas do público, ampliando o alcance das iniciativas interpretativas. Dessa forma, a interpretação do patrimônio torna-se uma ferramenta essencial para a construção de experiências que despertem a curiosidade, estimulem a reflexão e promovam a valorização do patrimônio cultural.

Além disso, para ampliar o alcance das ferramentas interpretativas, é possível adotar abordagens que tornem a experiência mais imersiva e envolvente. Nesse sentido, a ludicidade surge como uma estratégia complementar, capaz de engajar os visitantes e tornar a experiência interpretativa mais dinâmica, especialmente quando aplicada a meios de interpretação baseados em tecnologias interativas. Esse aspecto será explorado na próxima seção.

2.2 Ludicidade

A ludicidade é uma ferramenta pedagógica que vem sendo utilizada no contexto da educação formal e que está se expandindo também para ambientes informais, especialmente em museus interativos. A promoção de experiências lúdicas contribui para a aprendizagem dos visitantes, estimulando sua curiosidade e incentivando-os a explorar, criar e se expressar de diversas maneiras.

Esse conceito tem sido objeto de estudo por pesquisadores em diferentes áreas do conhecimento, como a antropologia e a sociologia, abordando múltiplas características e enfoques que resultam em uma ampla gama de conceitos e significados. Para Massa (2015), a ludicidade é compreendida como algo subjetivo e inerente ao indivíduo, sendo definida como:

[...] estado de ânimo, emergente das atividades praticadas com plenitude. A experiência lúdica está fora, além de todas as diferenças, é única. Por isso, possibilita ao sujeito experimentar a igualdade entre todos e tudo que existe. Estimula a aprendizagem da ética, das estratégias mentais e, sobretudo, da harmonia entre as pessoas (Massa, p. 127, 2015).

Na obra seminal de Huizinga (2008), *Homo Ludens*, o termo "ludicidade" é explorado a partir da etimologia da palavra, derivada do latim *Ludus*, que significa jogo ou exercício. O autor investiga os múltiplos significados do termo "jogo" e estabelece conexões com a ideia de ludicidade. Segundo Huizinga (2008, p. 41), "*Ludus* abrange os jogos infantis, a recreação, as competições, as representações litúrgicas e teatrais,

bem como os jogos de azar." Assim, percebe-se que o significado do termo não se limita às atividades infantis, mas também inclui práticas realizadas por adultos.

Huizinga (2008) apresentou o jogo como algo inerente à cultura humana, discutindo sua natureza e significado. Para fundamentar sua análise, o autor investigou o termo "jogo" em diferentes línguas e examinou suas interpretações na literatura de sua época, abrangendo desde concepções concretas até as mais abstratas. A partir dessa investigação, ele argumentou que o jogo, enquanto fenômeno cultural, permeia diversas esferas da vida humana, manifestando-se em contextos como o teatro, as festas, os cultos e os rituais. Conforme o autor, o jogo, em termos gerais, é um elemento cultural que ultrapassa a mera atividade lúdica, possuindo uma dimensão cultural ampla e significativa. Por último, Huizinga identificou quatro características principais do jogo: 1) a coexistência de liberdade e regra; 2) a evasão da realidade; 3) a tensão entre ordem e desordem; e 4) os elementos de tensão, como objetivos, teste de capacidades e ética, que envolvem a busca pelo sucesso dentro das regras estabelecidas.

Outro autor importante que discute o jogo como ferramenta lúdica é Piaget. Diferentemente de Huizinga, Piaget (1978) aborda o papel do jogo sob a visão do desenvolvimento cognitivo e social da criança. Para o referido autor, o jogo é uma condição vital na infância, inicialmente caracterizado por ser egocêntrico e espontâneo, mas que com o tempo, se transforma em uma atividade social, na qual as relações individuais desempenham um papel fundamental. Com base nessa visão, ele classificou os jogos em três tipos principais: 1) jogo de exercício psicomotor, que envolve atividades relacionadas à exploração das habilidades físicas e à relação do eu com o mundo; 2) jogo simbólico, que está ligado à fantasia e à transformação do real em algo imaginário; e 3) jogo de regras, que representa um pensamento mais avançado, no qual a criança toma consciência do coletivo. Essas três modalidades de atividades lúdicas podem coexistir de forma simultânea na vida adulta (Campos *et al.*, 2020).

Aproximando essa discussão para o contexto museal, o desenvolvimento da tecnologia tem contribuído para o surgimento dos chamados museus interativos, que passaram a promover uma relação mais próxima entre o público e o patrimônio. Segundo Neves (2010), esses museus exploram a multissensorialidade em suas exposições, proporcionando experiências mais ricas, apelando à emocionalidade e

promovendo espaços mais inclusivos. Contudo, Israel (2012) destacou que a disponibilização de recursos tecnológicos para a interpretação de acervos museológicos apresenta o risco de os visitantes se sentirem incapazes de utilizá-los, devido à falta de prática ou conhecimento sobre essas interfaces, o que pode acentuar desigualdades entre classes sociais. A autora também explicou que, para superar essa barreira, museus interativos têm recorrido ao lúdico como solução para promover o conhecimento de forma mais democrática.

Nessa abordagem Sacchettin (2021) argumentou que o jogo, a participação e o caráter lúdico em obras artísticas são interessantes justamente por estarem em tensão com dimensões não lúdicas. Essas dimensões promovem reflexões sobre o processo artístico, incluindo questões como a relação entre o interior e o exterior da obra, o papel do espectador, a participação e a percepção, sem buscar resoluções definitivas. Essa tensão preserva e explora contradições formais ou conceituais. No entanto, a referida autora alertou sobre os riscos da banalização do lúdico, que ocorrem quando aspectos importantes de obras de arte são anulados em favor do lúdico e a experiência do espectador é reduzida ao entretenimento. Assim, destaca Sacchettin (2021), que cabe à crítica e ao público avaliar como elementos como imersão, participação e ludicidade são articulados em cada caso.

A seção seguinte abordará as interfaces tangíveis como um recurso que alia ludicidade e acessibilidade, ampliando as possibilidades de interação no contexto museológico.

2.3 Interfaces Tangível de Usuário (TUI)

Os avanços na tecnologia computacional têm proporcionado novas formas de Interação Humano-Computador (HCI). Diferentemente das Interfaces Gráficas de Usuário (GUIs - *Graphical User Interface*), que utilizam metáforas de controle do mundo real (Galitz, 2007), mas permanecem separadas do ambiente físico em que vivemos, as Interfaces Tangíveis de Usuário (TUIs - *Tangible User Interface*) conferem uma forma física à interação digital (Ishii; Ulmer, 1997). Essa fisicalidade permite que as informações digitais sejam manipuladas diretamente com as mãos e percebidas pelos sentidos, tornando a interação mais natural (Ishii, 2008).

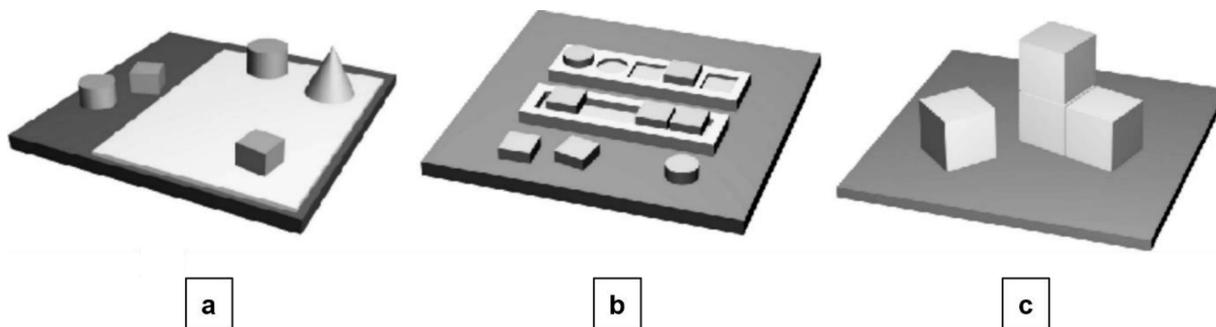
A definição de TUI foi introduzida por Ishii e Ullmer (1997), que as descrevem como interfaces de usuários que ampliam o mundo físico real ao acoplar informações digitais a objetos e ambientes físicos do dia a dia. Segundo Ishii (2008), o objetivo central das TUIs é dar forma física à informação digital, permitindo que ela funcione simultaneamente como representação e controle de sua versão digital. Assim, as TUIs são projetadas para aplicações específicas, visando tornar as interações mais intuitivas e acessíveis, aproveitando as qualidades físicas dos objetos manipuláveis (Ullmer *et al.*, 2005; Ishii, 2008).

Segundo Fishikin (2004), as TUIs se caracterizam por uma sequência de interações envolvendo o usuário, o sistema computacional e objetos físicos. O referido autor descreveu que a interação se inicia por um evento de entrada, normalmente uma manipulação física do usuário em um objeto, como movê-lo ou posicioná-lo. Em seguida, o sistema computacional detecta esse evento de entrada e alterna seu estado interno em resposta à ação. Por fim, o sistema fornece um *feedback*, um evento de saída, dado pela mudança na natureza física do objeto. Essa resposta é perceptível ao usuário, seja por meio de alterações visuais, sonoras ou táteis no objeto ou na superfície de interação.

Embora compartilhem características comuns, as TUIs abrangem uma diversidade de gêneros de aplicações, que variam conforme a abordagem de interação e a disposição dos objetos físicos na superfície. Ullmer *et al.* (2005) propuseram uma classificação em três categorias principais:

- **Superfícies interativas:** interfaces em que objetos físicos são manipulados sobre uma superfície plana aumentada; (Figura 3a)
- **Token e restrição:** interfaces que utilizam tokens (objetos físicos representando informações digitais) associados a restrições físicas, orientando a manipulação e possibilitando interações estruturadas. (Figura 3b)
- **Montagem construtiva:** interfaces que exploram a montagem de elementos modulares, permitindo a criação de novas estruturas por meio do posicionamento ou agrupamento dos objetos tangíveis; (Figura 3c)

Figura 3 – Gêneros de aplicações em TUIs: (a) Superfície Interativa; (b) Token e Restrição; (c) Montagem construtiva



Fonte: Adaptado de Ullmer *et al.* (2005).

Os objetos físicos rastreados pelas TUIs são chamados de tokens. Conforme Appert *et al.* (2018), esses tokens são projetados com base no domínio da aplicação e apresentam características físicas específicas, como forma, tamanho e material, adaptadas às suas necessidades. Entre os tipos de tokens, os autores destacam:

- **Tokens baseados em visão computacional:** utilizam uma ou mais câmeras para rastrear objetos em uma superfície, reconhecendo-os por algoritmos de visão computacional. Requerem calibração e condições ambientais adequadas para um funcionamento preciso;
- **Tokens ativos:** dispositivos autônomos com processador e tela, que funcionam independentemente de qualquer superfície interativa. São programáveis e personalizáveis para diversas aplicações;
- **Tokens magnéticos:** utilizam um ímã reconhecido por meio de um algoritmo. Embora essa abordagem possibilite interações consistentes, exige a adição de sensores específicos para reduzir interferências no campo magnético dos tokens;
- **Tokens capacitivos:** utilizam circuitos condutivos para interagir com superfícies multitoque. A abordagem consiste em criar um circuito entre os dedos do usuário e a superfície sensível ao toque, simulando padrões de toque por variação de capacitância. Exigem configurações específicas para garantir reconhecimento preciso.

Considerando a tecnologia disponível no contexto trabalhado, esta pesquisa adota a abordagem de tokens baseados em visão computacional. Conforme Appert *et al.* (2018), nessa abordagem, qualquer objeto tangível pode ser utilizado como token, desde que possua um marcador para rastreamento anexado. O tipo de marcador

utilizado nesta pesquisa é o fiducial, um padrão gráfico em preto e branco destinado para esse fim (Cuperschmid; Freitas, 2013).

Jacob *et al.* (2008) introduzem o conceito de Interação Baseada na Realidade - *Reality-Based Interaction*, como uma forma de compreender e conectar os novos estilos de interação que se baseiam nas habilidades naturais dos usuários. Essa abordagem propõe que a interação com informações digitais se aproxime das que temos no mundo real. Para os autores, a Interação Baseada na Realidade se apoia em quatro ideias principais:

- **Física intuitiva:** refere-se à percepção intuitiva dos usuários sobre o mundo físico;
- **Consciência corporal:** refere-se à percepção que os usuários têm de seus próprios corpos e às habilidades de controle e coordenação que possuem sobre ele;
- **Consciência ambiental:** refere-se à percepção que os usuários têm do ambiente ao seu redor e das habilidades de interagir com ele; e
- **Consciência social:** refere-se à percepção que as pessoas têm da presença de outras pessoas em seu ambiente e às habilidades para interagir socialmente.

Aborda-se agora sobre os pontos fortes e as limitações das TUIs, com ênfase em aspectos de uso e aplicabilidade. Iniciando pelas potencialidades, Zukerman *et al.* (2005) destacaram como principais vantagens das TUIs, considerando o contexto educacional: o engajamento sensorial, a acessibilidade e a aprendizagem em grupo. Ao combinar interação física com *feedback* digital, as TUIs possibilitam que os usuários aprendem de forma natural, a partir do estímulo de múltiplos sentidos como tato, visão e a audição, o que contribui para uma experiência mais rica e intuitiva (Zukerman *et al.*, 2005; Shaer; Hornecker, 2009). Paralelamente, a possibilidade de trabalhar com múltiplos sentidos de forma integrada contribui significativamente para a acessibilidade de usuários com diferentes habilidades de aprendizado (Zukerman *et al.* 2005). Outra potencialidade das TUIs é que elas permitem que múltiplos usuários compartilhem a interface e realizem as atividades de forma colaborativa, promovendo a interação social e reduzindo o isolamento, comum em sistemas tradicionais como teclado e mouse, em que o controle é dado por um único usuário (Zukerman *et al.*,

2005; Shaer; Hornecker, 2009; Jacob *et al.*, 2008). Por último destacam-se as vantagens hápticas propícias das TUIs. A experiência háptica aumenta o envolvimento dos usuários, facilitando a compreensão e fortalecendo a conexão entre a ação física e o aprendizado conceitual (Zukerman *et al.*, 2005).

Em relação às limitações destes recursos, Shaer e Hornecker (2009), apontam a questão da escalabilidade. Consideram que a quantidade de tokens de uma aplicação fica limitada ao tamanho da superfície de interação, o que dificulta a ampliação para projetos maiores. Ao mesmo tempo, alertam para que o número de representações físicas deve ser equilibrado para evitar a fadiga do usuário na interação e para manter a clareza da atividade da aplicação. Outra limitação observada é a falta de versatilidade, pois as aplicações de TUIs possuem projetos específicos, com tokens personalizados, que não são facilmente transformados ou adaptados para outras aplicações, diferentemente das representações digitais que podem ser rapidamente reconfiguradas (Ullmer *et al.*, 2005; Shaer; Hornecker, 2009).

Apresentada as definições, características e gêneros de aplicação, bem como suas potências e limitações, na sequência, detalha-se sobre o tipo de TUI utilizado nesta dissertação, a mesa tangível.

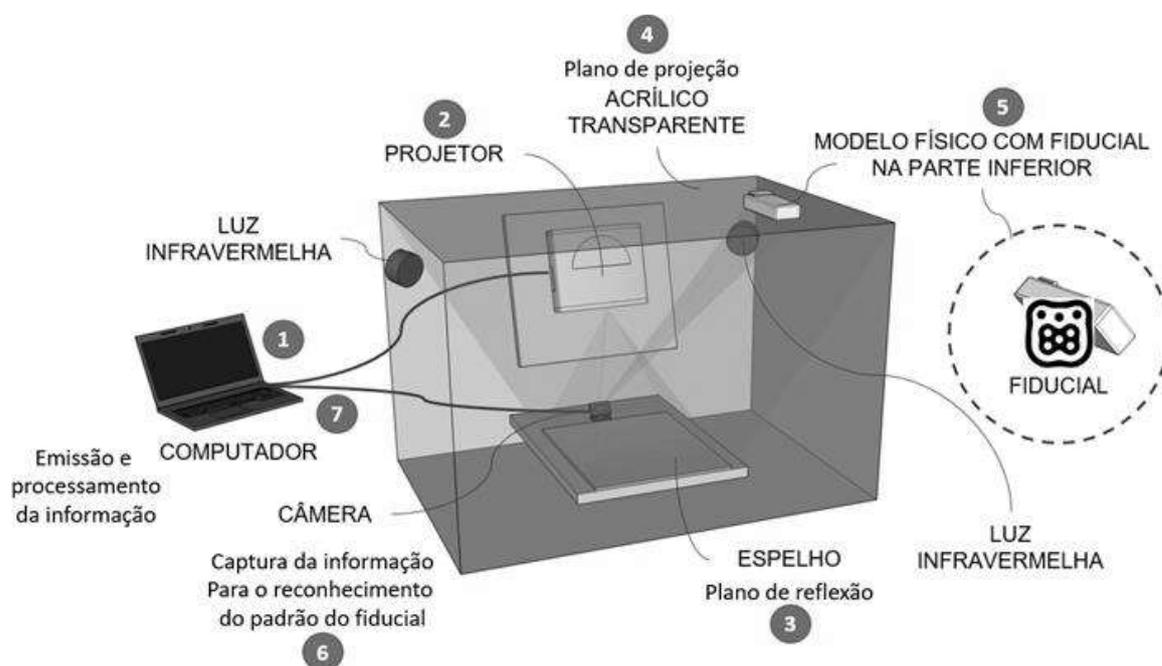
2.3.1 Mesa tangível

O modelo de mesa tangível utilizado nesta pesquisa é resultado dos estudos de Costa (2023). Esse modelo baseia-se na “mesa tangível interativa de baixo custo” desenvolvido por Preuss (2021), que integra o projeto iniciado pela professora Liliana Passerino. Por meio de uma parceria com a Universidade de Zaragoza, na Espanha, Passerino investigou o processo de criação e montagem de uma mesa tangível para desenvolver aplicativos, além de pesquisar sua utilização com pessoas com transtorno do espectro autista – TEA (Piaia, 2018).

Esse modelo é composto por uma caixa retangular fechada com um tampo translúcido (uma placa de acrílico com vinil fosco). O sistema interno da mesa inclui um computador, um projetor, uma câmera (*webcam*), dois *spots* de luz *led* infravermelho e um espelho, como ilustrado na Figura 4. O funcionamento ocorre da seguinte forma: o *software*, executado no computador, projeta imagens no espelho, que as reflete para o tampo translúcido; os objetos físicos manipulados sobre o tampo possuem marcadores fiduciais fixados em suas faces de interação; esses marcadores

são iluminados pelos *leds* infravermelhos e capturados pela *webcam*, que os reconhece e identifica suas posições. O sistema gera um feedback, apresentado por meio de imagens, vídeos ou sons, conforme o posicionamento correto dos objetos sobre a superfície.

Figura 4 – Composição de uma mesa tangível



Fonte: Silva; Nunes; Medvedovski (2021).

Conforme Passerino (*apud*. Piaia, 2018), o principal diferencial da mesa tangível é sua capacidade de ser utilizada por todos, uma vez que a tecnologia foca nas habilidades dos usuários, e não nas suas limitações, abrangendo diferentes faixas etárias. Preuss (2021) destacou que mesas tangíveis são particularmente úteis em tarefas cognitivas que utilizam representações multiformato e simbólicas de objetos. Além disso, o autor acrescentou que essas mesas podem ser empregadas em experimentos, apresentação de narrativas, resolução de jogos e desafios, bem como em atividades pedagógicas que envolvam a interação com objetos físicos para a formação de conceitos.

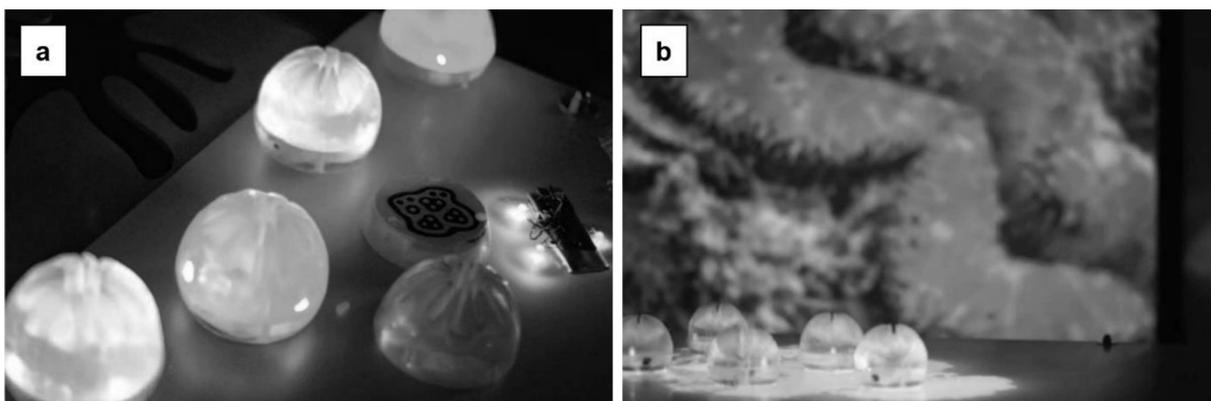
2.3.2 Estudos relacionados

Foram identificados diversos estudos que tangenciam o tema desta dissertação, fazendo referência a museus interativos e contemporâneos como ambientes de interação social, os quais destacam as tecnologias que passam a estar envolvidas. Israel (2012), considera que as tecnologias baseadas nos princípios da

computação ubíqua destacam-se nestes tipos de museus por oferecerem interfaces simples e intuitivas aos visitantes. O conceito de computação ubíqua, criado por Weiser (1991), propõe que a tecnologia seja integrada ao ambiente de maneira que se torne “invisível” durante as atividades dos usuários. Sob esta perspectiva, as interfaces tangíveis apresentam grande potencial, pois permitem uma interação instintiva e natural com o sistema, integrando-se ao espaço físico (Ishii, 2008). A seguir, são apresentados alguns estudos que investigam a aplicação de interfaces tangíveis (TUI) em museus e espaços culturais.

O trabalho realizado por de Bérigny *et al.* (2014) apresentou a instalação artística interativa “*Reefs on the Edge*”, desenvolvida para discutir os efeitos das mudanças climáticas nos recifes de coral (Figura 5). A instalação utilizou uma mesa tangível que projetava visualizações interativas à medida que os usuários manipulam objetos físicos personalizados, representando os corais (Figura 5a). A interação permitiu que os usuários compreendessem, em tempo real, os impactos ambientais abordados. Os autores destacaram que a interface contribuiu para uma nova apreciação da beleza e fragilidade dos recifes de coral. Além disso, os componentes visuais, como vídeos (Figura 5b), reforçaram a mensagem e intensificaram a conexão emocional com o tema.

Figura 5 – Instalação “*Reefs on the Edge*”: (a) Objetos físicos (tokens) representando os corais; (b) Mesa tangível com os tokens e projeções de vídeos no ambiente



Fonte: Bérigny *et al.* (2014), com edição da autora.

Vaz *et al.* (2016) relataram o desenvolvimento de um protótipo funcional de um expositor interativo e acessível a visitantes com deficiência visual (Figura 6a). Conforme os autores, esse expositor foi projetado para comunicar sobre quatro amostras geológicas do acervo do MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal, em Belo Horizonte, Brasil (Figura 6b). Explicam que a aplicação utilizou amostras físicas

reais como tokens, posicionadas em locais delimitados na superfície interativa do expositor. Os usuários podiam escolher qual amostra desejavam explorar e o sistema apresentava informações em formatos gráficos e auditivos.

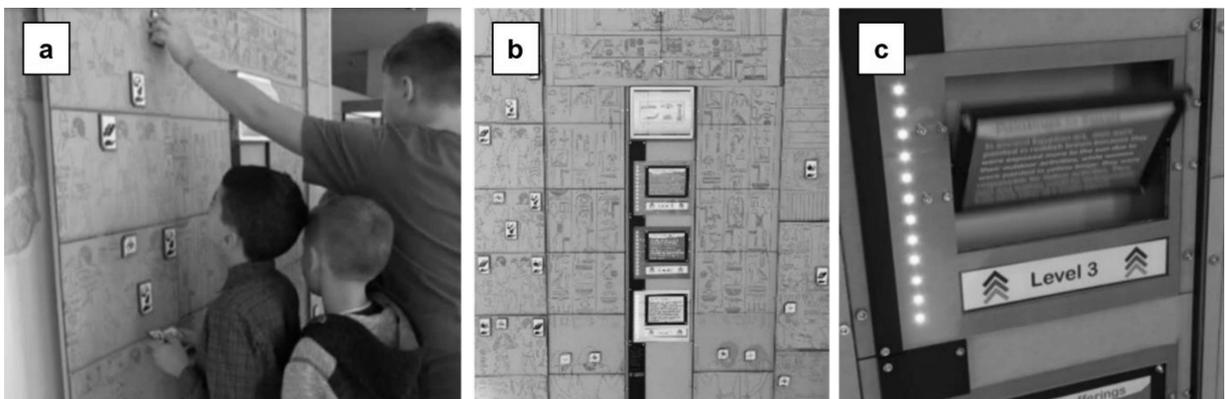
Figura 6 – (a) Expositor interativo implementado no MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal; (b) Interação com uma das quatro amostras geológicas do acervo



Fonte: Vaz *et al.* (2016), com edição da autora.

O estudo de Nofal *et al.* (2020) apresentou a instalação “*TouchTomb*”, uma interface tangível desenvolvida para ensinar sobre a capela-túmulo de Neferirtenef, localizada no *Royal Museums of Art and History*, em Bruxelas (Figura 7). A interação ocorria dentro, fora e ao redor da interface, com atividades como quebra-cabeças, associação de cartões e exploração física da capela. Os autores relataram que este modo tangível de interação aprimorou o aprendizado cultural de forma significativa e contextualizada, promovendo o engajamento e a colaboração entre os participantes (Figura 7a). Os usuários destacaram os aspectos de diversão e imersão como pontos fortes da experiência.

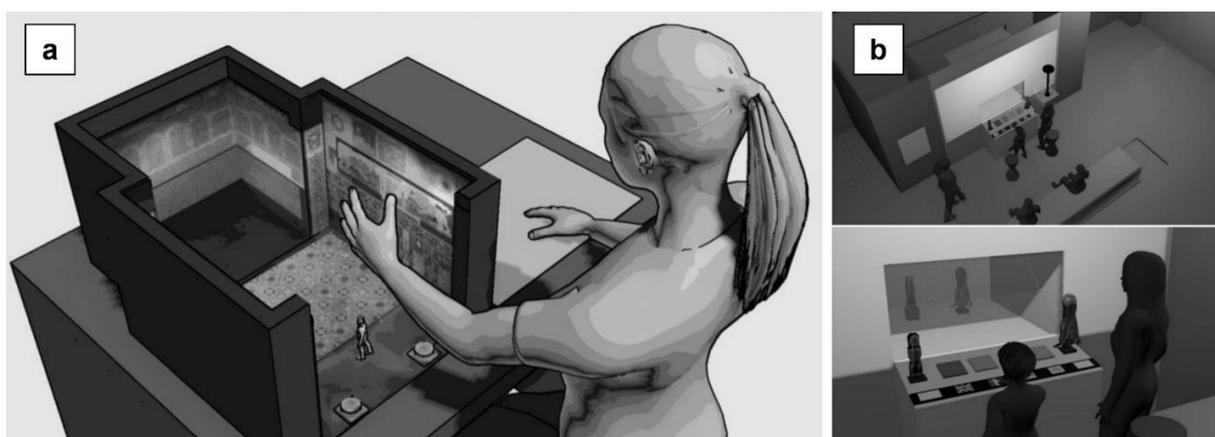
Figura 7 - Instalação “*TouchTomb*”: (a) em uso; (b) vista geral; (c) detalhe



Fonte: Nofal *et al.* (2020), com edição da autora.

Pietroni *et al.* (2021) apresentaram o projeto *IntARSI*, que busca tornar a arte e a cultura mais acessíveis a pessoas com deficiência física e sensorial em espaços culturais do Lácio, Itália. A segunda fase do projeto integrou os princípios do Desenho Universal e TUIs, resultando em soluções acessíveis para o Museu da Civilização, em Roma. Dois projetos se destacam. O primeiro (Figura 8a) é uma interface que consiste em um modelo físico em escala de uma sala do museu, decorada com *Opus Sectile*, uma técnica romana de embutido em mármore usada em pisos e paredes. As figuras principais estão representadas em relevo, permitindo a compreensão da grandiosidade e da disposição do ciclo decorativo. A experiência é complementada por desenhos táteis das cenas e painéis em Braille, garantindo acessibilidade sem sobrecarga tecnológica. O segundo projeto, desenvolvido para a seção africana do museu, é uma vitrine holográfica (Figura 8b) que combina TUIs, objetos reais e projeções virtuais, criando uma experiência de realidade mista. Dois artefatos originais são expostos, enquanto hologramas e projeções contextualizam-nos com imagens de rituais e produção. A interação ocorre por meio de uma TUI em uma mesa frontal, onde réplicas táteis dos objetos tornam a experiência acessível para pessoas com deficiência visual. Botões permitem a seleção de idioma, enquanto materiais em braile e desenhos táteis complementam a acessibilidade.

Figura 8 – (a) TUI projetada para a experiência de pessoas cegas; (b) Vitrine holográfica com TUIs



Fonte: Pietroni *et al.* (2021), com edição da autora.

Os estudos referidos demonstraram o potencial das interfaces tangíveis em espaços culturais, como museus, para proporcionar experiências imersivas, significativas e multissensoriais, além de facilitar a acessibilidade. Essas iniciativas exploram as habilidades naturais dos usuários, como percepção física intuitiva,

consciência corporal, ambiental e social, conforme descrito por Jacob *et al.* (2008), enriquecendo o aprendizado e promovendo maior engajamento.

2.4 Deficiência visual

De acordo com a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde – CIF, “deficiência” é o termo empregado para descrever um problema na função ou estrutura do corpo de um indivíduo devido a uma condição de saúde. A partir dessa definição, compreende-se que “uma deficiência visual ocorre quando uma doença ocular afeta o sistema visual e uma ou mais das suas funções visuais” (OMS 2021, p.10), nestes casos, a deficiência é classificada como baixa visão (ambliopia ou visão subnormal) ou cegueira.

A baixa visão é descrita pela diminuição irreversível da visão mesmo após correção por óculos de grau ou lente de contato. Já a cegueira é definida como a incapacidade de apreensão de informações do mundo externo através da visão. A avaliação da capacidade visual é medida, usualmente, a partir de duas funções visuais: a acuidade (discriminação de formas e cores) e o campo visual (capacidade de percepção da amplitude dos estímulos).

Conforme a 10ª revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde - CID-10 (Atualização 2019), considera-se baixa visão quando o indivíduo apresenta acuidade com valor menor que 0,3 e maior ou igual 0,05 ou campo visual menor do que 20° (no melhor olho com correção óptica); e cegueira quando o indivíduo apresenta acuidade visual com valor abaixo 0,05 ou campo visual menor do que 10°.

A CID-10 apresenta uma classificação para a gravidade da deficiência visual, com base na acuidade visual apresentada, onde as categorias 1 (moderada) e 2 (grave) correspondem à baixa visão e as categorias 3, 4 e 5 à cegueira, conforme o Quadro 2. Ressalta-se que, em janeiro de 2022, a 11ª revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde - CID-11, entrou em vigor e essa classificação passou por alterações. No entanto, essa pesquisa adota a CID-10 por ser ainda utilizada como referência em órgãos e legislações brasileiras, tendo em vista que o processo de substituição se dá paulatinamente.

Quadro 2 - Classificação da deficiência visual (categorias de 0 a 5 e 9) segundo a CID-10, com base na acuidade visual. A coluna “menor que” indica valores abaixo do limite estabelecido para cada categoria, enquanto “igual ou maior que” representa os limites mínimos. As medições seguem diferentes escalas, como frações, decimal e Snellen. O asterisco (*) indica teste de acuidade por contagem de dedos a 1 metro.

Categoria	Acuidade visual apresentada	
	Menor que:	Igual ou maior que:
0 Leve ou sem deficiência		6/18 3/10 (0.3) 20/70
1 deficiência visual moderada	6/18 3/10 (0.3) 20/70	6/60 1/10 (0.1) 20/200
2 deficiência visual grave	6/60 1/10 (0.1) 20/200	3/60 1/20 (0.05) 20/400
3 cegueira	3/60 1/20 (0.05) 20/400	1/60* 1/50 (0.02) 5/300 (20/1200)
4 cegueira	1/60* 1/50 (0.02) 5/300 (20/1200)	percepção de luz
5 cegueira	Sem percepção de luz	
9	Indeterminado ou não especificado	
	* ou conta os dedos (CF) a metro.	

Fonte: OMS, 2019.

Segundo Nunes e Lomônaco (2008), a cegueira pode ser classificada como congênita quando a perda da visão ocorre até os cinco anos de idade, ou adventícia, quando a cegueira ocorre após essa idade. Conforme Amiralian (1997), pesquisas indicaram que indivíduos que perdem a visão antes dos 5 anos não retêm nenhuma memória visual, em comparação, aqueles que perdem a visão depois dessa idade podem reter uma estrutura de referência visual útil, que lhes confere a capacidade de visualização.

Conforme Oliveira (2002), a deficiência visual, quando manifesta em um sujeito, influencia suas restrições sensoriais. Isso está relacionado com as experiências prévias vivenciadas por cada indivíduo e na forma como ele se adapta na ausência da visão para perceber o mundo.

Nessa linha, Nunes e Lomônaco (2008) afirmam que:

A percepção do espaço pelo cego se dá pela conjunção de sensações táteis, cinestésicas e auditivas aliadas às experiências mentais passadas já construídas pelo sujeito. Assim a falta de visão, por si só, não é um impedimento ao desenvolvimento; ela impõe caminhos diferenciados, uma vez que a obtenção de conhecimentos depende de uma organização sensorial diferente da do vidente (Nunes; Lomônaco, 2008).

Do mesmo modo, Amiralian (1997) expõe que:

As pessoas cegas precisam utilizar-se de meios não usuais para estabelecerem relações com o mundo dos objetos, pessoas e coisas que as cercam: esta condição imposta pela ausência da visão se traduz em um peculiar processo perceptivo, que se reflete na estruturação cognitiva e na organização e constituição do sujeito psicológico (Amiralian, 1997, p. 21).

É importante ressaltar que o ser humano, enquanto sujeito multideterminado, não se limita às características de sua condição biológica, assim, aspectos sociais, pessoais, orgânicos, familiares, culturais, entre outros, estão diretamente ligados ao seu processo de desenvolvimento (Pimentel, 2008; Nunes; Lomônaco, 2008). Nesse sentido, reforça-se a importância da prática da inclusão nos mais diversos contextos e cenários, para criar condições de igualdade para a participação de todas as pessoas na sociedade.

2.5 Tecnologia Assistiva, Desenho Universal e Acessibilidade

Conceitua-se Tecnologia Assistiva como uma área do conhecimento de natureza interdisciplinar, que abrange produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços destinados à funcionalidade, no que diz respeito à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, buscando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (Brasil, 2007).

Os recursos de tecnologia assistiva estão muito próximos do nosso dia a dia. Ora eles nos causam impacto devido à tecnologia que apresentam, ora passam quase despercebidos. Para exemplificar, podemos chamar de tecnologia assistiva uma bengala, utilizada por nossos avós para proporcionar conforto e segurança no momento de caminhar, bem como um aparelho de amplificação utilizado por uma pessoa com surdez moderada ou mesmo veículo adaptado para uma pessoa com deficiência (Manzini, 2005, p.82).

A tecnologia assistiva é compreendida sob a forma de recursos e serviços. Os recursos incluem todo e qualquer equipamento, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida visando potencializar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de pessoas com deficiência. Já os serviços são realizados por profissionais de distintas áreas, sendo geralmente transdisciplinares, se dedicando a auxiliar diretamente as pessoas com deficiência a selecionar, adquirir ou utilizar esses dispositivos (Bersh, 2017).

Os serviços de tecnologia assistiva devem considerar o envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento de um recurso, pois é tomado como partido o seu conhecimento e contexto em que está inserido, valorizando assim suas intenções e necessidades funcionais, assim como o reconhecimento de suas habilidades atuais (Oliveira, 2018; Bersh, 2017)

Destaca-se que esses são recursos voltados especificamente para pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, diferenciando-se das Tecnologias da Informação e da Comunicação – TICs, que podem ser utilizadas por quaisquer pessoas (Galvão Filho; Damasceno, 2007).

Relacionado à Tecnologia Assistiva está o conceito de Desenho Universal, o qual possui uma abordagem mais inclusiva. O Art. 3º da LBI define Desenho Universal como a “concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo recursos de tecnologia assistiva” (Brasil, 2015).

O conceito de Desenho Universal surgiu após a Revolução Industrial, em questionamento à massificação dos processos produtivos, principalmente nas edificações. O desafio proposto era a criação de ambientes que levassem em consideração as necessidades reais dos usuários. Entre as décadas de 1980 e 1990, o arquiteto Ronald Mace, junto com especialistas do *Center for Universal Design* nos Estados Unidos, publicaram o livro “*The Universal Design File*”. Esta obra apresenta sete princípios e diretrizes para a concepção de produtos e ambientes universais, que passaram a ser adotados mundialmente. Segundo Gabrielli (2008), são eles:

1. **Equiparação nas possibilidades de uso:** o design é útil e comercializável às pessoas com habilidades diferenciadas;
2. **Flexibilidade no uso:** o design atende a uma ampla gama de indivíduos, preferências e habilidades;
3. **Uso Simples e intuitivo:** o uso do design é de fácil compreensão;
4. **Captação da informação:** o design comunica de forma eficaz, ao usuário, as informações necessárias;
5. **Tolerância ao erro:** o design minimiza risco e as consequências adversas de ações involuntárias ou imprevistas;

6. **Mínimo esforço físico:** o design pode ser utilizado de forma eficiente e confortável;
7. **Dimensão e espaço para uso e interação:** o design oferece espaços e dimensões apropriados para interação, alcance, manipulação e uso.

É importante ressaltar que Desenho Universal não exclui o uso de dispositivos particularizados, para atender às necessidades de um indivíduo, quando este for indispensável. Uma pessoa pode depender de uma solução especial para estar em igualdade com os demais, da mesma forma que uma pessoa com deficiência pode depender de medidas especializadas ou compensatórias para realizar atividades diárias em igual oportunidades (Cardoso, 2016).

Essa compreensão de que soluções particularizadas podem ser indispensáveis para garantir igualdade de oportunidades conecta-se à ampliação do próprio conceito de acessibilidade. Durante muito tempo, ao se discutir sobre acessibilidade, pensava-se apenas na eliminação de barreiras físico-espaciais. No entanto, atualmente, compreende-se que o termo engloba também aspectos políticos, sociais e culturais. Nessa perspectiva mais ampla, a definição de acessibilidade foi evoluindo no decorrer dos anos. Sarraf (2018) apresenta uma breve descrição desse processo:

Em um momento inicial do surgimento do termo, no âmbito do Movimento Internacional de Inclusão Social das Pessoas com Deficiência, na década de 1980, foi compreendido como a eliminação de barreiras físicas/arquitetônicas de um espaço construído. Posteriormente, foi definido como possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento de produtos e serviços gerais. Atualmente, a acessibilidade é compreendida como direito de vida independente, exercício de direitos de cidadania e participação social (Sarraf, 2018, p. 26).

Atualmente, o Art. 3º da Lei Brasileira de Inclusão Lei nº13.146/2015, define acessibilidade como:

Possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida (BRASIL, 2015).

No contexto dos museus e espaços culturais, as adaptações têm sido impulsionadas pelo conceito de Acessibilidade universal. Esse conceito pressupõe que sejam realizadas adequações físicas, com a eliminação de barreiras arquitetônicas, instalação de elementos físicos, mobiliário etc.; adequações de

comunicação, com a eliminação de barreiras de fruição, de acesso à informação e aos conteúdos etc.; e a eliminação de barreiras atitudinais, através da sensibilização e do convívio com as diferenças (Sarraf, 2019).

No panorama aqui apresentado, observa-se a evolução, ao longo das décadas, no esforço por promover espaços mais inclusivos, compartilháveis por todos. Tais mudanças vão além de atender às necessidades de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Como destaca Cambiaghi (2007, p. 81), “alguém sem qualquer deficiência, [quando] colocado em um ambiente hostil e inacessível, pode ser considerado deficiente para esse espaço”.

Nesse contexto, o Desenho Universal e a Tecnologia Assistiva destacam-se como abordagens fundamentais, ao colocarem a diversidade humana no centro do planejamento de espaços e soluções. A acessibilidade é posta como princípio fundamental na construção de uma sociedade mais equitativa e democrática.

2.6 Comunicação acessível em espaços culturais

De acordo com Tojal (2015), a Nova Museologia busca ampliar o diálogo e a participação do público com o objeto cultural, utilizando estratégias de mediação que garantam condições de acessibilidade para todos, especialmente para pessoas com deficiência. Essa abordagem promove meios para interpretar os conteúdos apresentados, assegurando o direito de se reconhecerem como parte do patrimônio cultural.

No caso da deficiência visual, a comunicação acessível ocorre por meio de recursos que favorecem a interação com o mundo através do tato e da audição. Entre esses recursos, destacam-se o braile, a audiodescrição e os elementos táteis, que oferecem suporte essencial para o acesso a informações, conteúdos e espaços.

Com base nesse entendimento e nos princípios da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (BRASIL, 2009) acerca da comunicação acessível, foi necessário para este estudo reconhecer os principais recursos de tecnologia assistiva e discutir as diretrizes que integram elementos táteis e sonoros, evidenciando sua relevância para a inclusão e a autonomia das pessoas com deficiência visual.

2.6.1 Sistema Braille

O Sistema Braille é um método de leitura e escrita utilizado por pessoas cegas ou com baixa visão, inventado em 1825 pelo educador francês Louis Braille. Esse sistema é composto por seis pontos em relevo dispostos em duas colunas, permitindo a formação de 63 combinações de símbolos distintos. Esses símbolos são usados não apenas para a escrita, mas também para a representação de números, símbolos matemáticos, notações musicais e, mais recentemente, para a informática (Lemos; Cerqueira, 2014).

A criação do sistema Braille foi inspirada no código militar desenvolvido pelo oficial francês Charles Barbier, projetado para permitir que soldados se comunicassem no campo de batalha durante a noite. O sistema de Barbier foi testado com alunos cegos do Instituto Real de Jovens Cegos, em Paris. Esse experimento revelou que o uso de pontos em relevo apresentava vantagens significativas em relação ao sistema tradicional de leitura em relevo, com caracteres comuns, utilizada no Instituto. No entanto, não se mostrou totalmente adequado para o contexto educacional, além de ser considerado complexo, apresentando 4.069 possibilidades de combinações (Jiménez *et. al.* 2009).

A relevância tátil dos pontos em relevo do código de Barbier foi a base para a invenção do Sistema Braille (Cerqueira; Lemos, 2014). A grande contribuição de Louis Braille, para o alfabeto criado por Barbier, foi simplificá-lo e adaptá-lo para os cegos (Jiménez *et. al.* 2009). O invento do Sistema Braille foi registrado em 1825. Contudo, a estrutura básica que ficou mundialmente conhecida, foi publicada somente em 1837 (Cerqueira; Lemos, 2014).

Com o reconhecimento do Sistema Braille, muitos países passaram a aplicá-lo, porém com adaptações para suas determinadas línguas, o que gerou uma gama de variações no alfabeto. Em 1949, a pedido da Índia, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), começou a estudar formas para tornar o Sistema Braille universal para todas as línguas. Através da Conferência Internacional de Braille, em Paris, diversos especialistas foram reunidos para estabelecer a padronização e a unificação do sistema em todo o mundo. Em março de 1950, a partir de uma Conferência Geral, esses princípios foram adotados (Jiménez *et. al.* 2009).

No Brasil, em 1991, foi instituída a Comissão para Estudo e Atualização do Sistema Braille em uso no país (Lemos; Cerqueira, 2014). Como resultado desse trabalho, em 2002, foi publicada a “Norma Técnica para Produção de Textos em Braille”, que estabelece diretrizes para padronizar a produção de materiais acessíveis. A norma define quatro etapas para a produção de textos em braile: 1) adaptação; 2) diagramação/formatação e transcrição; 3) revisão; e 4) impressão, encadernação e acabamento. Além disso, ela oferece orientações práticas para a transcrição de diferentes elementos, como desenhos, gráficos, imagens, tabelas e QR codes, entre outros (BRASIL, 2018).

A Norma Brasileira ABNT NBR 9050:2015 também fornece orientações sobre o uso do Sistema Braille. Ela determina as dimensões do arranjo geométrico dos pontos em braile, indicando o diâmetro e a altura dos pontos, as distâncias entre eles e as distâncias entre os caracteres. A leitura tátil corrente exige que os pontos em relevo sejam precisos e satisfatoriamente perceptíveis ao tato (Ferreira, 2016). Dessa forma, é imprescindível respeitar as medidas padronizadas pela norma.

O Sistema Braille oportunizou a maior autonomia de pessoas cegas e com baixa visão para a realização de atividades cotidianas, educativas, culturais e lazer. Mesmo com o avanço das tecnologias e dos leitores de tela, esse sistema continua sendo amplamente utilizado até os dias de hoje, preservando a identidade cultural de pessoas cegas (Salasar, 2019). Apesar disso, é importante considerar que muitos deficientes visuais não são leitores de braile e fazem uso de outras tecnologias para obter informações. No contexto dos museus, são identificados além do uso do braile, o emprego de recursos sonoros. Na sequência, discute-se sobre esses recursos e sobre a audiodescrição aplicada em espaços museais.

2.6.2 Audiodescrição

A audiodescrição (AD) insere-se no campo de estudos de tradução, na medida em que se enquadra na classificação de Jakobson (1995), que apresentou três tipos de tradução: a intralingual ou reformulação, que se refere à interpretação de signos verbais utilizando outros signos da mesma língua; a interlingual ou tradução propriamente dita, que se refere à interpretação de signos verbais de uma língua para outra; e a intersemiótica ou transmutação, que se refere à interpretação de signos verbais por signos não-verbais. Nesse contexto, a Audiodescrição (AD) é considerada

uma modalidade de tradução intersemiótica, pois transforma informações visuais em palavras (Mota e Filho, 2010; Magalhães e Araújo, 2012).

Na legislação brasileira, a Portaria nº 310, do Ministério das Comunicações, aprova a Norma Complementar nº 01/2006, que estabelece recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência na programação de radiodifusão e retransmissão de televisão. Inicialmente, essa norma definia a audiodescrição como uma locução, e, portanto, não a reconhecia como um tipo tradução. Em 2010, a Portaria nº 188 determinou alterações na redação da Norma Complementar nº 01/2006. Dentre os termos alterados, está a audiodescrição que passou a ser definida como:

[...] a narração, em língua portuguesa, integrada ao som original da obra audiovisual, contendo descrições de sons e elementos visuais e quaisquer informações adicionais que sejam relevantes para possibilitar a melhor compreensão desta por pessoas com deficiência visual e intelectual (BRASIL, 2010).

Segundo Neves (2011), a Audiodescrição é a arte de traduzir informações visuais por meio de uma narrativa descritiva ou outras técnicas verbais, permitindo que conteúdos audiovisuais sejam compreendidos além dos sinais acústicos. Seu objetivo é descrever imagens, objetos e realidades cujo valor comunicativo depende principalmente da percepção visual, como patrimônios arquitetônicos, peças de museu ou paisagens.

Já Vergara-Nunes (2011), definiu AD como um recurso de tecnologia assistiva que possibilita pessoas cegas a acessarem conteúdos visuais em diferentes tipos de mídias, transformando em palavras as informações visuais importantes para que a mensagem seja bem compreendida.

A audiodescrição como recurso de tecnologia assistiva amplia o entendimento de pessoas cegas ou com baixa visão em contextos, como eventos culturais gravados ou ao vivo, eventos turísticos, esportivos, pedagógicos e científicos (Motta e Filho, 2010). Nos museus, a AD está presente de diversas formas, encontramos esses recursos mediados por equipamentos específicos como audioguias, genéricos como mp3 ou fornecidos presencialmente pela própria equipe do museu. Contudo, em muitos casos, os conteúdos disponibilizados como audiodescrição nem sempre configuram como tal, pois raramente levam em consideração o segmento de público com deficiência visual (Neves, 2011).

Neves (2011) classificou a AD em quatro tipos: (1) AD de imagens estáticas; (2) AD de imagens em movimento; (3) AD do mundo tangível - audiodescrição de exploração; e (4) AD ao serviço de mobilidade/orientação. A referida autora destacou que a escolha do estilo de AD a ser utilizada fica condicionada a fatores como a missão e a filosofia do museu, o tipo de acervo a ser exposto e a dinâmica da sua relação com o ambiente e com os visitantes. Contudo, independente do estilo de AD empregado, é importante seguir princípios como sensibilidade e bom senso; resposta às necessidades de um público muito heterogêneo; e respeito pela obra enquanto expressão do artista.

Conforme Aderaldo (2014), a audiodescrição reflete a consciência da sociedade sobre a necessidade de incluir pessoas com deficiência visual, promovendo sua participação no trabalho, na educação, no lazer e na cultura. Embora seja apenas uma entre diversas ferramentas de inclusão, sua importância é clara em uma sociedade predominantemente visual com outros modos semióticos que exercem um papel central. A tradução verbal da imagem é apenas um dos meios para a inclusão, mas extremamente importante para permitir que pessoas com deficiência visual participem efetivamente da vida em uma sociedade dominada pelas imagens e marcada pela interação das imagens com outros modos semióticos.

2.6.3 Recursos táteis

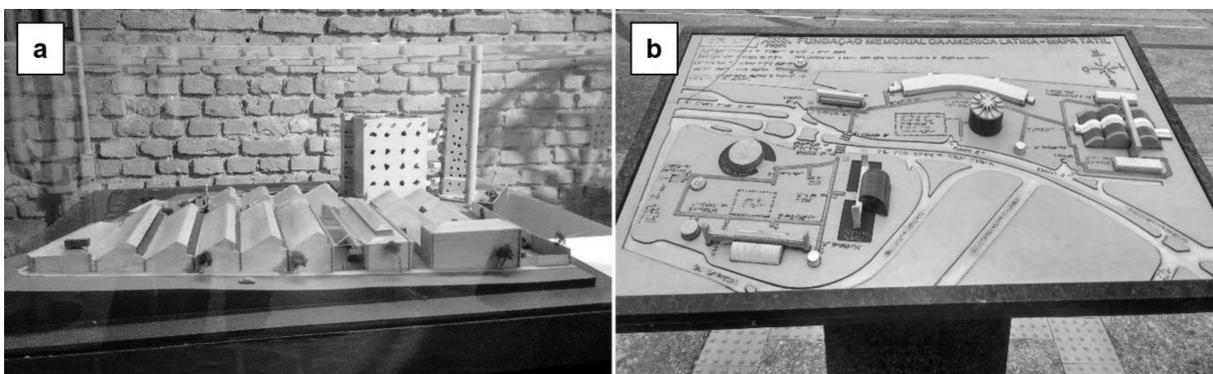
A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) a partir da NBR 15599:2008, estabelece que museus, exposições e espaços culturais devem disponibilizar e oferecer representações táteis para a descrição de seus espaços. Entre os tipos, esta norma inclui:

- Maquetes: réplicas em escala real ou reduzida, que informam sobre ambientes, detalhes construtivos ou peças de acervos, podendo incluir a representação da figura humana para mostrar a escala entre pessoa e objeto;
- Mapas táteis: elementos constituídos por linhas em relevo, texturas e cores diferenciadas, para informar, orientar e localizar objetos e lugares.

Embora muitos espaços culturais disponibilizem réplicas em escalas reduzidas de suas edificações, estas frequentemente estão protegidas por barreiras físicas, como vidros, tornando-se apenas contemplativas, conforme ilustrado na Figura 9 (a). Diferente dos visitantes cegos, pessoas videntes adquirem rapidamente informações

sobre a estrutura de espaços arquitetônicos, como distâncias e a importância relativa de suas partes. Além disso, conseguem captar uma visão geral da mensagem arquitetônica e apreciar detalhes que não são acessíveis ao toque (Leporini *et al.*, 2020). Em contrapartida, os modelos físicos podem transmitir a essência da definição espacial da realidade que representam para pessoas cegas e com baixa visão (Pereira *et al.*, 2017). Assim, tornam-se recursos de tecnologia assistiva essenciais, permitindo o acesso a essas informações de forma tátil e diferenciada, como exemplificado na Figura 9 (b), que apresenta um mapa tátil com legenda em braile.

Figura 9 – Representações em escala reduzida de espaços culturais em São Paulo, Brasil: (a) Maquete do Sesc Pompéia; e (b) Mapa tátil do Memorial da América Latina



Fonte: Acervo pessoal da autora.

Os mapas táteis são outra fonte importante de informação para pessoas cegas, proporcionando a visão geral de um ambiente e suas relações espaciais, acelerando o tempo de aquisição de informação em relação ao tempo para a exploração direta de um espaço (Ungar, Blades e Spencer, 1995). Holmes e Arditi (1998) classificaram os mapas táteis em dois tipos: “de parede” e “de caminho”. O mapa de parede mostra barreiras físicas, incluindo paredes, e contém informações sobre as dimensões do espaço interior. Já o mapa de caminhos retrata somente as rotas lineares de deslocamento até os locais dos andares. Essas tipologias de mapas têm como foco a mobilidade e a orientação espacial de pessoas cegas, e, conforme a ISO/ASTM 19028:2016(en), podem ser classificados como de acesso coletivo ou portáteis.

Devido à resolução espacial reduzida do sentido do tato, mapas táteis exibem muito menos informações do que mapas visuais. Pessoas videntes conseguem interpretar grandes volumes de informações ao consultar um mapa impresso (Holmes; Arditi, 1998; Ungar; Blades; Spencer, 1995). Em contraste, a leitura de mapas por pessoas com deficiência visual requer a interpretação e construção dessas

informações de forma sequencial, a partir do reconhecimento gradual das partes do mapa, até formar uma visão completa (Ungar; Blades; Spencer, 1995).

Almeida e Loch (2005), indicaram que os mapas táteis devem exibir uma combinação equilibrada de símbolos, texturas e elementos, pois a sobrecarga de informações pode dificultar a compreensão do usuário. Informações complementares podem ser apresentadas a partir da adição de outros sistemas, como o braile e audiodescrição. Ao mesmo tempo, Nogueira (2007) destacou que nem todas as informações podem ser traduzidas de forma verbal, do mesmo modo que perspectivas espaciais são impossíveis de serem representadas pelo sistema braile de forma eficiente. Nesse sentido, é importante analisar qual a forma mais adequada para a transmissão dos conteúdos. Essas questões serão desdobradas na seção seguinte.

2.6.4 Diretrizes e métodos: recursos táteis e sonoros

Para Juliasz, Freitas e Ventrini (2007) a adaptação de representações bidimensionais para modelos tridimensionais requer um estudo prévio para entender as reais necessidades de uso do objeto, assim como as facilidades e dificuldades que usuários cegos podem ter ao interpretá-los. Dessa maneira, torna-se necessário o reconhecimento de diretrizes e métodos utilizados para o desenvolvimento de modelos táteis e o uso de informações complementares, como recursos sonoros.

Estudos exploratórios fornecem dados relevantes a partir de seus experimentos (Pietrzykowska, 2015; Pereira *et al.*, 2017; Leporini *et al.*, 2020). Pietrzykowska (2015) analisou a criação de modelos táteis para pessoas cegas, enfatizando as diferenças entre percepção háptica² e visual. A autora recomenda priorizar representações simplificadas, eliminando detalhes irrelevantes e ampliando elementos significativos para melhorar a compreensão tátil.

Já Pereira *et al.* (2017), demonstraram a importância de abordagens com base no design centrado no usuário, especialmente em pesquisas qualitativas espaciais, nas quais a qualidade da invisibilidade é explorada. Por meio do potencial

² A percepção háptica refere-se à obtenção de informações por meio do tato ativo, que envolve a exploração intencional de objetos; ela resulta da coordenação entre o tato e a cinestesia, permitindo identificar características como tamanho, forma, textura, peso etc. (Gibson, 1962; Martín e Bueno, 2010; Cardoso, 2016).

multissensorial, o estudo permitiu compreender o espaço a partir da experiência de pessoas cegas ou com baixa visão, ampliando os princípios estabelecidos por Pietrzykowska (2015) ao incorporar metodologias práticas, como modelos táteis interativos e entrevistas baseadas na experiência espacial.

Complementando esses apontamentos, o estudo de Leporini *et al.* (2020) apresentou um conjunto de diretrizes para a criação de modelos 3D interativos voltados à representação de edificações e sítios culturais. Essas diretrizes incorporam tanto os conceitos de simplificação tátil quanto as abordagens qualitativas multissensoriais, traduzindo-as em soluções práticas que atendem públicos com ou sem deficiência visual. As diretrizes propostas são:

1. **Escolha do tipo de modelo e conteúdo:** para grandes sítios arquitetônicos, optar por reproduzir a planta baixa com cortes a aproximadamente 1 metro do chão, permitindo que o usuário perceba a disposição dos espaços internos e detalhes arquitetônicos principais.
2. **Escala e simplificação de detalhes:** a escala deve permitir percepção tátil eficaz; detalhes muito pequenos e não perceptíveis ao toque devem ser simplificados ou omitidos.
3. **Botões táteis para informações em áudio:** utilizar botões táteis com formas distintas (círculo, triângulo, quadrado), cada um associado a uma categoria de informações (prática, histórica, arquitetônica), posicionados próximos às entradas principais dos edifícios.
4. **Áudio com níveis de detalhe:** organizar informações em áudio com diferentes níveis de detalhe, permitindo ao usuário escolher o nível de acordo com interesse e tempo.
5. **Modelos 3D com detalhes ampliados:** criar modelos separados em escala ampliada para elementos arquitetônicos complexos e vincule-os ao modelo principal por meio de faixas de áudio.
6. **Materiais táteis diferenciados:** usar materiais de texturas diferentes para facilitar a distinção tátil das partes do modelo e reforçar a percepção da estrutura.
7. **Sensores de proximidade e feedback inicial:** posicionar sensores para ativar uma faixa de boas-vindas que introduza o modelo e instruções básicas para uso.

8. **Inclusão de usuários no design:** incluir usuários finais (com deficiência visual e videntes) no processo de design para garantir acessibilidade e experiência de uso adequada.

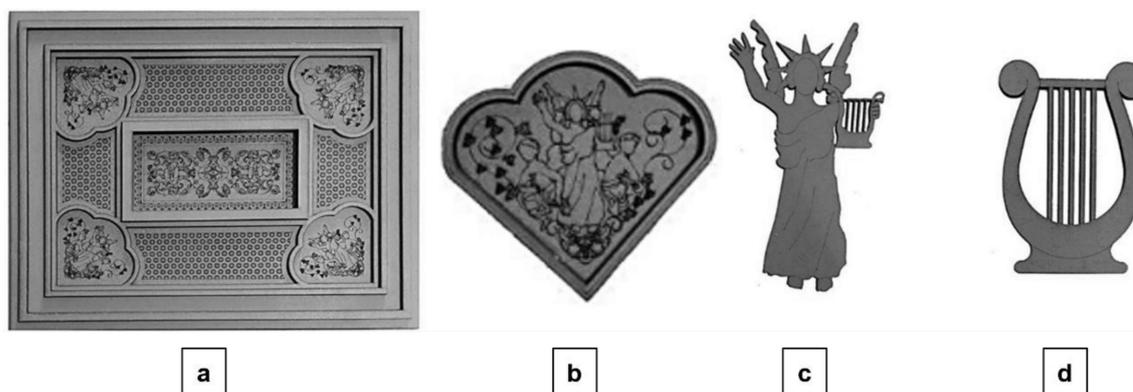
Particularizando o design de mapas táteis, Gual *et al.* (2014) explicam que existem requisitos gerais importantes para reconhecer a natureza específica do processo de design desses produtos voltados ao tato, mas ressaltam que não há critérios fixos, sendo esses requisitos bastante influenciados pela experiência individual de cada designer. Objetivando a usabilidade desses recursos, os referidos autores destacam critérios essenciais para o design de mapas táteis, como: dimensionamento adequado, garantindo que o gráfico tangível permita o uso confortável de ambas as mãos, preferencialmente em uma área semelhante ao tamanho de uma folha A3, ajustável conforme o formato e a informação a ser representada; escala proporcional, considerando as dimensões do Sistema Braille e a natureza do conteúdo a ser transmitido; e distância mínima de 3 mm entre elementos táteis, como símbolos, para facilitar o reconhecimento pelo tato.

Em relação aos métodos para o desenvolvimento de modelos táteis é destacado o Método da Adição Gradual da Informação – MAGI. Este método foi desenvolvido e utilizado inicialmente, para descrição de fotografias por meio de esquemas e maquetes táteis (Silva *et al.* 2012; Veiga *et al.*, 2013), sendo aplicado posteriormente, para representação de elementos da arquitetura de interesse patrimonial a partir de modelos tridimensionais (Dalla Vecchia *et al.*, 2015). O MAGI propõe a separação e a simplificação de informações complexas que compõem um objeto, a fim destas poderem ser compreendidas pelo sentido do tato, em uma crescente adição das camadas de informação. Um mesmo elemento pode ser representado em diferentes escalas, para que toda a complexidade possa ser traduzida ao tato. As diferentes camadas são particularizadas para apoiar as narrativas e os recursos complementares de comunicação, como mediação presencial e/ou áudio descrição (Borda, 2017).

Este método já vem sendo utilizado para a representação do objeto deste estudo, o casarão que abriga o Museu do Doce. A seguir, exemplifica-se a sua aplicação para representação de um elemento interno deste espaço. O modelo em questão é um esquema tátil, bidimensional, referente ao teto da antiga sala de música. O teto desse ambiente possui os quatro cantos do estuque adornados com duas

figuras angelicais, simetricamente dispostas a uma figura feminina, a qual segura uma harpa. As imagens da Figura 10 apresentam, sequencialmente, uma narrativa tátil, produzida por meio de fabricação digital, em MDF, em diferentes escalas, para apoiar a descrição dos elementos que compõem o estuque: (a) a representação do todo, contendo as formas gerais em relevo, sob a dinâmica de encaixes dos contornos destas formas; (b) uma das cantoneiras que contém as figuras descritas; (c) a figura central que segura o instrumento musical; (d) a harpa. Este tipo de representação foi produzido para o conjunto de estuques da edificação. Estas representações da sala de música foram elaboradas por Gabriel Lopes, enquanto estudante de arquitetura e bolsista do Projeto Museu do Conhecimento para todos, já referido anteriormente.

Figura 10 - Representação das camadas de informação para a descrição das figuras do forro de estuque da sala de música



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por último, buscou-se por diretrizes que contemplassem a utilização desses recursos aplicados ao contexto museológico. Em Cardoso e Silva (2019), foram elaboradas cinquenta e três diretrizes para o desenvolvimento de recursos táteis e sonoros dirigidos para acessibilidade de pessoas com deficiência visual em museus. Os autores distribuíram as diretrizes a partir das dezesseis categorias apresentadas por Mesquita (2011). O Quadro 3 apresenta as diretrizes desenvolvidas pelos autores, as quais foram consideradas como aplicáveis para o contexto desta pesquisa.

Quadro 3 - Diretrizes para o desenvolvimento de recursos táteis e sonoros para pessoas com deficiência visual em museus

(continua)

Categoria	Diretrizes
Comunicação	12. Adotar uma postura semiótica, com a devida compreensão da concepção e da forma de como os objetos podem ser interpretados e de como obter a diversidade de interpretações e significados passíveis de serem ressignificados (Tojal, 2013)

(continua)

Categoria	Diretrizes
Comuni- cação	13. Explorar diferentes técnicas e tecnologias com apelo aos sentidos de modo a criar conteúdo informativos, didáticos e lúdicos que despertem o interesse e se adaptem à diversidade de visitantes por meio da interação com os objetos e o contexto (Mesquita, 2011; Neves, 2009; Tojal, 2013).
Recursos Táteis de forma geral	<p>14. Selecionar peças/obras a serem transpostas por recursos táteis de maneira a representar bem o acervo da instituição - temática, período cronológico, estilo, materiais (Tojal, 2013).</p> <p>15. Considerar o tempo adequado para: o manuseio dos artefatos táteis; o número de peças a serem utilizadas; o número de visitantes por grupo; e até mesmo, a natureza do acervo.</p> <p>16. A dimensão dos recursos táteis não deve exceder ao alcance dos braços. Obras muito pequenas devem ser ampliadas e obras muito grandes devem apresentar um modelo reduzido e/ou simplificado para primeira compreensão.</p> <p>17. Utilizar materiais cujas propriedades sejam seguras ao toque. Caso contrário, o visitante deve ser devidamente alertado, a fim de que possa optar entre tocar ou não na peça.</p> <p>18. Elaborar informações preparatórias para a experiência tátil, assim como materiais complementares para reduzir a possível diferença de compreensão das pessoas com diferentes graus de severidade de deficiência visual e/ou vivências nesse contexto.</p>
Superfícies em relevo	<p>23. O trabalho em relevo deve ser simplificado de forma que a informação seja clara e objetiva.</p> <p>24. Seguir uma lógica com gradativa evolução das informações conforme a complexidade das obras, mesmo que isso implique no uso de mais recursos em sequência</p>
Réplicas	<p>25. Definir o material de réplicas de acordo com seu custo, durabilidade e manutenção.</p> <p>26. Confeccionar réplicas no mesmo material que o original ou com propriedades semelhantes. Quando executada em material diferente do original, uma amostra deve ser disponibilizada.</p>
Audioguias	<p>33. Os audioguias devem permitir uma descrição sonora com informações históricas, culturais ou mesmo técnicas por meio de comentários que podem incluir também músicas, sons e descrições de imagens para ajudar o público a se situar na visita.</p> <p>34. Considerar uma lógica para o desenvolvimento dos audioguias que proporcione autonomia aos visitantes, facilitando a compreensão, orientação espacial e deslocamento.</p>
Audiodescrição	<p>35. Criar uma interação dinâmica entre as palavras, a voz e os efeitos sonoros para o equilíbrio e harmonia entre as cargas informativas e expressivas da audiodescrição (Neves, 2011).</p> <p>36. De forma geral, deve-se começar por uma abordagem mais abrangente para então seguir aos detalhes, respeitando o tempo de assimilação para construção da imagem mental do objeto (Mesquita, 2011).</p> <p>37. Descrever as cores dos objetos/obras, pois as referências para as cores vão além da sua descrição visual, tendo cargas emocionais e culturais. Também pode-se descrever as qualidades táteis das cores para ajudar no processo de compreensão (Magalhães e Araújo, 2013).</p> <p>38. Descrever com clareza e objetividade as suas dimensões e estrutura espacial.</p> <p>39. Cuidar o tempo de audição por peça para não tornar a visita cansativa. Quando há a necessidade de uma maior duração, sugere-se que sejam divididas em diferentes faixas</p> <p>40. A descrição deve indicar a condição da peça/obra em exposição (se está em vitrina fechada, bancada, estado de conservação etc.).</p>

Fonte: Adaptado de Cardoso e Silva (2019).

Tendo em vista os aspectos analisados, a adoção de diretrizes e métodos que integrem o desenvolvimento de recursos táteis e sonoros é essencial para garantir sua eficácia na comunicação acessível. Para isso, é fundamental considerar parâmetros como escala, nível de detalhamento e organização das informações, equilibrando clareza e complexidade para evitar esgotamento cognitivo. Além disso, o envolvimento dos usuários no processo de concepção, conforme preconizado pelo design centrado no usuário, assegura que os recursos desenvolvidos atendam às suas reais necessidades.

Diante do reconhecimento dos recursos de tecnologia assistiva para a comunicação acessível a pessoas com deficiência visual (apresentados nas seções anteriores), bem como das diretrizes e métodos para seu desenvolvimento, abordados nesta seção, torna-se necessário discutir as técnicas de produção desses modelos, com destaque para as tecnologias de fabricação digital. Esse tema será explorado na próxima seção.

2.7 Tecnologias de fabricação digital

O uso de tecnologias digitais no contexto patrimonial tem sido amplamente discutido, à medida que os processos de construção, organização e disseminação de informações tornam-se cada vez mais condicionados por elas. Essas tecnologias oferecem muitas possibilidades de interação com o patrimônio, sendo possível observar vantagens, tanto no planejamento de ações de proteção do patrimônio quanto na criação de registros documentais para a preservação da memória (Canuto *et al.*, 2017).

A tecnologia do escaneamento 3D tem possibilitado muitas vantagens nos campos de museologia e arqueologia, como na captura de detalhes, preservação e criação de réplicas (Pollalis *et al.*, 2018). De acordo com Groetelaares e Amorim (2011), um levantamento com a tecnologia 3D *Laser Scanning* segue no geral as seguintes etapas: (a) planejamento; (b) aquisição de dados; (c) pré-processamento; (d) processamento; (e) análise da precisão do modelo gerado; e (f) exportação dos produtos.

O produto primário obtido por meio desse sistema de varredura é um modelo geométrico do tipo “nuvem de pontos”. Cada ponto que constitui a nuvem é

representado por suas coordenadas cartesianas (x, y e z), além de um ou mais atributos associados, tais como: às componentes RGB, a distância entre o ponto e um referencial específico e propriedades do material, como refletância, temperatura etc. (Groetelaares e Amorin, 2011).

A nuvem de pontos possui inúmeras finalidades, como medição, visualização tridimensional, renderização e animação, sendo utilizada principalmente para a geração de modelos geométricos que podem posteriormente retrabalhados em ferramentas CAD - *Computer Aided Design*, e nas últimas décadas, em ferramentas BIM - *Building Information Modeling*. A maior parte das aplicações exige a transformação do modelo de nuvem de pontos em outros tipos de modelos, como os modelos de superfícies ou sólidos, que podem ser paramétricos ou não (Groetelaares e Amorin, 2011). A partir do modelo de superfície digital, gerado pelo processamento da nuvem de pontos, podem ser extraídos modelos físicos através de sistemas de prototipagem rápida (*rapid prototyping*) e fabricação digital (*digital fabrication*).

Segundo Volpato (2007), o termo “prototipagem rápida” refere-se a processos de fabricação automatizados que ocorrem a partir de sistemas aditivos. Nesse processo, objetos físicos tridimensionais são fabricados por meio da adição sucessiva de camadas de material, a partir de informações obtidas diretamente do modelo geométrico gerado no sistema CAD. Os sistemas aditivos variam conforme o material utilizado no processo de fabricação, que pode ser sólido, líquido ou em pó.

Celani e Pupo (2008), explicam que os métodos automatizados baseados em sistemas subtrativos são comumente denominados como “sistemas de fabricação digital”. Nesses sistemas, um bloco de material é usinado seletivamente por fresas que se movem automaticamente em diferentes direções e podem contar ainda com um eixo rotativo que posiciona o bloco, reduzindo a necessidade de deslocamento da fresa. Os sistemas subtrativos incluem fresas CNC (*Computer Numeric Control*) e sistemas de corte, como cortadoras a laser, jato d'água e plasma-arc.

Os sistemas de produção automatizada trabalham com três tipos de dimensões, segundo Celani e Pupo (2008), nas categorias: bidimensional (2D), duas dimensões e meia (2.5D) e tridimensional (3D). As autoras exemplificam que, entre os sistemas, a cortadora de vinil representa um modelo bidimensional, capaz de cortar apenas materiais finos, como papel. Já uma fresa de controle numérico com *spindle*

realiza cortes planos e relevos, mas não cria modelos tridimensionais complexos, sendo, portanto, classificada como 2.5D. Em contraste, fresas de três eixos e sistemas de manufatura aditiva são considerados efetivamente tridimensionais.

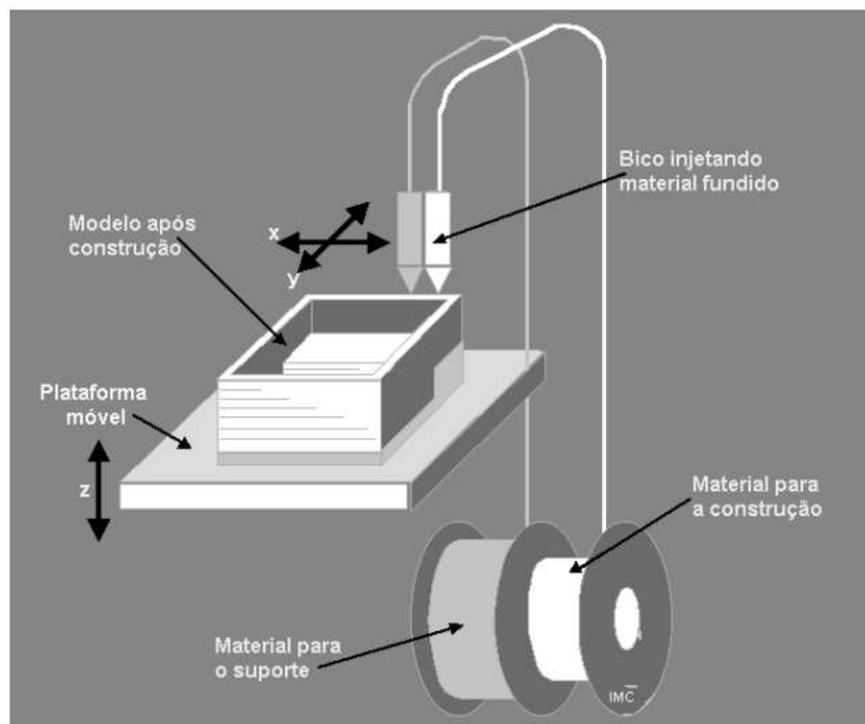
Alinhadas aos objetivos deste estudo, as próximas seções apresentarão dois processos de fabricação utilizados na pesquisa: impressão 3D e corte a laser. Além disso, serão apresentados estudos relacionados à divulgação do patrimônio cultural, que exploram o uso dessas técnicas para promover a acessibilidade do público.

2.7.1 Modelagem por fusão e deposição – FDM (Impressão 3D)

A Modelagem por Fusão e Deposição (FDM - *Fused Deposition Modeling*) é uma tecnologia pioneira da manufatura aditiva, pertencente à categoria de processos baseados na extrusão de material, conforme a norma ISO/ASTM 52900:2021(en). Desenvolvida em 1988, a tecnologia FDM começou a ser comercializada em 1992 pela empresa norte-americana Stratasys Ltd. De acordo com Volpato (2017), o fim do período de patente da FDM resultou no aumento das tecnologias de baixo custo baseadas em extrusão de material. Muitas dessas tecnologias surgiram como iniciativas de instituições de pesquisa que disponibilizaram seus projetos em arquitetura aberta (*open source*), grande parte delas baseada na FDM.

Conforme Foggiatto (2005), o princípio do processo FDM utiliza um sistema de construção que combina o movimento de uma plataforma na direção vertical (eixo z) com o deslocamento de um cabeçote extrusor no plano horizontal (eixos x e y). Esse cabeçote possui dois bicos extrusores: um para o material principal e outro para o material de suporte. O cabeçote extrusor traça os perímetros da seção transversal e os preenche, construindo camada por camada até a finalização do protótipo. O uso de suportes é apenas necessário em casos de geometrias suspensas.

Figura 11 – Esquema simplificado do processo FDM



Fonte: Foggiatto (2005).

A tecnologia FDM, bem como os demais modelos baseados nela, utilizam como matéria-prima polímeros termoplásticos, na forma de filamentos. Segundo Besko, Bilyk e Gritten (2017) os filamentos mais utilizados são: PLA (Poliácido Láctico), ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), PETG (Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol), Nylon, os flexíveis TPE (Elastômero Termoplástico), TPU (Poliuretano Termoplástico) e TPC (Policarbonato Termoplástico) e PC (policarbonato). Os referidos autores indicaram o PLA como o filamento mais sustentável entre os mencionados. Explicam que isto se dá pelo fato de o PLA ser um termoplástico biodegradável e não tóxico, derivado de fontes renováveis. Além disso, é um filamento que dispensa o uso de mesa aquecida durante a impressão e requer uma temperatura de extrusão mais baixa para atingir seu ponto de fusão. No entanto, é o filamento mais frágil entre os listados, apresentando menor durabilidade. Assim, os autores destacaram que a escolha do filamento deve considerar o uso final do objeto e respeitar as especificações técnicas, ponderando sempre os aspectos ambientais.

A concepção de objetos em sistemas de manufatura aditiva segue etapas semelhantes. Conforme Volpato e Carvalho (2017), as principais etapas desses sistemas, incluindo o FDM, são: (1) modelagem tridimensional do objeto (em um sistema CAD, por exemplo); (2) obtenção do modelo geométrico 3D em formato

compatível com a manufatura aditiva (STL – *SteroLithography*, por exemplo); (3) a configuração do processo de fabricação em camadas (fatiamento do modelo 3D, necessidade de adicionar ou não suportes e estratégia de deposição do material); (4) fabricação do objeto no equipamento; e (5) pós-processamento, que inclui limpeza e acabamento do objeto (varia bastante de acordo com a tecnologia).

Usualmente, os modelos de superfícies digitais são representados em um arquivo STL, formato considerado padrão na indústria de equipamentos de manufatura aditiva, e, portanto, o mais utilizado. O STL caracteriza-se pela representação dos modelos 3D como uma matriz de coordenadas de triângulos planos que possibilitam o fatiamento nos programas de impressão 3D (Cardoso *et al.*, 2013). Fundamentalmente, essa representação foi concebida para ser interpretada por qualquer sistema de manufatura aditiva, independente do sistema operacional ou dos recursos computacionais; essa característica lhe garante alta portabilidade e uma interoperabilidade essencial para os equipamentos e programas da área (Foggiatto e Silva, 2017).

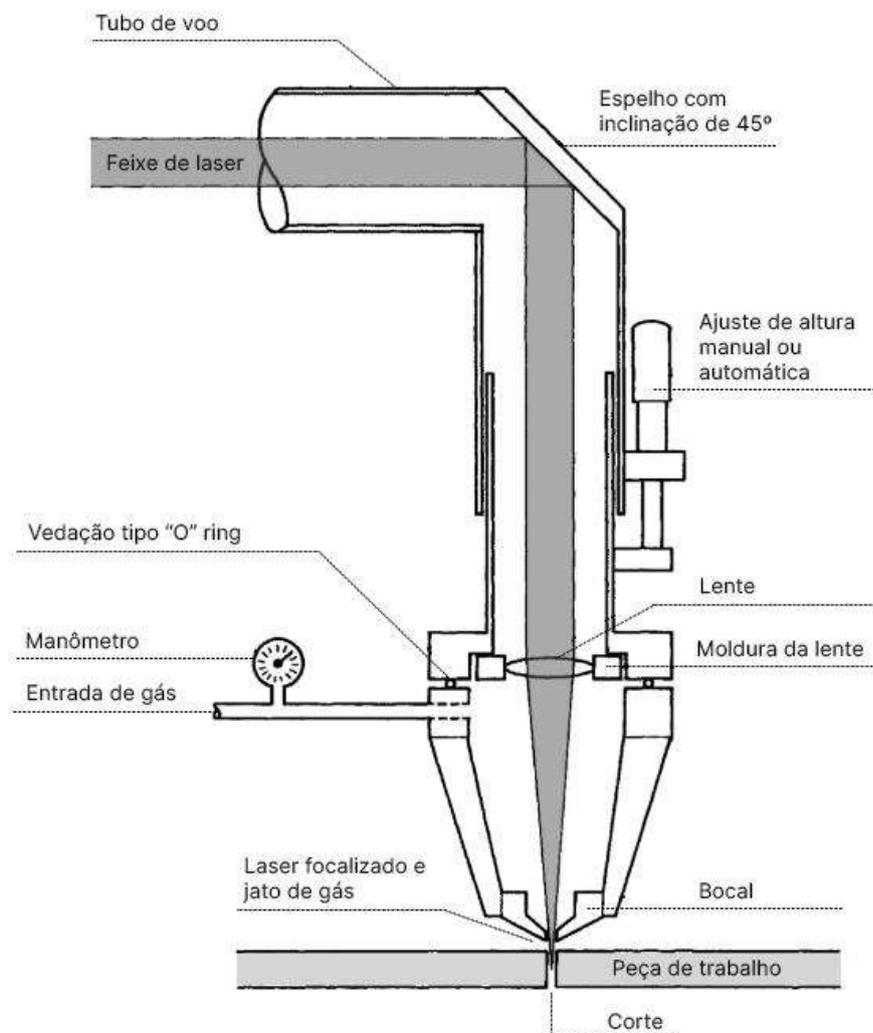
Em relação às principais vantagens da tecnologia FDM, Volpato (2017) destacou: a simplicidade no princípio de deposição de material; a possibilidade de utilizar diversos termoplásticos, incluindo polímeros de engenharia; a estabilidade dos materiais, que são resistentes a intempéries mecânicas e químicas; a ausência de necessidade de pós-cura dos materiais, permitindo a produção de peças com propriedades mecânicas adequadas para testes funcionais ou aplicações finais; e a viabilidade de uso em ambientes de escritório com materiais que não exigem sistemas de exaustão, embora certos plásticos de engenharia possam liberar odores indesejáveis.

Quanto as limitações Volpato (2017) apontou: precisão dimensional e resolução de detalhes restritas, pois dependem do diâmetro do bico; necessidade de estruturas de suporte em áreas suspensas ou geometrias negativas com inclinação abaixo do ângulo de autossuporte; demanda por pós-processamento para remoção dos suportes, cuja dificuldade varia conforme o material e a geometria da peça; número limitado de materiais disponíveis no mercado; e processo relativamente lento, limitado pela velocidade controlada de vazão do material no bico, para contemplar a conexão entre os tempos de fusão e solidificação de acordo com as especificidades dos materiais de impressão envolvidos.

2.7.2 Corte a Laser

A tecnologia do laser, desenvolvida em 1960, é uma ferramenta que permite ao usuário controlar a forma e a quantidade de energia direcionada a um ponto específico (Hecht; Teresi, 1998). Com base nisso, o princípio fundamental do corte a laser consiste em focalizar um feixe de luz infravermelha de alta intensidade, direcionado por meio de um conjunto de espelhos, em uma peça de trabalho. Esse feixe, ao passar por uma lente, gera aquecimento localizado, causando a fusão completa do material na profundidade configurada, conforme ilustrado na Figura 12 (Powell, 1993).

Figura 12 – Esquema do princípio fundamental do corte a laser.



Fonte: Powell (1993), com edição da autora.

Segundo Gerck e Lima (1997), um sistema de corte a laser é formado por uma unidade de laser de média ou alta potência, geralmente de CO₂ (dióxido de carbono), uma mesa de posicionamento para suporte de fixação da peça de trabalho e uma

unidade de controle numérico computadorizado (CNC). O CNC coordena o deslocamento do bocal de corte (através dos eixos x e y), ajusta a óptica de focalização e controla o fluxo dos gases de corte, além dos parâmetros de operação do laser, como a potência contínua ou pulsada.

Para materialização física de um modelo digital 3D por meio de corte a laser, conforme Florio e Tagliari (2008), deve-se seguir as seguintes etapas: (1) criar o desenho 2D em ferramenta CAD de todos os componentes individualmente; (2) organizar as camadas (*layers*) e cores, especificando quais componentes serão cortados e quais serão apenas marcados superficialmente; (3) diagramar os componentes em pranchas, de acordo com as dimensões da área de trabalho da máquina de corte a laser; (4) ajustar a máquina conforme o material a ser utilizado, além de limpar a lente e ajustar o foco do laser; (5) configurar os parâmetros no programa gráfico como se fosse “plotar” o arquivo, determinando a potência do raio laser a ser enviado para a execução da gravação ou corte; (6) aguardar a execução dos cortes e gravações pela máquina nas peças; (7) realizar a montagem manual dos componentes em três dimensões.

No processo de corte e gravação, há procedimentos de configuração realizados no *software* da máquina, ajustados conforme o material a ser utilizado. Para isso, na etapa de desenho em CAD, as linhas do modelo devem ser organizadas em camadas (*layers*), de modo que, posteriormente, possam ser configurados os parâmetros de potência e velocidade do feixe de laser (Florio e Tagliari, 2008). Esses parâmetros são determinantes para alcançar os efeitos desejados de gravação ou corte, estando diretamente relacionados com densidade e espessura de cada material (Pupo, 2009; Cidade, 2012).

Sobre essas relações, Cidade (2012) explica que, quanto maior a potência do feixe de laser, mais intensamente ele atinge o material, resultando em cortes mais profundos e maior interação com zonas adjacentes. De modo geral, potências elevadas possibilitam cortar ou gravar com maior velocidade, reduzindo o tempo de exposição do feixe ao material. Velocidades menores tendem a promover o corte, enquanto velocidades maiores são mais adequadas para gravação da peça. No entanto, isto varia conforme o tipo de material, exigindo ajuste tanto na velocidade quanto na potência do feixe de laser.

As vantagens do corte a laser, especialmente com lasers de CO₂, incluem alta eficiência e precisão, além da capacidade de trabalhar com uma ampla variedade de materiais, como madeira, acrílico, cortiça, papéis e metais de diferentes espessuras (Pupo, 2009; Cidade, 2009). Como técnica de corte, oferece a vantagem de fundir e vaporizar o material diretamente na linha de corte, eliminando os subprodutos de forma automática, e conseqüentemente, gerando menos resíduos em comparação com outros processos de usinagem (Cidade *et al.*, 2016).

Em comparação com sistemas de manufatura aditiva, a fabricação de um objeto tridimensional por corte a laser apresenta algumas limitações. Esse processo exige a planificação do modelo 3D e, posteriormente, a montagem manual das peças. Por isso, é necessário que os desenhos em CAD sejam preparados com encaixes para facilitar a montagem das partes do objeto. Contudo, no contexto do ensino de arquitetura, por exemplo, esse processo contribui significativamente, por meio da produção de maquetes, para a interpretação e compreensão dos projetos arquitetônicos pelos estudantes. Além de permitir a materialização física do projeto em escala reduzida, ele possibilita uma análise detalhada, decompondo e recompondo o objeto em suas formas bidimensionais e tridimensionais (Florio; Tagliari, 2008).

Outro aspecto relevante refere-se aos riscos e às medidas de proteção no manuseio desse equipamento. Durante o processo de corte a laser, ocorre a geração de altas temperaturas, o que pode aumentar o risco de incêndio, especialmente ao cortar materiais inflamáveis. Para mitigar esses riscos, é fundamental manter a área limpa, dispor de extintores e monitorar os sensores de temperatura da máquina. Além disso, recomenda-se o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como máscaras com filtro para evitar a inalação de substâncias nocivas, protetores auriculares para atenuar o ruído contínuo e óculos de proteção para proteger os olhos de reflexos do laser e partículas em suspensão (ADHMT, 2024).

2.7.3 Estudos Relacionados

Com a popularização de técnicas como o corte a laser e a impressão 3D a criação de recursos táteis tem se tornado mais acessível, ampliando as possibilidades de produção de recursos de tecnologia assistiva para pessoas cegas em diferentes cenários, incluindo a fruição do patrimônio. A seguir, são apresentados estudos que

contribuíram para a construção de repertório sobre tipos de recursos táteis derivados de investigações sobre o uso dessas tecnologias na produção de materiais voltados à acessibilidade e mediação do patrimônio cultural.

Em Pietrzykowska (2015), foi descrito o desenvolvimento de uma maquete tátil relativa ao ambiente da sala de jantar do Palácio Poznanski (Figura 13), situada no Museu da Cidade de Lodz, na Polônia. Conforme esta descrição, o estudo objetivou afirmar a importância de modelos táteis para tornar o patrimônio material acessível a pessoas com deficiência visual. A maquete desenvolvida é composta por elementos gerados por impressão 3D e corte a laser. Sobre o uso dessas técnicas, o autor relata algumas vantagens. Em relação a impressão 3D, ressalta a facilidade de reimpressão e aprimoração dos modelos (o estudo fez uso do PLA) e a possibilidade de serem limpos e desinfetados, apontando essa característica ideal para a percepção tátil. Quanto ao corte a laser, destaca sobre ser essencial para o corte de formas complexas e de determinadas dimensões, resultando em modelos com bordas lisas sem falhas, apontando isto como aspecto importante para o conforto e a segurança para a exploração tátil.

Neste caso pode-se deduzir da conveniência em mesclar os processos de produção, tendo-se peças únicas na parte superior do modelo, impressas em 3D, auxiliando à rigidez do conjunto, tendo em conta que os modelos em corte a laser são executados em partes e colados ou encaixados, sendo assim mais vulneráveis para avarias. Outra vantagem é a possibilidade de propositalmente querer distinguir a materialidade entre as partes (textura) e até mesmo a cor, sem a exigência de tratamento sobre o material (pintura). Deve-se ter em conta a importância de um desenho universal, pois o modelo servirá também para pessoas sem deficiência visual.

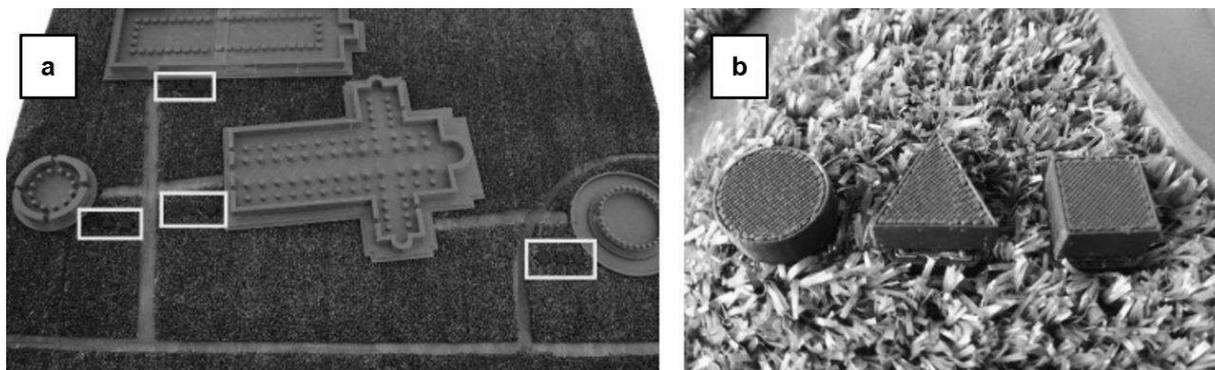
Figura 13 – Modelo tátil da sala de jantar do Palácio Poznanski sendo explorado por visitantes cegos



Fonte: Pietrzykowska (2015).

Segundo Leporini *et al.* (2020), o design de impressão 3D ainda apresenta lacunas em termos de percepções pelo toque e uso em contextos reais. Além disso, destacam que embora existam projetos de interação multimodal para pessoas com deficiência visual, a maioria utiliza abordagens táteis bidimensionais com partes em relevo, sem modelos verdadeiramente 3D. A partir dessa problemática, os referidos autores desenvolveram um experimento com um modelo 3D interativo da *Piazza dei Miracoli*, na Itália. O principal objetivo foi permitir que pessoas com e sem deficiência visual explorassem o sítio cultural de forma autônoma, acessando informações por meio de elementos táteis e audiodescrições. Conforme a Figura 14 (a), o modelo interativo é composto por um mapa tátil do terreno, que delimita os caminhos principais e apresenta representações táteis das edificações. Próximo a cada modelo tátil, há três botões (Fig. 14b), cada um correspondente a um tipo de informação: círculo – informações práticas; triângulo – informações históricas; e quadrado – informações arquitetônicas.

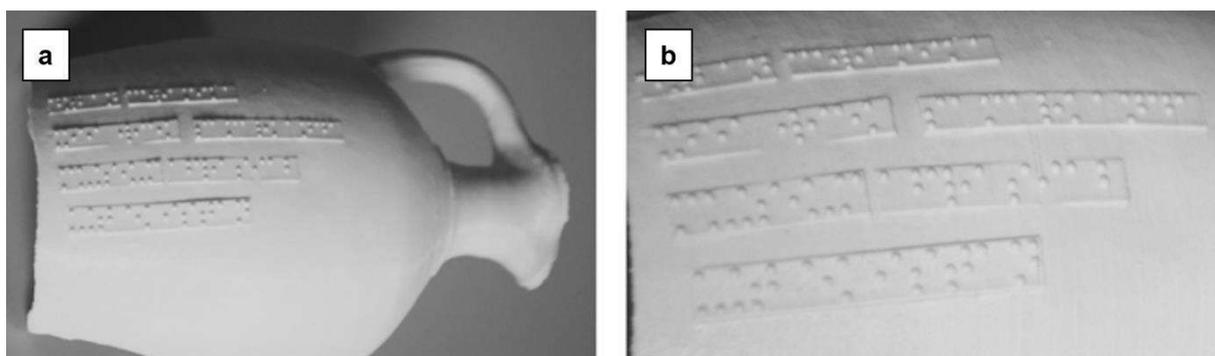
Figura 14 – (a) Modelo 3D interativo da Piazza dei Miracoli com a indicação dos botões para o acionamento de informações de áudio; (b) Detalhe dos botões



Fonte: Leporini *et al.* (2020), com edição da autora.

O estudo de Montusiewicz *et al.* (2022) envolveu técnicas de escaneamento, modelagem e impressão 3D para criar réplicas de objetos museológicos da região da Rota da Seda, visando contribuir para a acessibilidade de pessoas cegas a bens culturais por meio de recursos táteis. A inovação do estudo residiu na integração da réplica de um item com sua descrição em braile em um único objeto 3D, conforme ilustrado na Figura 15. Os autores relataram que experimentos realizados com um grupo de pessoas com deficiência visual simulada e com uma pessoa cega de nascença demonstraram que modelos 3D impressos são úteis para compartilhar objetos do patrimônio cultural. O material PLA, utilizado na impressão 3D, foi bem avaliado, sendo descrito como agradável ao toque, além de proporcionar leveza e facilitar a manipulação dos modelos. A inclusão de descrições em braile nas superfícies dos objetos permitiu um reconhecimento multifuncional, combinando forma e conteúdo informativo. Entretanto, nem todas as escalas testadas foram imediatamente legíveis, devido a espaçamentos insuficientes entre as letras ou a pequenos defeitos na impressão.

Figura 15 – (a) Modelo de jarro com descrições integradas em Braille; (b) Detalhe das escalas das inscrições nas linhas seguintes (começando do topo): 100%, 110%, 120% e 130%.



Fonte: Montusiewicz *et al.* (2022), com edição da autora.

Os estudos analisados demonstram o potencial das tecnologias de fabricação digital, como a impressão 3D e o corte a laser, na produção de modelos táteis acessíveis para a interpretação do patrimônio cultural. Observa-se que a adoção dessas técnicas viabiliza a criação de representações detalhadas, desde que em uma escala adequada, e duráveis, conforme a escolha do material. Além disso, os estudos revisados apresentam exemplos relevantes de como os recursos táteis podem ser complementados por outros recursos de tecnologias assistivas. Em Pietrzykowska (2015), a maquete tátil é associada à audiodescrição ao vivo; em Leporini *et al.* (2020), o modelo tátil conta com um sistema de áudio acionado eletronicamente; e em Montusiewicz *et al.* (2022), a réplica do acervo é combinada à escrita em braile. Essas abordagens, além de expandirem as formas de interação de pessoas com deficiência visual na fruição do patrimônio, também promovem experiências mais autônomas e significativas. No entanto, as pesquisas evidenciam desafios, como ajustes na escala e na legibilidade das informações táteis, indicando a necessidade de aprimoramento contínuo das metodologias.

3 Metodologia

Esta pesquisa adota uma abordagem quali quantitativa, predominantemente descritiva. Quanto aos objetivos, se caracteriza como exploratória uma vez que busca proporcionar maior familiaridade com o problema investigado, conforme descrito por Gil (2002).

O estudo teve como objetivo reconhecer as potencialidades das interfaces tangíveis e investigar sua aplicação em espaços museais como ferramenta para apoiar a interpretação do patrimônio cultural e promover uma comunicação mais inclusiva. Para isso, foram adotados materiais e métodos fundamentados nos conceitos e nos estudos apresentados anteriormente. Desta maneira, foram considerados os desafios da acessibilidade e a necessidade de identificar estratégias que ampliem a participação de públicos diversos.

Dado esse contexto, o estudo de caso foi adotado como abordagem metodológica, permitindo a análise aprofundada da aplicação da interface tangível em um ambiente museológico real. Segundo Yin (2015), essa estratégia é adequada para investigar fenômenos contemporâneos em seu contexto real, especialmente quando os limites entre ambos não estão claramente definidos. Além disso, o autor destaca que o estudo de caso se baseia em múltiplas fontes de evidências, considerando um número maior de variáveis em relação aos pontos de dados.

Assim, o Museu do Doce foi selecionado como contexto museológico para a experimentação, considerando seu potencial para a investigação da comunicação e interpretação da arquitetura da edificação que o abriga. Nesse cenário, a pesquisa envolveu a observação da interação dos visitantes com a mesa tangível, com o objetivo de compreender como essa interface contribui para a interpretação do espaço arquitetônico no ambiente real de visitação. A partir dessas interações e das impressões dos visitantes, espera-se gerar evidências para a pesquisa e identificar variáveis significativas a serem analisadas.

3.1 Caminhos da pesquisa

Situações naturais foram buscadas a partir de ações de extensão, para construção de um entorno para realização dos experimentos. Isto implicou tanto na

escolha do local, quanto nas circunstâncias de desenvolvimento de uma aplicação para experimentação, buscando atender os objetivos do estudo.

O estudo foi desenvolvido no contexto do Museu do Doce, situado em Pelotas/RS. Sob administração da UFPel, o local caracteriza-se como um museu universitário, sendo um ambiente propício para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, ensino e extensão. Trata-se de um espaço de diálogo entre universidade e sociedade, sob o objetivo de contribuir para a democratização do conhecimento e a inclusão social, aspectos que são centrais nesta pesquisa.

Na perspectiva do Desenho Universal, o estudo partiu do desenvolvimento de um recurso de tecnologia assistiva caracterizado como uma aplicação para uma mesa tangível a ser problematizado a partir de experimentos, de projeto e de uso, envolvendo processos colaborativos com pessoas com deficiência visual e visitantes em geral do Museu do Doce. As atividades que envolvem pessoas com deficiência visual foram realizadas em parceria com a Associação Escola Louis Braille, mantenedora da Escola de Educação Especial Louis Braille, do Departamento de Atendimento Educacional Especializado e do Centro de Reabilitação Visual Louis Braille, localizada na cidade de Pelotas/RS. A Associação em questão presta atendimento gratuito a pessoas com cegueira e baixa visão, com ou sem outras deficiências associadas. Há alguns anos, a Escola Louis Braille tem sido parceira em diversos projetos da UFPel, que se destacam pelo caráter extensionista (Coordenação de Comunicação Social UFPel, 2023).

Algumas etapas desta investigação foram desenvolvidas junto à disciplina de Requisitos Curriculares de Extensão (RCE), de caráter obrigatório para o Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel, na qual a presente autora realizou o estágio docente. A disciplina em questão possui carga horária semanal de 4 horas/aula, sendo 1 hora dedicada ao encontro formativo e as demais horas destinadas à produção de recursos, direcionado ao projeto do GEGRADI/FAUrb/UFPel escolhido pelo estudante, além da realização de ações extensionistas. A disciplina foi acompanhada durante dois semestres: 2022/1 e 2022/2.

O direcionamento das atividades de extensão esteve apoiado na Política Nacional de Extensão Universitária (PNExt), publicada pelo Fórum de Pró-Reitores das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras – FORPROEX (2012).

Esta política estabelece orientações para ações de extensão universitária com base nas seguintes diretrizes:

Interação Dialógica: orienta o desenvolvimento de relações colaborativas entre a Universidade e setores sociais, para promover um diálogo que transcenda a hegemonia acadêmica e que produza, a partir da interação com a sociedade, um novo conhecimento.

Interdisciplinaridade e Interprofissionalidade: busca combinar a visão especializada com a visão holística da realidade, para que as ações extensionistas apresentem a consistência teórica e operacional, as quais são necessárias para que essas ações cumpram efetivamente o seu papel como agente de transformação social.

Indissociabilidade entre Ensino - Pesquisa - Extensão: na relação entre o Extensão e Ensino, essa diretriz objetiva colocar o estudante como protagonista de sua formação técnica e de sua formação cidadã; já na relação entre Extensão e Pesquisa, a Extensão Universitária se apoia, principalmente, em metodologias participativas, que priorizam métodos de análise inovadores, a participação dos atores sociais e o diálogo, em prol da produção de conhecimento.

Impacto na Formação do Estudante: reconhece a importância das atividades de extensão na formação dos estudantes, por estas atividades possibilitarem a ampliação do conhecimento e o contato direto com questões contemporâneas; busca contribuir para o enriquecimento da experiência dos discentes em aspectos teóricos e metodológicos.

Impacto e Transformação Social: reafirma a Extensão Universitária como meio para estabelecer a inter-relação entre Universidade e os outros setores da sociedade, na perspectiva de promover uma atuação transformadora, focada nos interesses e necessidades de grande parte da população, além contribuir para o desenvolvimento social e regional, assim como para o aperfeiçoamento das políticas públicas.

O estudo envolveu diversas etapas, não necessariamente desenvolvidas de forma sequencial, mas organizadas para abordar diferentes aspectos e atender aos objetivos da pesquisa, conforme listado a seguir:

3.1.1 Atendimento às questões de ética envolvidas na pesquisa

As atividades realizadas nesta pesquisa estão inseridas no projeto “Mesa Tangível Interativa: implementação e experimentação em espaços culturais e educativos”, registrado no Comitê de Ética da UFPel, sob nº CAAE: 60509522.7.0000.5317 (Apêndice A – Parecer Técnico). Desse modo, as ações que envolveram instrumentos de pesquisa com seres humanos foram conduzidas somente após a devida aprovação do Comitê de Ética da Universidade. Os instrumentos utilizados foram questionários e observações, com registros em imagens e vídeos.

3.1.2 Revisão teórica e tecnológica

A etapa de revisão, apresentada no Capítulo 2, foi realizada para reconhecer as teorias que envolvem a valorização e preservação do patrimônio cultural, identificando abordagens utilizadas para a sua interpretação. Nesse sentido, buscou compreender as estratégias de acessibilidade comunicacional para pessoas com deficiência visual, identificando os principais recursos de tecnologia assistiva para a comunicação desse público, bem como as diretrizes e metodologias aplicadas no processo de concepção e aplicação, especialmente de recursos táteis e sonoros, além das tecnologias de fabricação digital utilizadas em sua produção.

3.1.3 Reconhecimento do entorno

Para avaliar as potencialidades da mesa tangível como meio de interpretação e a sua conveniência de uso no Museu do Doce, foi necessário desenvolver uma aplicação que serviu como objeto dos experimentos e observações. A escolha do tema abordado na aplicação foi realizada com base na experiência prévia desta pesquisadora com modelos táteis relativos à edificação que abriga o Museu do Doce. Esta edificação vem sendo explorada como objeto de representação arquitetônica desde 2015.

No âmbito deste estudo, partiu-se do reconhecimento de toda a produção técnica, científica e tecnológica relacionada ao Casarão 8, desenvolvidas pelo GEGRADI/FAUrb/UFPel entre março de 2015 e março de 2022, relativa aos Projetos “MODELA Pelotas”, “Museu do conhecimento para todos” e “OFICINAS de Ensino/Aprendizagem de Gráfica Digital”. A busca ocorreu em fóruns científicos,

congressos de iniciação científica, encontros de pós-graduação e eventos específicos da área de Representação Gráfica e do Patrimônio Histórico e Cultural.

Foram identificados 23 trabalhos, entre artigos e resumos expandidos, que adotaram como objeto de estudo o Casarão 8. Esses foram distribuídos entre as seguintes categorias: **análise geométrica** (Leitzke *et al.*, 2015; Borges; Silveira; Borda, 2016; Borda *et al.*, 2022), **jogo didático** (Silva & Silva, 2020), **técnica de levantamento tridimensional** (Silva *et al.* 2016; Cava; Silveira; Borda, 2016; Freitas *et al.*, 2017; Lopes; Silva, 2017; Xavier Junior *et al.* 2017), **recurso tátil** (Peronti; Veiga; Borda, 2016; Nunes *et al.*, 2018; Braga; Almeida; Borda, 2018; Goulart; Nunes; Silva, 2018), **recurso de áudio** (Cruz Júnior; Rossi; Silva, 2016), **recurso audiovisual interativo** (Michelon *et al.* 2020; Silva *et al.*, 2021) e **reflexão sobre a produção técnica** (Peronti; Veiga; Borda, 2016; Borda, 2017; Cava *et al.*, 2017; Lopes; Borda, 2017; Leandro; Borda; Pires, 2019), **projeto de adorno para um mobiliário** (Souza; Borda, 2017) e **método para o desenvolvimento de modelos táteis** (Silva *et al.*, 2020).

Este conjunto de trabalhos foi analisado para identificar a relação entre a produção científica, as tecnologias empregadas e os produtos gerados (Apêndice B). A partir dessa sistematização, esta produção foi problematizada, para identificar os recursos físicos e digitais disponíveis para serem utilizados como interfaces naturais de aplicações para a mesa tangível. Esses recursos incluem:

- Modelo digital do todo da edificação, a partir de uma nuvem de pontos;
- Mapas táteis, referente a planta baixa do pavimento térreo do casarão: fixos (com audiodescrição, legendas em texto ou legendas no sistema braile) e portáteis (com legenda em texto).
- Maquetes bidimensionais e tridimensionais dos estuques do teto;
- Maquetes do elemento claraboia;
- Maquetes bidimensionais das fachadas.
- Maquete representando as edificações do entorno da Praça Coronel Pedro Osório.

Destaca-se, também, a existência de outros recursos disponíveis, os quais se tem acesso, produzidos a partir de demandas dos Projetos mencionados, úteis para o processo de desenvolvimento da aplicação:

- Audiodescrição dos ambientes do corpo principal da edificação: hall de entrada, sala da claraboia, sala de música, sala de visitas, quarto do casal, quarto das filhas, quarto do filho, sala de costuras e escritório;
- Legenda dos ambientes do pavimento térreo no sistema braile;
- Livro Multiformato “A Casa do Conselheiro” (Coelho *et al.* 2018);
- Desenhos técnicos em sistema CAD (plantas baixas, fachadas e cortes).

A partir da análise dos estudos levantados, observou-se que os mapas táteis foram as representações mais exploradas até então. Esses mapas são basicamente bidimensionais e se utilizam da lógica do desenho técnico, em planta baixa, o que exige um aprendizado especializado para a leitura tátil. Os resultados dos estudos revisados indicaram os mapas táteis como ferramentas potentes na perspectiva do Desenho Universal, sendo valorizados por pessoas com e sem deficiência visual nos experimentos realizados pelo GEGRADI/FAUrb/UFPel no Museu do Doce/UFPel. Isto reforça a conveniência de explorar novas possibilidades de configuração dos mapas táteis, conforme mencionado em Braga, Almeida e Borda (2018).

Apesar disso, foi observada uma lacuna em relação a continuidade da narrativa tangível construída com base nos recursos preexistentes. Dessa forma, visando avançar nas possibilidades de configuração dos mapas táteis, sob a adição de uma nova tecnologia, concentra-se na exploração da dinâmica de uso deste tipo de recurso para desenvolver uma aplicação para a mesa tangível, na qual os recursos preexistentes sejam complementares.

3.1.4 Estratégia de construção de uma interface tangível

Nesta etapa, como estratégia para o desenvolvimento da aplicação, foi projetada uma interface para promover a discussão colaborativa, especificamente sobre suas representações físicas (tokens). O protótipo incluiu um mapa tátil e um modelo tridimensional da volumetria do hall de entrada do edifício que abriga o Museu do Doce.

Conforme apresentado na seção 2.6.4, a adaptação de representações bidimensionais para modelos tridimensionais requer um estudo prévio para compreender as necessidades de uso do objeto, bem como as facilidades e dificuldades que pessoas cegas podem enfrentar ao interpretá-los (Juliasz, Freitas e

Ventorini, 2007). Além disso, no processo de design, o envolvimento dos usuários finais — tanto pessoas com deficiência visual quanto videntes — é fundamental para garantir a acessibilidade e uma experiência de uso adequada dos modelos (Leporini *et al.*, 2020).

Dessa maneira, o objetivo desta etapa foi problematizar os modelos do mapa tátil e da volumetria do hall de entrada, esclarecendo questões sobre o nível de detalhamento e a adequação das representações para a transmissão eficaz das informações, considerando a escala adotada. Simultaneamente, buscou-se identificar formas de integrar os modelos preexistentes, de modo que complementassem a proposta da aplicação.

O planejamento da atividade foi baseado em uma abordagem de design centrado no usuário, guiada pelos princípios de Pereira *et al.* (2017). Segundo o referido autor, em pesquisas qualitativas espaciais, metodologias fundamentadas no design centrado no usuário são essenciais para a autorreflexão do pesquisador ao longo do processo, permitindo a exploração de questões pertinentes a partir dos *feedbacks* dos participantes.

A dinâmica ocorreu no contexto da disciplina de Requisitos Curriculares de Extensão (RCE), do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPel, turma de 2022/1, em parceria com a Associação Escola Louis Braille. A equipe responsável pela realização das atividades foi composta por uma professora orientadora, uma aluna da pós-graduação (autora desta dissertação) e três estudantes de graduação. Dentre estes, uma era pesquisadora bolsista do GEGRADI/FAUrb/UFPel, enquanto os outros dois eram alunos da disciplina de RCE.

A atividade foi organizada em dois momentos. O primeiro envolveu a equipe de profissionais da instituição para o reconhecimento do protótipo da interface, incluindo os modelos físicos da aplicação (tokens), e o planejamento do segundo momento, que envolveria a participação de um grupo de alunos da instituição.

O segundo momento ocorreu como parte da ação de extensão intitulada “Patrimônio vai à Escola”. Para essa atividade, além do mapa tátil e da maquete volumétrica do hall, foram utilizados alguns modelos táteis preexistentes identificados na seção 3.1.3, incluindo uma maquete das edificações do entorno da Praça Coronel

Pedro Osório, bem como maquetes bidimensionais e tridimensionais dos estuques do teto e das fachadas táteis do Museu do Doce.

Com os modelos selecionados, foi estruturado um circuito expositivo composto por três estações, propondo uma narrativa tangível para a interpretação do patrimônio, abordada por meio de representações em diferentes escalas: a primeira, na escala urbana, com a maquete das edificações do entorno da Praça Coronel Pedro Osório (1/500); a segunda, na escala do edifício, incluindo o mapa tátil e a volumetria do hall de entrada (1/75); e a terceira, na escala do detalhe, com as maquetes dos estuques do teto do Museu (1/50 e 1/25). Cada estação possuiria um mediador, dos quais dois possuíam experiência prévia em mediação com pessoas com deficiência visual (a professora e a autora).

Para a coleta de dados, os outros dois integrantes da equipe ficaram responsáveis pela realização de registros fotográficos e audiovisuais, documentando as interações e os depoimentos orais dos usuários.

3.1.5 Caracterização das tecnologias empregadas para o desenvolvimento da interface tangível

O desenvolvimento dos conteúdos da aplicação para a mesa tangível foi estruturado em duas etapas: a concepção das representações físicas (tokens) e das representações digitais (imagem e som). A seguir, são detalhados os processos e as estratégias adotadas na produção desses componentes, bem como os *softwares* e equipamentos empregados em cada fase do processo.

A geração das **representações físicas** teve como base os seguintes materiais preexistentes: (1) o modelo digital de nuvem de pontos do Casarão – para a confecção das maquetes dos cômodos; e (2) o desenho técnico da planta baixa do andar térreo em sistema CAD – para a confecção do mapa tátil. Ressalta-se que para a confecção das maquetes táteis, se fez necessário realizar uma atualização sobre os processos de tratamento da nuvem de pontos para a geração de modelos digitais compatíveis com a impressão 3D. Para isso, foi realizada uma formação específica em fotogrametria digital junto à disciplina de "Simulação Ambiental para Arquitetura" do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismos e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Os modelos físicos foram produzidos no laboratório do GEGRADI/FAUrb/UFPel. O manuseio dos equipamentos e a configuração dos parâmetros de impressão 3D (fatiamento) dos modelos tridimensionais, contaram com o apoio de pesquisadores do GEGRADI. A cortadora a laser utilizada foi o modelo Boye Laser (Figura 16a), e a impressora 3D foi a Sethi3D S4X, com bico de 0,5 mm (Figura 16b).

Figura 16 - (a) Cortadora a laser Boye Laser; (b) Impressora 3D Sethi3D S4X



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

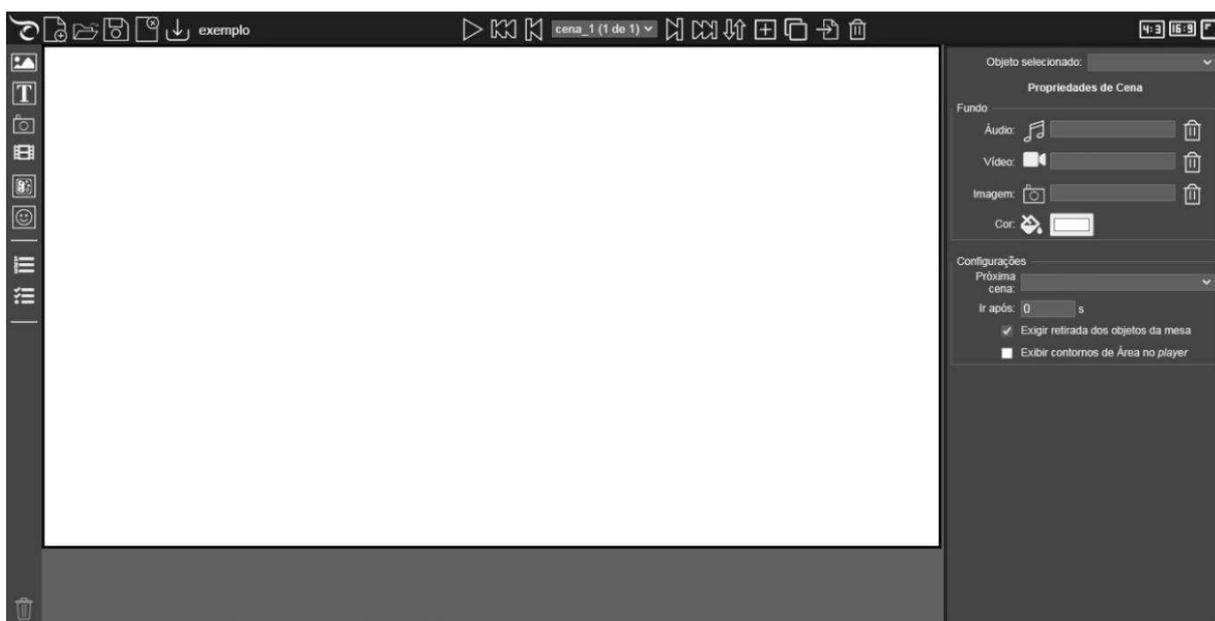
Nesta etapa, a confecção do mapa tátil envolveu a problematização da materialidade do recurso, especialmente na tomada de decisão sobre sua opacidade ou transparência, considerando a necessidade de associação com a mesa tangível. Diante disso, optou-se pelo uso de acrílico transparente de 3 mm de espessura, permitindo a sobreposição dos tokens sem comprometer o reconhecimento dos marcadores fiduciais pela mesa tangível, além de viabilizar a visualização dos conteúdos digitais projetados na superfície da mesa. Já para as maquetes tridimensionais, geradas por impressão 3D, optou-se pela utilizando do material PLA (ácido poliláctico) na cor branca. O branco está relacionado à aparência dos estuques do teto do casarão, facilitando as associações. Outra questão importante nestas escolhas é que ambos os materiais facilitam a higienização e a conservação.

A produção da **representação digital** teve como base também o material preexistente com o desenho técnico da planta baixa do andar térreo em sistema CAD, para a criação da imagem projetada sobre o tampo da mesa tangível. No processo de graficação da imagem foram utilizados os programas Autodesk AutoCAD e Adobe Photoshop.

Para complementar a experiência interativa, foram incorporados áudios que informam a ocupação original dos cômodos da edificação. Estes áudios foram gerados por Inteligência Artificial. Inicialmente, considerou-se a utilização da audiodescrição preexistente, contendo informações sobre os estuques e outros elementos construtivos dos cômodos. No entanto, questionou-se se sua duração não tornaria a aplicação longa, considerando os nove tokens disponíveis para interação. Diante disso, optou-se por áudios mais curtos, com duração média de dois segundos, focados apenas na ocupação original dos ambientes. Essa decisão foi incluída como um dos aspectos a serem avaliados no questionário sobre a interface.

A programação do aplicativo foi desenvolvida utilizando o *software* criado por Preuss *et al.* (2019), que apresenta a proposta de um editor de recursos educacionais que permite a criação de atividades para mesas tangíveis. O sistema, denominado Eduba Editor (<https://nidaba.online/>), Figura 17, contém uma linguagem de programação simplificada, sendo de fácil manuseio para o público leigo e oferece um manual *online* para a geração das aplicações. A ferramenta permite criar atividades com informações visuais através de imagens, vídeos e textos, e informações de áudio.

Figura 17 – Interface do Editor Eduba



Fonte: Preuss (2020).

3.2 Estruturação de um ambiente de experimentação e avaliação da interface tangível

Para a etapa de experimentação da aplicação na mesa tangível, buscou-se uma situação natural de visitação do público geral ao Museu do Doce, aproveitando as atividades da Semana do Patrimônio de Pelotas como oportunidade. A experimentação foi organizada para acontecer durante os três dias do evento, 18, 19 e 20 de agosto de 2023, a partir da ação de extensão intitulada “Casarão na Palma da Mão: arquitetura, interpretação e interatividade”.

O objetivo da avaliação foi compreender de que maneira a interface tangível auxiliaria na interpretação do espaço arquitetônico do casarão que abriga o Museu do Doce, além de verificar se a aplicação desenvolvida alcançava outros públicos, considerando que foi projetada com base nas necessidades de pessoas com deficiência visual. Paralelamente, também foi possível avaliar a continuidade da narrativa tangível proposta, de modo que a aplicação para a mesa tangível pudesse ser complementada pelos recursos preexistentes.

Para isso, foi estruturada uma exposição que, além da mesa tangível, incorporou pelo menos cinco tipos de recursos preexistentes, alguns deles identificados na seção 3.1.3. Entre os recursos incluídos, destacam-se: um mapa tátil com legenda em braile, um mapa tátil portátil com legenda em texto, modelos táteis de elementos construtivos e decorativos do casarão e um livro multiformato.

De acordo com a seção 2.2, o uso do lúdico como estratégia educativa amplia o engajamento do público e facilita a mediação do conhecimento, tornando a interpretação mais dinâmica e significativa. Israel (2012) destaca que museus interativos têm adotado essa abordagem para tornar o conhecimento mais acessível e reduzir as barreiras de compreensão associadas ao uso da tecnologia. No entanto, Sacchettin (2021) ressalta que o jogo, a participação e a ludicidade em obras artísticas se tornam relevantes justamente pela tensão que estabelecem com dimensões não lúdicas, favorecendo reflexões sobre o processo artístico e a interação com o espectador.

Dessa forma, assim como a aplicação para a mesa tangível, a maioria das representações preexistentes selecionadas tem a proposta lúdica de interação por se constituírem como jogos do tipo quebra-cabeça, bi e tridimensionais, cujas peças seguem as lógicas construtivas de cada elemento representado. Essa abordagem se

fundamenta na ideia de que os jogos podem auxiliar os visitantes na compreensão dos princípios geométricos presentes na configuração formal da arquitetura, integrando aprendizado e experiência lúdica sem reduzir sua complexidade ao mero entretenimento.

No planejamento da montagem da exposição, a localização dela foi definida pela direção do Museu do Doce, ficando alocada ao final do trajeto da visita. Conforme a Figura 18, o *layout* foi organizado com suportes e expositores da própria instituição, permitindo que os recursos fossem de livre acesso ao toque dos visitantes. O circuito planejado iniciava na escala geral do edifício, com a aplicação do mapa tátil e das volumetrias dos cômodos na mesa tangível, e avançava para a escala dos detalhes arquitetônicos de cada ambiente por meio dos recursos preexistentes.

Figura 18 - Planta baixa do pavimento térreo do Museu, indicando o acesso principal, o trajeto da visita e a localização da exposição com a disposição dos recursos de tecnologia assistiva



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A coleta de dados se deu a partir da observação e de um questionário com perguntas abertas e fechadas, tendo em vista que esta pesquisa possui uma abordagem qualitativa.

De acordo com Lüdke e André (1986), a observação como método científico implica em um planejamento cauteloso da atividade e uma preparação rigorosa do observador, buscando determinar com antecedência “o que” e “como” observar. Nesse contexto, a observação foi conduzida com base em um roteiro pré-estabelecido

(Apêndice C – Roteiro de observação). A partir dele, os seguintes itens foram observados: (a) a quantidade de pessoas que passaram pela exposição e que interagiram de fato com a aplicação da mesa tangível; (b) o tempo em que as pessoas interagiram com a aplicação na mesa tangível; (c) as reações na interação com a aplicação na mesa tangível: apropriação dos modelos táteis, com toque na planta tátil, uso do fone de ouvidos, a ação de encaixe das peças; (d) em caso de oportunidade de diálogo, indagar sobre as experiências prévias: na visita ao Museu; com a mediação; com o uso dos recursos (intuitivo ou com necessidade de mediação); e, por fim, questionar se os recursos auxiliaram a evidenciar algo no casarão que ainda não havia percebido.

O questionário foi desenvolvido para avaliar a exposição como um todo e, de forma mais específica, a aplicação da mesa tangível. Para isso, os visitantes que interagiram com a exposição foram convidados a responder posteriormente ao questionário de avaliação, através de um formulário eletrônico - *Google Forms* (Apêndice D – Questionário de avaliação), que seria enviado para o seu endereço de e-mail, caso fosse de sua vontade. O questionário constou de 20 perguntas, sendo 14 de múltipla escolha e seis com perguntas abertas, estando organizado em quatro seções: a primeira com a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); a segunda com perguntas sobre os recursos apresentados; a terceira com perguntas especificamente para quem interagiu com a mesa tangível; e a quarta com perguntas sobre o perfil do pesquisado.

3.2.1 Estratégia para analisar a interface tangível como ferramenta de interpretação

A interpretação dos dados qualitativos, é guiada pelo sistema de codificação de “conversas de aprendizagem”, proposto por Allen (2002). O método em questão foi estruturado para caracterizar e quantificar “evidências de aprendizagem”, a partir das conversas dos visitantes durante exposições de museus.

Para a construção desse sistema de codificação, Allen (2002) buscou pela definição de “aprendizagem” sob diferentes abordagens, organizando-as na seguinte estrutura: a) o conjunto de categorias atribuídas à Bloom *et al.* (1973) – que incluem a aprendizagem afetiva, cognitiva e psicomotora; b) a aprendizagem como um ato interpretativo voltado para a construção de significado, a partir da perspectiva

sociocultural; c) a aprendizagem em ambientes não formais, como museus, que tende a ser afetiva, pessoal, esporádica, concreta em vez de abstrata e associativa ao invés de dedutiva; d) uma definição de “aprendizagem” que se limita à discussão de exposições e suas áreas temáticas, excluindo as conversas de aprendizagem sobre outras partes visitadas no museu.

Com base nisso, o sistema de codificação para a classificação das “conversas de aprendizagem” de Allen (2002) é composto por cinco categorias: conversa perceptiva, conversa conceitual, conversa conectiva, conversa estratégica e conversa afetiva. Cada uma dessas possui subcategorias, que possibilita a codificação das expressões de consciência ou reconhecimento. A relação entre essas categorias e subcategorias é ilustrada no Quadro 4.

Quadro 4 - Sistema de codificação de "conversas de aprendizagem" de Allen (2002)

Perceptiva	Conceitual	Conectiva	Estratégica	Afetiva
Identificação	Simplex	Conexão de vida	Uso	Prazer
Nomeação	Complexa	Conexão de conhecimento	Metaperformance	Desprazer
Citação	Antecipação	Conexão entre exposições		Intriga/Surpresa
Caracterização	Metacognição			

Fonte: Adaptado de Allen (2002).

Na sequência, descreve-se sobre o tipo de interlocução que cada categoria contempla. A categoria da **Conversa Perceptiva** inclui falas relacionadas à atenção dos visitantes aos estímulos que os rodeiam, que pode envolver observações e descrições de elementos presente na exposição. Possui quatro subcategorias:

- Identificação: indicação da “confirmação” de uma representação mental construída por meio da interação com os recursos táteis;
- Nomeação: indicação do nome de objetos, elementos construtivos, decorativos etc.;
- Caracterização: declaração de algum aspecto concreto do ambiente representado pelo modelo tátil;
- Citação: paráfrase próxima do conteúdo de audiodescrição.

A categoria da **Conversa Conceitual** compreende as falas que envolvam “interpretações cognitivas”, ou seja, declarações legítimas dos visitantes provocadas pelos elementos da exposição, que representem uma reflexão mais profunda sobre o conteúdo apresentado. Possui quatro subcategorias:

- Inferência simples: declaração única ou interpretação de partes do recurso táteis;
- Inferência complexa: hipóteses ou declarações sobre as informações apresentadas;
- Previsão: declaração de expectativa ou antecipação em relação ao que pode acontecer durante a interação com o recurso táteis;
- Metacognição: reflexões próprias sobre o conhecimento prévio e adquirido a partir da interação com o recurso táteis.

A categoria da **Conversa Conectiva** contempla quaisquer falas que apresentem conexões explícitas entre algum elemento da exposição com algum outro conhecimento ou experiência prévia do visitante. Conforme Allen (2002), muitos visitantes se sentem estimulados pela exposição a compartilhar informações ou histórias pessoais, no entanto, as declarações nem sempre têm conexão com o conteúdo da exposição. Pode-se caracterizar neste contexto, três subcategorias:

- Conexão de vida: declarações sobre história pessoal, associações ou comparação de elementos/conteúdos da exposição com algo familiar;
- Conexão de conhecimento: declarações de conhecimentos adquiridos antes da visita à exposição;
- Conexão entre elementos: declarações que demonstrem qualquer tipo de ligação entre elementos da interação.

A categoria da **Conversa Estratégica** inclui diálogos explícitos sobre como utilizar os recursos da exposição, considerando aspectos áudios-visuais, espaciais, de locomoção, de performance dos indivíduos em relação a exposição, além de suas ações e habilidades. Possui duas subcategorias:

- Uso: declarações sobre como utilizar o recurso;

- Metaperformance: declarações em que visitantes apresentam avaliação sobre seu próprio desempenho ou de terceiros.

A categoria da **Conversa Afetiva** inclui todos os diálogos que expressem reações (como surpresa) ou emoções (como prazer). Aspectos esses que podem influenciar na motivação e no engajamento dos visitantes da exposição. Possui três subcategorias:

- Prazer: declaração com expressões positivas ou apreciativas em relação às características da exposição;
- Desprazer: declarações com expressões negativas ou de antipatia em relação às características da exposição;
- Intriga/Surpresa: declarações com expressões de fascínio ou surpresa.

Nesta pesquisa, o sistema de codificação proposto por Allen (2002) foi adaptado para analisar os depoimentos textuais de visitantes após passarem pela exposição "Casarão na Palma da Mão: arquitetura, interpretação e interatividade", no Museu do Doce. Os dados analisados foram referentes às respostas à seguinte questão do formulário eletrônico (Apêndice D): "Comente sobre a sua experiência na visita ao museu, considerando os recursos utilizados". Nesse sentido, as adaptações realizadas no método de Allen diferem em dois aspectos principais:

1. Aplicação: enquanto o método original analisa conversas registradas em áudio, esta pesquisa foca na análise de depoimentos escritos.
2. Contexto: o estudo foi desenvolvido em um museu de história e cultura, em contraste com o enfoque original, museu de ciências.

Ressalta-se, ainda, que o conceito de aprendizagem empregado neste estudo está alinhado com a aprendizagem baseada no ato interpretativo sob a perspectiva sociocultural. Essa abordagem entende a interpretação como um processo que envolve a construção de significados, a interação social e a reflexão. Esses elementos são igualmente abordados nas diretrizes de Tilden (1957) para uma proposta de interpretação do patrimônio, que servem como fundamento para esta pesquisa.

4 Resultados e discussões

Este capítulo apresenta os resultados obtidos e as discussões decorrentes dos experimentos realizados, destacando suas contribuições para a pesquisa. Inicialmente, detalha-se a caracterização e o desenvolvimento da aplicação, descrevendo as etapas de criação e implementação da interface tangível. Em seguida, são apresentados os experimentos conduzidos em situações naturais, a análise dos dados obtidos e as reflexões sobre o uso da interface tangível como ferramenta de apoio à interpretação patrimonial.

4.1 Caracterização da aplicação da interface tangível

A edificação que abriga o Museu do Doce apresenta-se como um elemento complexo para sua compreensão, por dispor de uma área construída de aproximadamente 1.526 m². A mesma situação se aplica aos ambientes que chegam a ter até 8 aberturas, entre portas e janelas. Essas características podem dificultar a formação da representação mental do espaço por uma pessoa com deficiência visual durante a exploração do mapa tátil, se não representado de maneira adequada, podendo levá-las ao esgotamento cognitivo.

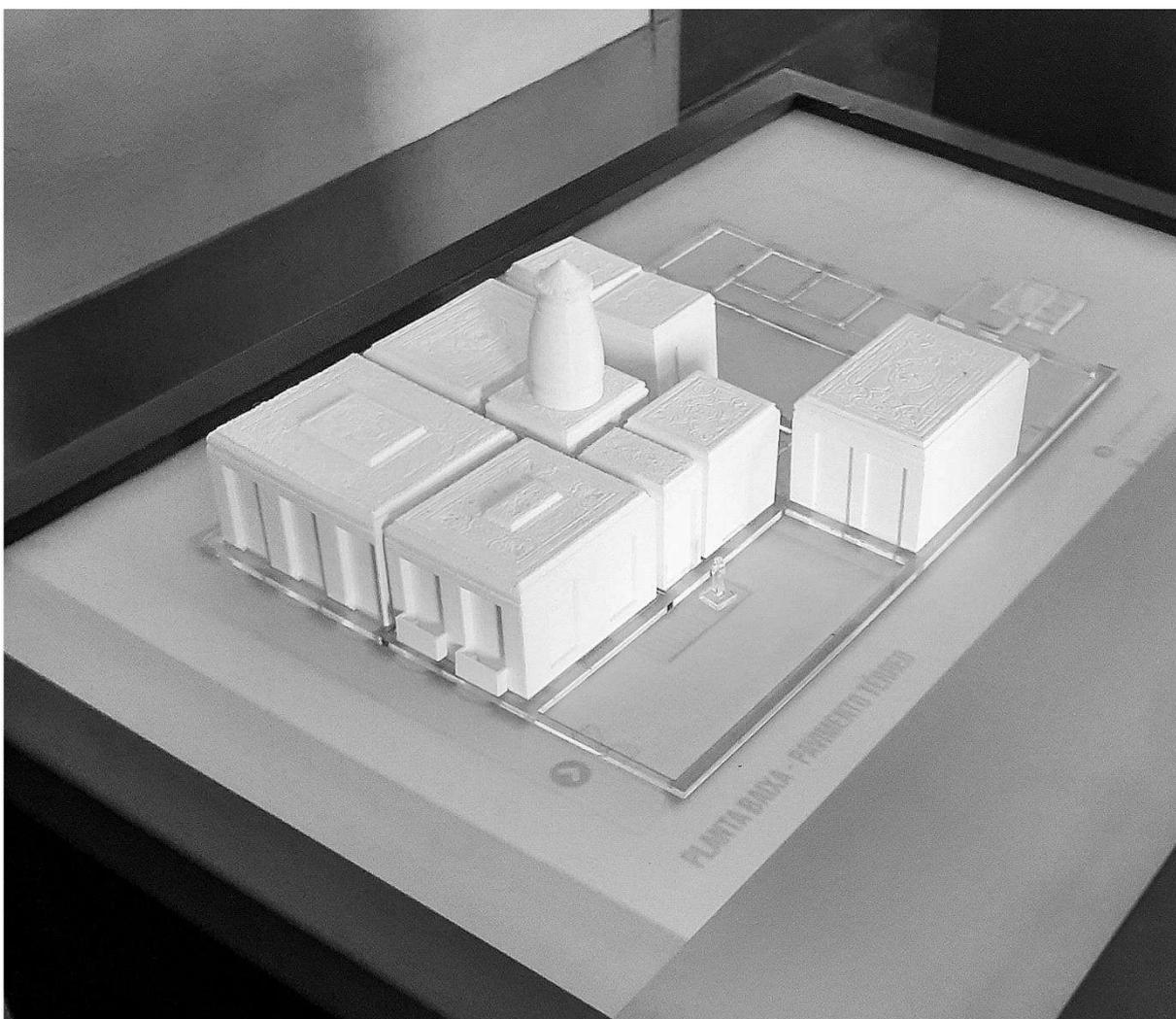
A partir dessa problemática foi traçado que o objetivo da aplicação seria o de auxiliar o visitante a compreender a distribuição dos cômodos da edificação em sua função original como residência, assim como perceber as proporções entre as volumetrias de cada ambiente e, também, entre a figura humana e elementos construtivos, como vãos de portas, janelas e pé-direito.

O projeto da aplicação resultou em um "jogo de encaixes" composto por um mapa tátil do pavimento térreo do Casarão 8, que funciona como tabuleiro, e por maquetes volumétricas dos ambientes, que atuam como peças associadas ao mapa por encaixe. O mapa tátil inclui uma referência em escala humana, enquanto as maquetes representam aberturas em baixo relevo e a ornamentação dos tetos por meio de texturas corrugadas. Essa configuração, alinhada ao Método da Adição Gradual da Informação (Silva *et al.*, 2020), facilita a adição de camadas informativas sobre o mapa.

A aplicação desenvolvida enquadra-se no tipo "token e restrição" (Ulmmer *et al.*, 2005), em que o mapa tátil representa a restrição e as maquetes táteis atuam

como tokens. Conforme ilustrado na Figura 19, a interação começa com a sobreposição do mapa tátil sobre a mesa tangível, que projeta a planta baixa do pavimento térreo do Casarão 8. As maquetes, posicionadas na mesa, funcionam como controladores, devido aos marcadores fiduciais em suas bases. Quando uma maquete é corretamente encaixada no mapa, um áudio é ativado, informando a ocupação original do cômodo correspondente.

Figura 19 – Aplicação do “jogo de encaixes” na mesa tangível



Fonte: Autora (2024).

A manipulação física de aplicações do tipo “tokens e restrições” proporciona aos usuários uma maior sensação de controle e conexão com a interface, ao aproveitar os sentidos táteis e motores humanos. Além disso, as restrições físicas oferecem *feedback* tátil passivo, ajudando os usuários a sentir limites físicos claros para suas interações, o que contribui para a redução de erros e o aumento da percepção da interface (Ulmer *et al.*, 2005). Na sequência, descreve-se sobre os

processos realizados no desenvolvimento das representações físicas e digitais que constituem a aplicação para a mesa tangível.

4.1.1 Descrição das etapas de desenvolvimento da aplicação

O processo foi iniciado pelo projeto das representações físicas (tokens), sendo projetado inicialmente o modelo tátil de apenas um ambiente como protótipo, para ser problematizado junto à especialistas e usuários com deficiência visual. O cômodo adotado como objeto de estudo foi hall de entrada. A proposta da maquete consistiu na representação do espaço propriamente dito, sob a lógica de modelar o negativo da materialidade da edificação, a partir dos dados da nuvem de pontos preexistente do Casarão 8, ilustrada pela Figura 20.

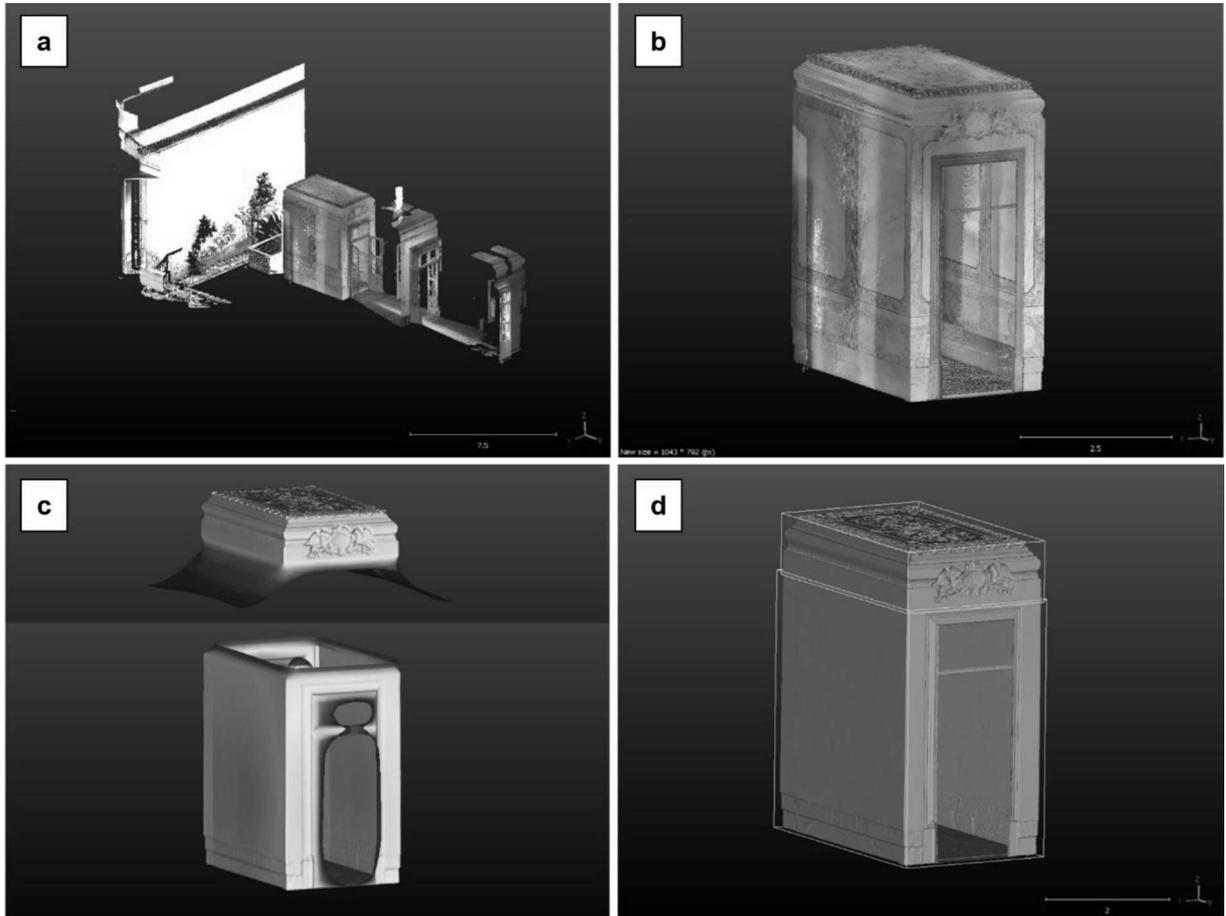
Figura 20 – Nuvem de pontos preexistente do Casarão 8 obtida por escaneamento a laser 3D



Fonte: Acervo do GEGRADI/FAURB/UFPel.

Os dados brutos do escaneamento, relativos ao ambiente do hall de entrada, foram importados para o *software Cloud Compare* para o tratamento da nuvem de pontos. Iniciou-se o processo pelo isolamento da área que compreende o ambiente do hall, seguido da remoção de pontos não pertencentes ao mesmo (ruídos). A partir disto, a nuvem de pontos que inicialmente tinha 22.022.600 pontos, Fig. 21 (a), foi reduzida para 16.483.927, Fig. 21 (b). A nuvem de pontos foi subdividida em duas partes: estuque do teto e corpo do ambiente. Para cada uma das partes, foi acionado o cálculo das normais de cada porção triangular da nuvem para a configuração de um modelo de superfície, gerando assim, uma malha triangular do teto e do corpo, Fig. 20 (c). Ambas as malhas foram ajustadas pelo parâmetro “*scalar field*”, para eliminar as rebarbas criadas por ruídos eventuais. Por fim, foi gerado um modelo otimizado, Fig. 21 (d), com menor número de faces, para a exportação ao formato “.obj”.

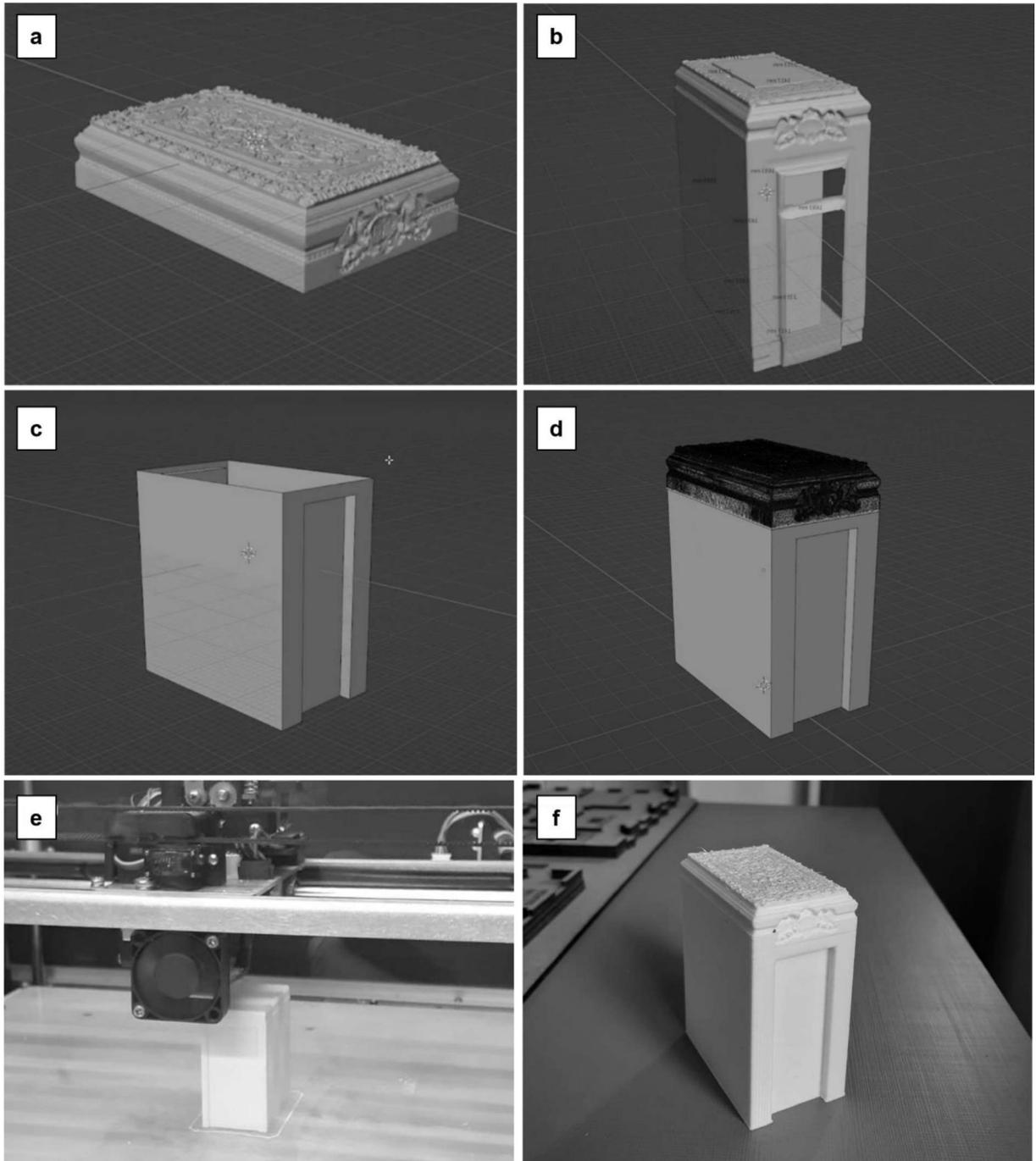
Figura 21 - Etapas do processo de tratamento da nuvem de pontos do ambiente do hall: (a) importação dos dados brutos no Cloud Compare; (b) isolamento da área do hall, eliminando "ruídos"; (c) geração de malhas triangulares a partir da nuvem de pontos; e (d) modelo otimizado das malhas triangulares



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os arquivos gerados no *CloudCompare* foram importados para o *software Blender*. Sobre o modelo do estuque do teto, Figura 22 (a), foi realizado o processo comparativo entre as normais dos polígonos adjacentes para compreender a possibilidade de serem coplanares e, com isso, proceder a redução da triangularização, o que permitiu passar de 791.036 polígonos para 395.518. A partir de um poliedro reto, utilizando como referência a malha do corpo do hall para marcação do vão das portas, foi gerado um modelo simplificado do corpo (Fig. 22b; c). Na sequência desses processos, realizou-se a união dos dois elementos, formando o modelo digital da maquete, que foi exportado no formato “.stl” para a preparação da etapa de impressão 3D (Fig. 22d). O modelo digital foi importado para o *software Microsoft 3D Builder* para a identificação e correção automática de possíveis erros na modelagem, evitando problemas durante a impressão 3D. O ajuste do modelo à escala 1/75 foi realizado no mesmo programa. Após esse procedimento, o modelo foi fatiado e impresso em PLA branco.

Figura 22 - Etapas de modelagem do ambiente do hall: (a, b) importação da malhas do teto e do ambiente no todo no Blender; (c) modelo simplificado do corpo do ambiente; (d) modelo digital final, com a união da malha do teto e do modelo do corpo; (e) processo de impressão; e (f) modelo final

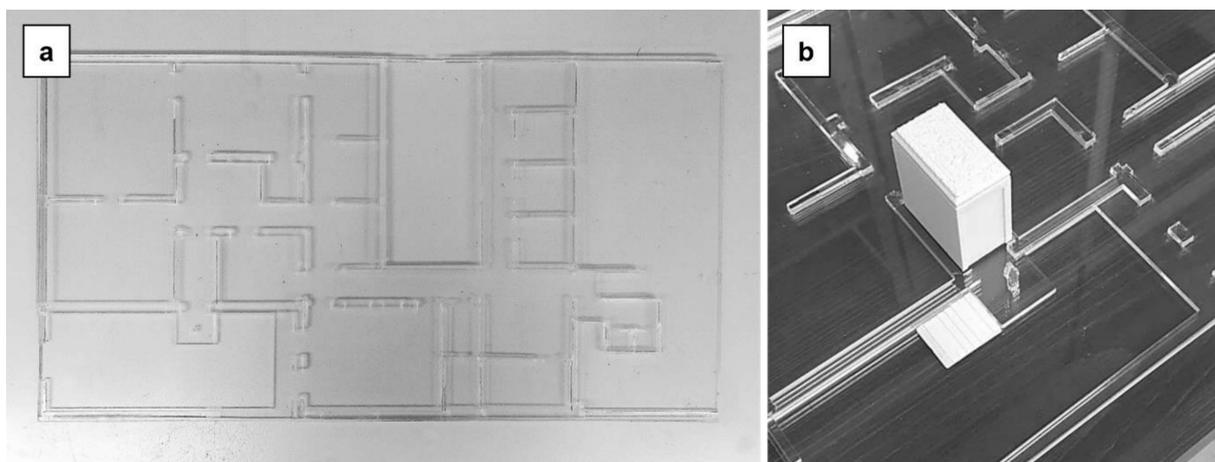


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O desenvolvimento do mapa tátil teve como base o modelo dos mapas preexistentes, com modificações na representação, escala e materialidade. Na representação, simplificaram-se as informações, removendo os vãos de janelas e algumas portas, já que esses detalhes foram integrados ao modelo 3D. Quanto à escala, o mapa foi confeccionado na escala 1/75, ocupando a maior área útil possível

do tampo da mesa tangível. Em termos de materialidade, utilizou-se acrílico transparente, cortado a laser, para permitir a leitura dos fiduciais nas peças encaixadas, bem como a visualização da planta baixa projetada no tampo. O mapa tátil foi composto por três camadas: a primeira correspondente à base, para possibilitar a marcação dos pátios internos, a segunda camada faz a demarcação da área do pavimento principal do Casarão, o térreo, e a terceira camada faz a demarcação das paredes. Além disso, foi incluída a representação da escada de acesso principal, executada por impressão 3D, cujo código foi problematizado e ajustado para facilitar a leitura tátil, e uma representação da figura humana, em acrílico, para atribuir referência de escala na experiência tátil e visual, ilustrada na Figura 23 (b).

Figura 23 – (a) Mapa tátil; (b) Encaixe da volumetria no mapa tátil, acompanhada da referência de escala humana



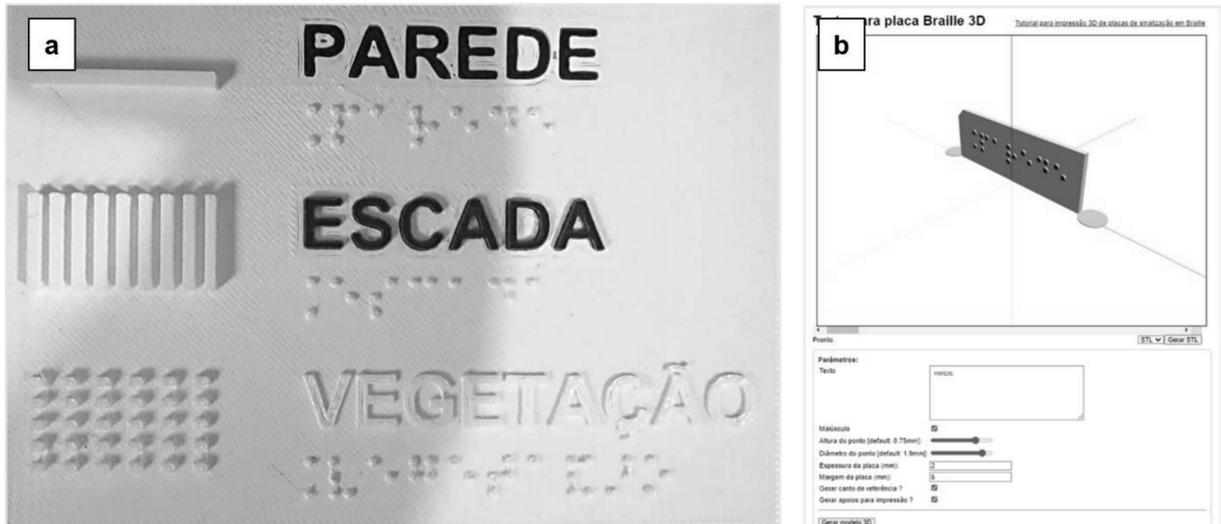
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Complementarmente, foi desenvolvida uma placa com legendas em braille e texto ampliado para a identificação dos principais elementos da planta tátil, como paredes, escadas e vegetação, conforme ilustrado na Figura 24 (a). A legenda em braille foi gerada por meio de uma ferramenta *online Text2Braille3D*³ (Fig. 24b), disponibilizada pelo Centro Tecnológico de Acessibilidade do Instituto Federal do Rio Grande do Sul. Esta ferramenta realiza a conversão automática de texto para o Sistema Braille, permitindo a configuração de parâmetros, como a utilização de letras maiúsculas e a definição da altura e diâmetro do ponto, em conformidade às diretrizes da NBR 9050:2015. Para a legenda em texto ampliado, aplicada na placa impressa

³ <https://cta-ifrs.github.io/Text2Braille3d/>

em PLA branco, utilizou-se acrílico azul cortado a laser, visando proporcionar um contraste de cores, conforme as recomendações para facilitar a leitura por pessoas com baixa visão.

Figura 24 – (a) Placa de legenda em braille e texto ampliado; (b) Interface do *Text2Braille3D*



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A representação digital da aplicação é composta por imagem e som. A imagem da planta baixa do pavimento térreo do casarão, projetada no tampo da mesa tangível, foi criada em preto e branco com o objetivo de facilitar a comunicação para pessoas com baixa visão, utilizando contraste de cores. Com o mesmo propósito, as informações textuais foram escritas em caixa alta, com a fonte Arial no tamanho 48 pt. A imagem final foi importada para o *software* Eduba Editor, onde foi realizada a programação da aplicação. Nesse editor, sobre a imagem da planta baixa, foram criadas áreas de interação em cada um dos cômodos, conforme ilustrado na Figura 25 (a). As fiduciais, geradas para cada área de interação, foram impressas em folha adesiva e inseridas na base dos tokens para uso integrado com a mesa tangível, como mostrado na Figura 25 (b).

Figura 25 – (a) Interface da aplicação no Eduba de Editor; (b) recurso na mesa tangível



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.1.1 Descrição da dinâmica de problematização e aprimoramento dos tokens da aplicação

Como estratégia de construção da aplicação da interface tangível, foi estabelecida uma dinâmica colaborativa para a avaliação das representações físicas da aplicação. As atividades foram realizadas em parceria com a Escola de Educação Especial Louis Braille, com dois encontros entre novembro e dezembro de 2022. O objetivo do diálogo envolvendo pesquisadores, especialistas e, principalmente, usuários, foi a problematização do protótipo composto pelo mapa tátil e a maquete do hall de entrada.

O primeiro encontro envolveu um especialista em recursos de tecnologia assistiva da própria instituição, para a compreensão do tipo de projeto a ser apresentado e com isto planejar o segundo momento com os estudantes da Escola. Este especialista, uma pessoa com cegueira adventícia há mais de 20 anos, relatou já ter conhecimento dos recursos anteriores. O diálogo foi direcionado em meio à emoção da ativação da memória visual desta pessoa, que chegou a visitar a edificação antes de sua condição atual. Por já conhecer a escala monumental da casa, expressou o desejo de que fossem adicionados os detalhes de portas e janelas a esta volumetria. Os pesquisadores questionaram sobre a adição de muita informação para um modelo em escala tão reduzida, 1/75, trazendo a hipótese de que aquela exigência se dava pelo conhecimento anterior dos objetos representados. Decidiu-se, em comum acordo, levar este questionamento para a segunda oficina, em que seria testada a narrativa completa com o grupo, com experiências prévias mais diversas.

O segundo encontro foi planejado para coincidir com as celebrações do Dia Nacional da Pessoa com Deficiência Visual, realizadas na Escola Louis Braille. O evento já fazia parte do calendário da instituição e a direção aproveitou a data para incluir a atividade, o que possibilitou o contato com um público maior. A dinâmica foi organizada em dois momentos. No primeiro, o grupo de pesquisadores participou de uma roda de conversa promovida pela escola, com a presença de profissionais e alunos/pacientes, que compartilharam suas vivências, conforme ilustrado na Figura 26. Em seguida, iniciou-se a etapa de experimentação dos recursos assistivos.

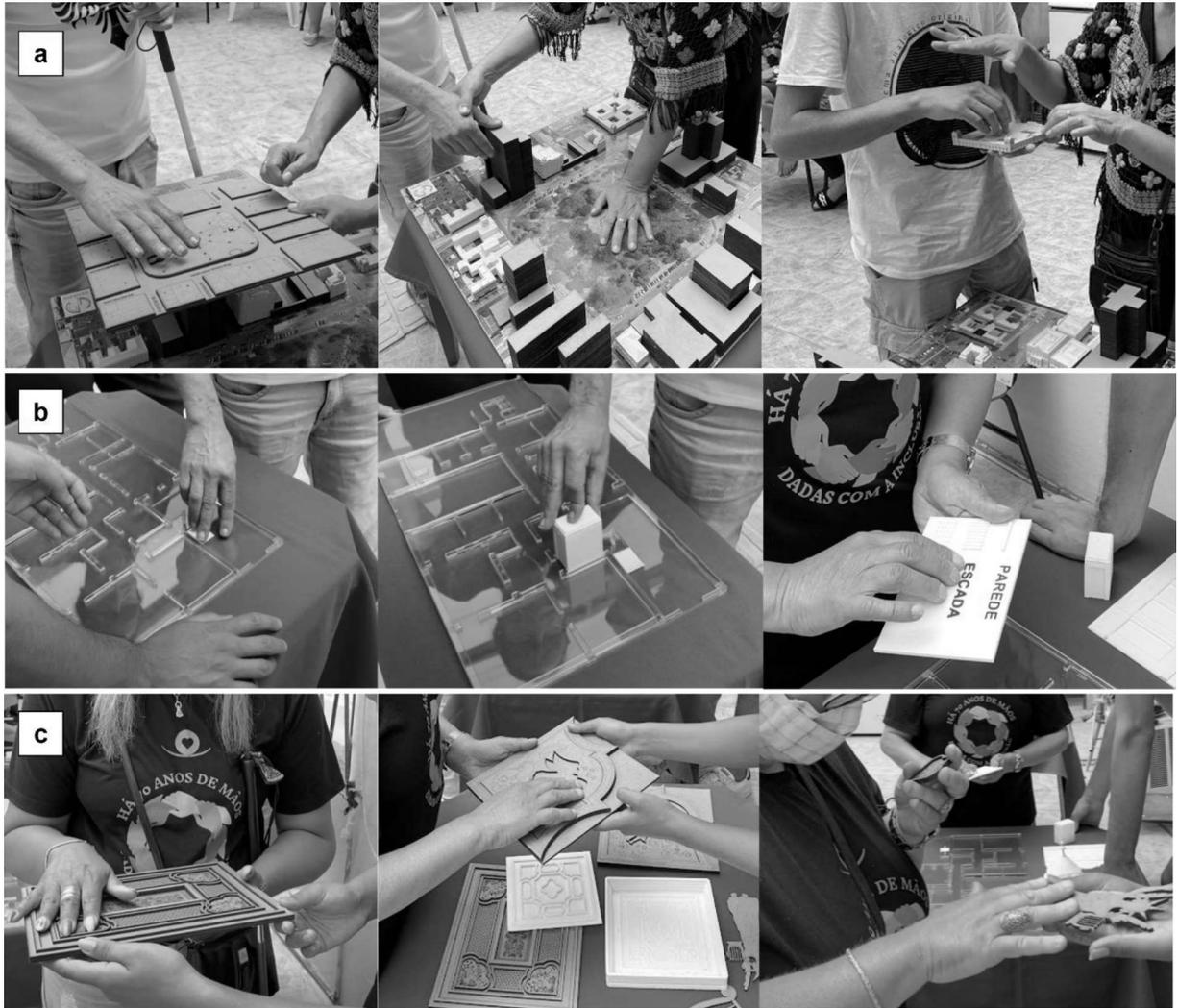
Figura 26 – Registro da roda de conversa organizada pela Associação



Fonte: página da Escola Louis Braille no Facebook (<https://www.facebook.com/aelbraille>)

Nessa oficina, além do mapa tátil e a volumetria do hall, foram utilizados também alguns dos modelos táteis preexistentes do Casarão 8. Os recursos foram apresentados em três estações sequenciais (mesas com as representações e um mediador), conforme ilustra a Figura 27: (a) a primeira estação contendo modelos na escala urbana, 1/500; (b) a segunda, modelos na escala do edifício, 1/75; e (c) a terceira, modelos na escala do detalhe, 1/50 e 1/25. Contou-se com a participação de oito pessoas com deficiência visual (quatro homens e quatro mulheres). Dentre esses, cinco possuíam baixa visão (10%) e três, cegueira total, sendo dois destes com deficiência congênita. A idade dos participantes foi entre 26 e 70 anos. O tempo de diálogo foi de duas horas, sendo que a mediação, individual, em cada estação foi de cinco minutos, conforme o registro dos vídeos.

Figura 27 - Registros da ação “Patrimônio vai à Escola”.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Durante o diálogo com usuários cegos congênitos e os com a deficiência visual advéncia que não conheciam o Casarão antes desta condição, consideraram que a representação do volume do hall de entrada estava adequada e a adição de mais informações, para além da localização dos vãos de portas e janelas, poderia dificultar a sua compreensão tendo em vista a escala de representação, diferente da sugestão registrada no primeiro momento de experimentação, como comentado anteriormente. Diante disso, compreendeu-se que a interpretação, além de estar associada ao grau de cegueira, leva em conta as experiências prévias com exercícios de leitura de arquitetura.

Em relação à placa de legendas por impressão 3D, os participantes cegos leitores de braile indicaram que a leitura do texto estava correta, destacando que o posicionamento e o tamanho dos pontos eram adequados e que o uso do símbolo

para a letra maiúscula no início das palavras estava correto. Contudo, recomendaram que a textura dos pontos fosse mais lisa para melhorar a fluidez na leitura. Por outro lado, os participantes com baixa visão, que experimentaram a leitura do texto convencional com contraste de cores, relataram dificuldades em realizar a leitura.

A partir das observações dos participantes, sobre a representação do volume do hall de entrada estar adequada, sem haver a necessidade de adição de mais informações, a representação do ambiente foi considerada validada e o processo geração deste modelo foi replicado para gerar a volumetria dos demais cômodos que formam o corpo principal do casarão.

Além disso, a dinâmica colaborativa permitiu determinar que o jogo de encaixe da volumetria na planta tátil atua como um facilitador na construção de uma narrativa mais fluida e contínua em comparação à anterior. Isso ocorreu porque os esquemas conformados pela volumetria, juntamente com a localização dos estuques, possibilitaram a integração dos recursos assistivos preexistentes e a constituição de uma narrativa baseada na lógica do Método da Adição Gradual da Informação. Assim, foi possível conectar representações em diferentes escalas, permitindo uma fruição contínua entre os modelos.

Essas observações serviram como base para estruturar uma exposição que avançasse na estratégia de construção de narrativas tangíveis e na integração contínua dos recursos, seguindo a abordagem do método utilizado. A próxima seção descreve a experimentação da aplicação da mesa tangível no decorrer dessa exposição.

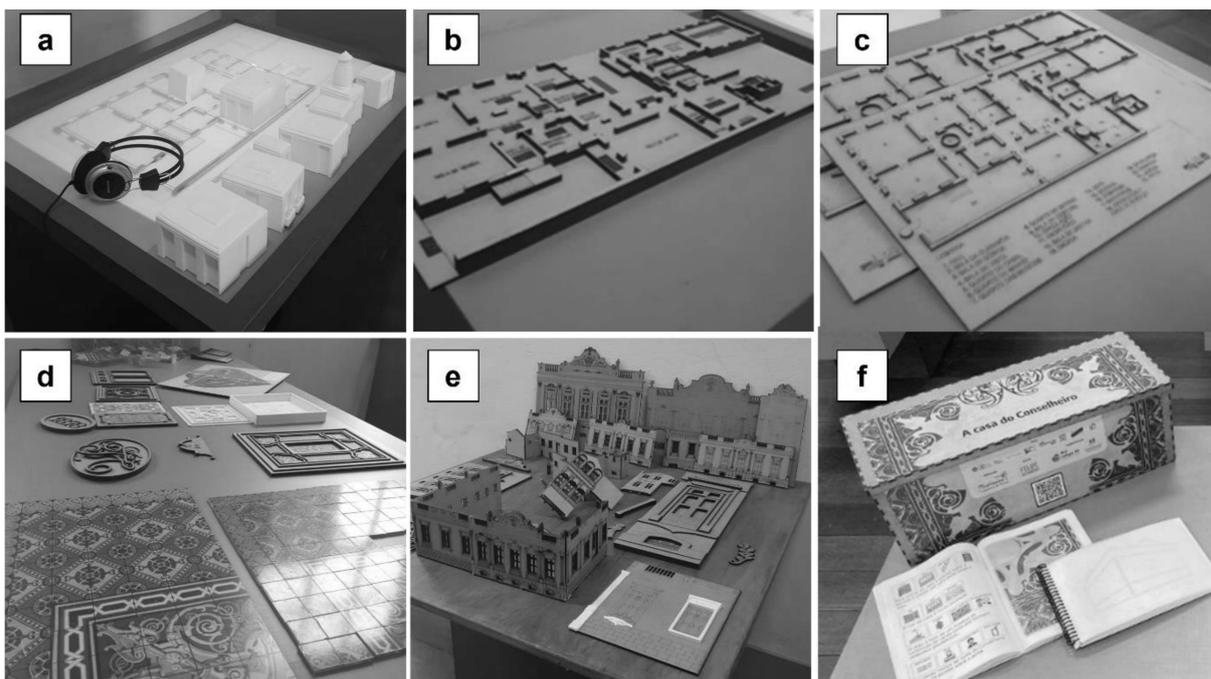
4.2 Avaliação da interface tangível

Durante a Semana do Patrimônio de Pelotas, realizada em agosto de 2023, foi oportunizada a realização da etapa de experimentação e avaliação da aplicação na mesa tangível no Museu do Doce. Essa iniciativa integrou a exposição intitulada “Casarão na Palma da Mão: Arquitetura, Interpretação e Interatividade”. O objetivo da ação foi compreender como a interface auxiliaria na interpretação do espaço arquitetônico do casarão, bem como verificar se alcançaria outros públicos, para além das pessoas com deficiência visual. Ademais, a experimentação permitiu observar os avanços na construção de uma narrativa tangível, formada pela nova interface e pelos

modelos táteis preexistentes, que juntos mediarão a compreensão do patrimônio abordado na pesquisa por meio da exposição estruturada.

Na exposição em questão, conforme a Figura 28, a mesa tangível foi posta em funcionamento rodando a aplicação “jogo de encaixes” (Fig. 28a). Na área de interação da mesa, sobre a projeção da planta baixa do pavimento térreo do casarão, foi posicionado o mapa tátil. Na área de apoio, foram dispostos nove tokens, representando as volumetrias dos ambientes do corpo principal, e um fone de ouvido. Dos recursos preexistentes, foram disponibilizadas duas tipologias de mapas táteis (Fig. 28b; c) e modelos táteis de elementos construtivos e decorativos do casarão (Fig. 28d; e). Estes modelos permitiram ampliar a narrativa sobre a arquitetura de cada cômodo, em especial, a estucaria dos tetos, os ladrilhos do piso e o desenho da escaiola do hall de entrada e detalhes de fachadas. A exposição contou também com o livro multiformato (Fig. 28f), Coelho *et al.* (2018), o qual apresenta a história da casa do conselheiro, assim como foi denominada em Michelin e Leal (2017). Este livro permite ampliar a interação com usuários com um algum tipo de deficiência, pois se utiliza da comunicação por meio pictogramas, vídeo na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), e ainda com braile escrito e audiodescrição.

Figura 28 – Recursos disponíveis para interação durante a exposição: (a) Mesa tangível com aplicação do “jogo de encaixes”; (b) Mapa tátil com legenda em braile; (c) Mapa tátil portátil; (d) Modelos táteis referente aos forros de estuque, detalhes decorativos do casarão e jogos de quebra-cabeça com padrões do tapete de ladrilhos; (e) Modelos táteis com detalhes das fachadas; e (f) Livro multiformato



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O Museu do Doce registrou a visita de 2.433 pessoas durante os três dias da Semana do Patrimônio. No entanto, não foi possível precisar quantos visitantes participaram efetivamente da exposição pelo fato de não ter sido utilizado um livro de presença específico para ela. A experiência do visitante seguiu um percurso que começava na escala do edifício, com a aplicação do mapa tátil e as volumetrias dos cômodos na mesa tangível, e avançava para a escala do detalhe arquitetônico por meio dos demais recursos. A ação esteve acompanhada sempre, de pelo menos, dois pesquisadores: um para promover o uso da mesa tangível e outro para motivar a curiosidade sobre as representações e oportunizar o diálogo para compartilhar interpretações.

O discurso dos mediadores foi fundamentado em narrativas que vêm sendo construídas a partir de estudos dedicados tanto à leitura dos elementos decorativos do ecletismo historicista (Dominguez e Santos, 2017; Alves, 2014; Rozisky, 2014; Borda e Michelin, 2024), quanto à análise da geometria implícita do casarão (Leitzke *et al.*, 2015; Borges *et al.*, 2016; Borda, 2017; Braga; Silva; Ferreira, 2024).

Na interpretação das figuras dos estuques nos tetos, foram levantadas questões sobre o significado desses elementos, com destaque especial para as máscaras localizadas na sala de visitas, no quarto das filhas e no quarto do filho, ilustradas na Figura 29. A análise das diferentes posições dessas máscaras em cada espaço sugere reflexões sobre os modos e os valores de convivência social da época em que o casarão foi edificado (Borda e Michelin, 2024).

Figura 29 – Imagens das máscaras em estuque localizadas nos tetos de quatro ambientes do casarão, respectivamente: salas de visitas, quarto do casal, quarto das filhas e quarto do filho.

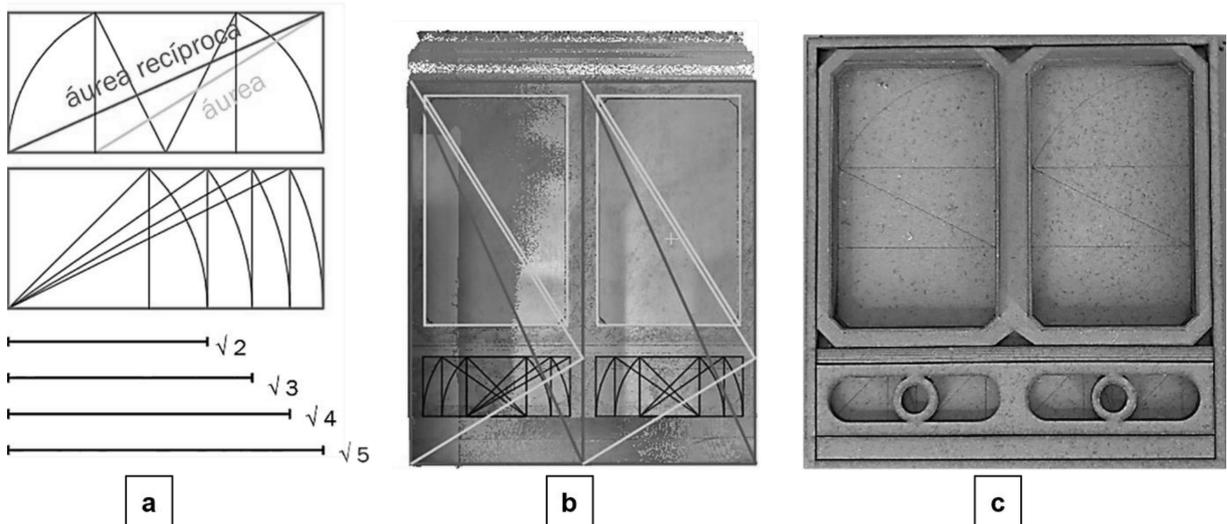


Fonte: Página “a casa senhorial” (<https://acasasenhorial.org>), com edição da autora (2024).

Para a interpretação da geometria implícita, foram apresentadas questões sobre as relações dimensionais e o rigor geométrico dos traçados presentes na planta baixa, nas elevações e nos ornamentos. Esses traçados baseiam-se em padrões como o quadrado, a proporção áurea e os retângulos raiz de 2, 3 e 5, configurando

um sistema estruturado por regras construtivas. Conforme o esquema ilustrado na Figura 30, a explicitação dessas geometrias, realizada por meio de traçados sobrepostos às projeções ortográficas do modelo de nuvem de pontos, foi incorporada em alguns dos modelos táteis. Um exemplo é a representação tátil da escaiola localizada no hall de entrada do casarão.

Figura 30 – (a) padrões geométricos; (b) análise do traçado compositivo da escaiola; (c) modelo tátil da escaiola



Fonte: Braga *et al.* (2024), com edição da autora.

4.2.1 Relato da observação

Esta seção apresenta a sistematização e análise dos dados obtidos durante as observações realizadas na exposição. O processo de observação foi guiado por um roteiro previamente definido (Apêndice C – Roteiro de observação), que contemplava itens como o número de visitantes que interagiram com a mesa tangível, o tempo médio de interação e as primeiras ações realizadas pelos participantes ao explorar os recursos disponíveis. Além disso, buscou-se identificar, por meio de diálogos com os visitantes, percepções relacionadas à intuitividade dos recursos e à sua capacidade de evidenciar aspectos não percebidos anteriormente na visita ao museu.

O primeiro dia da exposição contou com um número reduzido de visitantes, quando comparado aos outros dias. Atribui-se isto ao fato de ter sido um dia chuvoso, ocasionando também, no cancelamento de visitas agendadas por escolas. Em contrapartida, isso facilitou, por exemplo, cronometrar o tempo de interação com o aplicativo da mesa tangível, o que não foi possível nos outros dias devido ao grande número de visitantes. Em média, para encaixar as nove volumetrias disponíveis em

suas corretas posições na planta baixa, os visitantes que realizaram a atividade individualmente levaram de três a cinco minutos para finalizar os encaixes; e os visitantes que realizaram a tarefa em grupo levaram de nove a dez minutos.

Os grupos intergeracionais (famílias), davam espaço para os mais novos conduzirem, enquanto os demais opinavam sobre a resolução do jogo. Foi notável a curiosidade de todos, de qualquer idade, em tocar nas peças. Em grupos formados por crianças, o comportamento se deu de forma diferente em comparação aos adultos. A maioria das crianças optou por jogar individualmente e ao finalizar o encaixe de todos os cômodos na planta, geralmente, retornavam as peças para posição inicial, para que a próxima criança jogasse. Comparado com os adultos as crianças optavam por interagir com a mesa mais espontaneamente, sem o convite de um mediador. A faixa de idade das crianças que interagiram com o aplicativo da mesa, foi de quatro a nove anos, conforme informado pelos pais quando questionados.

No diálogo com os visitantes, foi recorrente o comentário da necessidade de voltar à visita para olhar com mais atenção os tetos, para conectar com as narrativas que acompanharam o uso dos recursos, as quais foram provocativas para a interpretação dos elementos daquela arquitetura. Outra questão que chamou a atenção foi a tomada de consciência dos visitantes em relação à diferença entre a altura da casa e a escala humana, em particular sobre o volume da claraboia que se destaca frente aos demais cômodos. Durante os três dias de observação, nenhuma pessoa com deficiência visual compareceu na exposição e apenas uma criança com transtorno do espectro autista (perfil declarado pela mãe) acessou o recurso.

Em relação às dificuldades observadas na utilização da mesa interativa tangível, estas estiveram mais relacionadas a questões técnicas do que à interação entre o usuário e o dispositivo. Um dos problemas identificados foi o som do sistema, que não era suficientemente alto para superar o ruído gerado pelos visitantes na sala da exposição, tornando necessário o uso de fones de ouvido para solucioná-lo. Essa limitação foi considerada significativa, pois entende-se que, para um melhor aproveitamento das potencialidades da mesa, como o uso colaborativo, o ideal seria dispensar o uso de fones de ouvido ou disponibilizar mais de um aparelho. Apesar dessas questões, observou-se que, em interações em grupo, a maioria dos visitantes compartilhou o aparelho para que todos pudessem receber o *feedback* da aplicação. Por outro lado, algumas pessoas (tanto adultos quanto crianças) mencionaram não se

sentirem confortáveis em utilizar o fone de ouvido. Houve também problemas de calibração da mesa, que afetaram o funcionamento da aplicação. Apesar disso, os ajustes necessários foram realizados prontamente devido à presença constante dos pesquisadores durante a exposição. Por último, a identificação dos tokens apresentou falhas causadas pela trepidação da superfície durante a manipulação de outras peças, o que resultou na leitura incorreta de peças já posicionadas no mapa tátil.

O Quadro 5 apresenta a sistematização dos registros feitos em três dias de exposição no Museu do Doce. Ressalta-se que o pequeno volume de dados se deu devido ao fato de a pesquisadora ter atuado tanto como observadora, quanto como mediadora na exposição. A grande quantidade de visitantes no segundo e no terceiro dia da exposição, dificultou a realização de registros escritos, não havendo quase intervalos entre as mediações. E até mesmo registros fotográficos, que em muitos momentos acabaram sendo evitados para não interferir na dinâmica da mediação com os visitantes.

Quadro 5 – Descrição das ações dos visitantes durante o uso da aplicação na mesa tangível.

(continua)

Tipo de interação	Descrição da observação	Cód. da imagem (Figura 30)
Em grupo (família): 01 criança, 01 adulto e 03 idosos.	Uma criança iniciou a interação com a mesa e o restante do grupo ficou posto ao redor da mesa para auxiliá-la. Após alguns minutos ela decidiu trocar de lugar com o adulto, que colocou o fone e seguiu a atividade. Outros dois adultos, que não estavam com o grupo inicialmente, se juntaram para observar a interação até que ela fosse finalizada.	INT01 INT02 INT03
Individual: 01 adulto	Um homem adulto estava fazendo a visita acompanhado por um mediador do museu, chegando na sala da exposição resolveu interagir com a mesa espontaneamente.	INT04
Individual: 01 adulto	Uma mulher adulta estava fazendo a visita ao museu sem mediação. Foi convidada por um mediador da exposição a interagir com a mesa.	INT05
Em grupo: 02 adultos	Duas mulheres adultas utilizaram o fone de forma compartilhada, posicionando-o entre as duas e realizaram a interação juntas, até finalização a aplicação.	INT 06

(continua)

Tipo de interação	Descrição da observação	Cód. da imagem (Figura 30)
Em grupo: 03 adolescentes/adultos	Um grupo com três mulheres foi convidado a realizar a interação. Uma delas colocou o fone e iniciou a tentativa de encaixes dos volumes na planta, após um tempo outra se dispôs a ajudá-la, e a terceira permaneceu apenas observando.	-
Em grupo (família): 02 adultos e 02 crianças	Um casal com dois filhos foi convidado a interagir com a mesa. A filha coloca os fones e com o auxílio do pai iniciou a interação. Após eles finalizarem, a mãe se aproxima com o filho, que coloca o fone e repete ação.	INT07 INT08
Em grupo: 02 adultos	Um casal realiza a atividade de maneira colaborativa e alternam o uso do fone a cada peça encaixada no tabuleiro, até a finalização.	-
Em grupo (família): 02 adultos e 03 crianças	<p>Três crianças de uma mesma família (irmãs) interagem com a aplicação de forma individual, uma após a outra, sempre “embaralhando” as peças para que a próxima possa jogar.</p> <p>A criança mais nova, com quatro anos de idade, teve dificuldades para realizar os encaixes no mapa tátil pois seus braços não alcançaram o centro da superfície da mesa tangível.</p> <p>Enquanto umas das crianças realizava a interação, uma segunda família se aproxima, a criança dessa outra família pede para entrar na “fila” para jogar. Ela espera pacientemente até que todas as crianças da outra família realizem a atividade e chegue a sua vez.</p>	-
Em grupo: 02 adultos	Um casal testa a aplicação na mesa, realizando cada um deles, a ação de colocar uma vez o fone e encaixar uma peça no mapa, descobrindo como a mesa funcionada. Depois, dispensam o uso do fone e seguem o encaixe das peças, ao mesmo tempo em que dialogam com um mediador da exposição, perguntando sobre questões relacionadas ao contexto histórico do Casarão.	INT09
Em grupo (família): 02 adultos e 01 criança	Um casal com um filho é convidado para interagir com a mesa. dando prioridade para criança realizar a atividade. A mãe declara que o filho é autista. A criança coloca os fones de ouvidos e realiza atividade e menciona ter achado fácil.	-

(continua)

Tipo de interação	Descrição da observação	Cód. da imagem (Figura 30)
Em grupo (família): 03 adultos	Três pessoas realizam a visita com um mediador da exposição, ao chegar na mesa tangível, uma delas se dispõe a interagir com a aplicação. Depois de finalizar, a família informa a mediadora que irá refazer a visita para buscar os elementos do forro em estuque mencionados na mediação e leva consigo o mapa tátil portátil para se orientar no museu.	INT10
Individual: 01 adulto	Uma pessoa foi convidada a interagir com a aplicação da mesa, ela aceita o convite, mas não coloca o fone. É informado a ela o funcionamento da mesa, e por isso a necessidade do aparelho, no entanto, a pessoa informa não gostar de utilizar fones e opta por seguir a interação sem o complemento de áudio. O mediador da exposição vai dando informações referente a cada ambiente para ela, conforme ela completa a atividade.	-
Individual: 01 criança	Uma criança se aproxima da mesa e é convidada pelo mediador para interagir com a mesa tangível. Ela inicia a interação sem o fone de ouvido. O mediador explica o funcionamento da mesa, mas a criança informa não gostar de fones de ouvido e realiza a interação utilizando apenas o conteúdo físico.	-

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A Figura 31 apresenta um mosaico com registros de momentos de interação dos visitantes com a aplicação na mesa tangível. Algumas das ações registradas estão descritas no Quadro 5, podendo ser identificadas de acordo com o código atribuído à imagem.

Figura 31 – Registro de momentos de interação dos visitantes com mesa tangível



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.2.2 Avaliação da exposição

Esta seção apresenta a sistematização e análise dos dados coletados através de um formulário online para a avaliação da exposição. É relevante mencionar que, durante a mostra no Museu do Doce, 78 visitantes forneceram voluntariamente seus endereços de e-mail para responder ao questionário; entretanto, a análise baseia-se nas respostas de apenas 24 participantes que efetivamente retornaram o formulário. Para facilitar a análise dos dados descritos a seguir, as informações foram organizadas em dois grupos: 1) dados quantitativos, correspondentes às respostas das perguntas fechadas; e 2) dados qualitativos, oriundos das respostas às perguntas abertas.

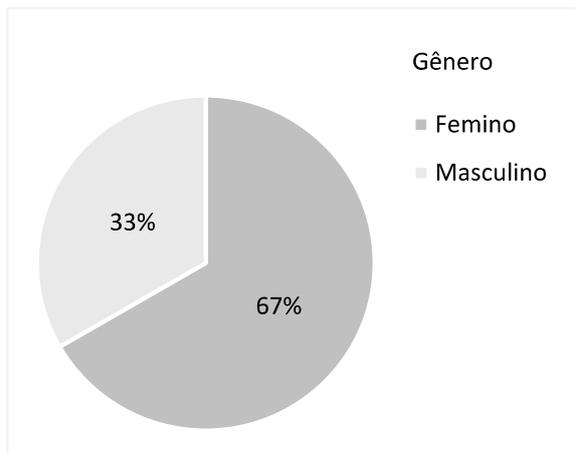
4.2.2.1 Análise dos dados quantitativos

I. Perfil do pesquisado

Este item apresenta a caracterização da amostra da pesquisa, a partir de informações coletadas sobre o perfil dos respondentes. Foram levantados dados referentes a gênero, faixa etária, nível de escolaridade e condições de acessibilidade. Além disso, também aborda o convívio dos respondentes com pessoas com deficiência.

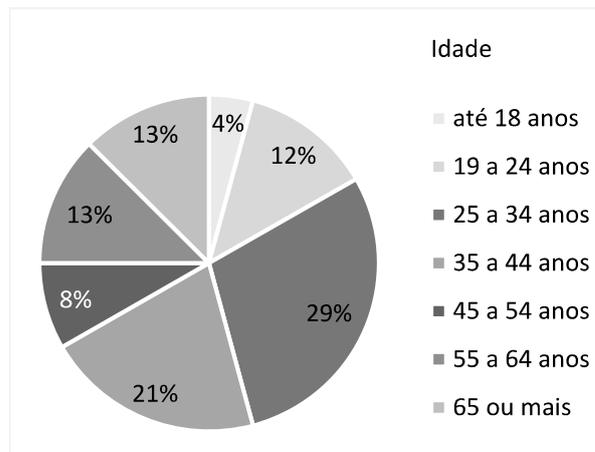
Quanto ao gênero, conforme o Gráfico 1, 67% dos respondentes identificaram-se como sendo do gênero feminino (16 de 24 pesquisados) e outros 33% como do gênero masculino (8 de 24 pesquisados). Em relação à idade, o Gráfico 2 indica que a amostra da pesquisa é predominantemente de adultos jovens, com maior distribuição entre as faixas etárias de 25 a 34 anos (29%) e 35 e 44 anos (21%). As faixas etárias dos mais jovens e dos de maior idade representam a menor distribuição, com 4% dos pesquisados até 18 anos, 12% de 19 a 24 anos, 8% de 45 a 54, e 13% de 55 em diante.

Gráfico 1 – Distribuição dos pesquisados quanto ao gênero



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

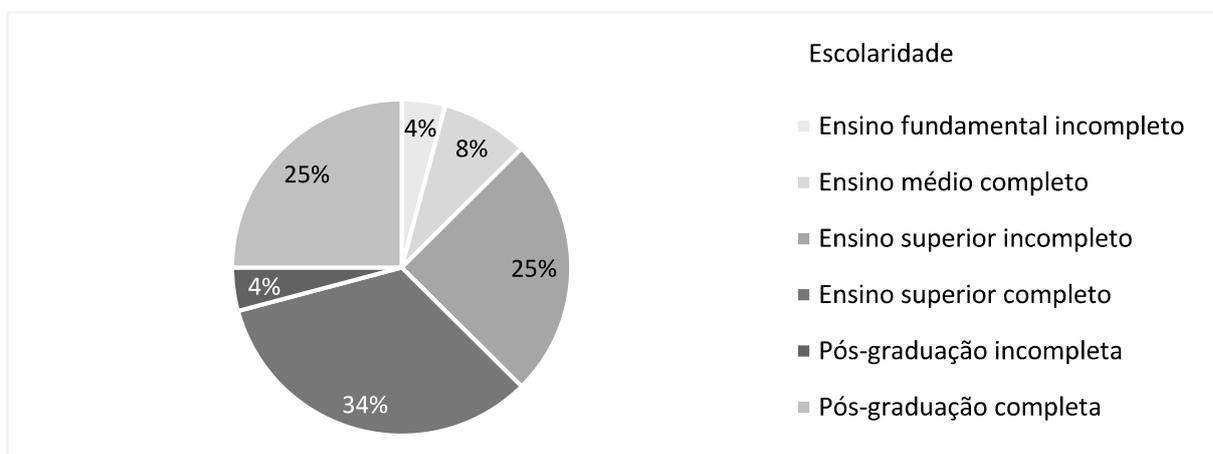
Gráfico 2 – Distribuição pesquisados quanto à faixa etária



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quanto ao nível de escolaridade dos pesquisados, conforme o Gráfico 3, a maior parcela possui ensino superior completo, 34% do total. Outros 25% possuem ensino superior incompleto ou completaram a pós-graduação. A menor parcela inclui aqueles com ensino médio completo (8%), ensino fundamental incompleto (4%) e pós-graduação incompleta (4%).

Gráfico 3 – Distribuição dos pesquisados quanto ao nível de escolaridade

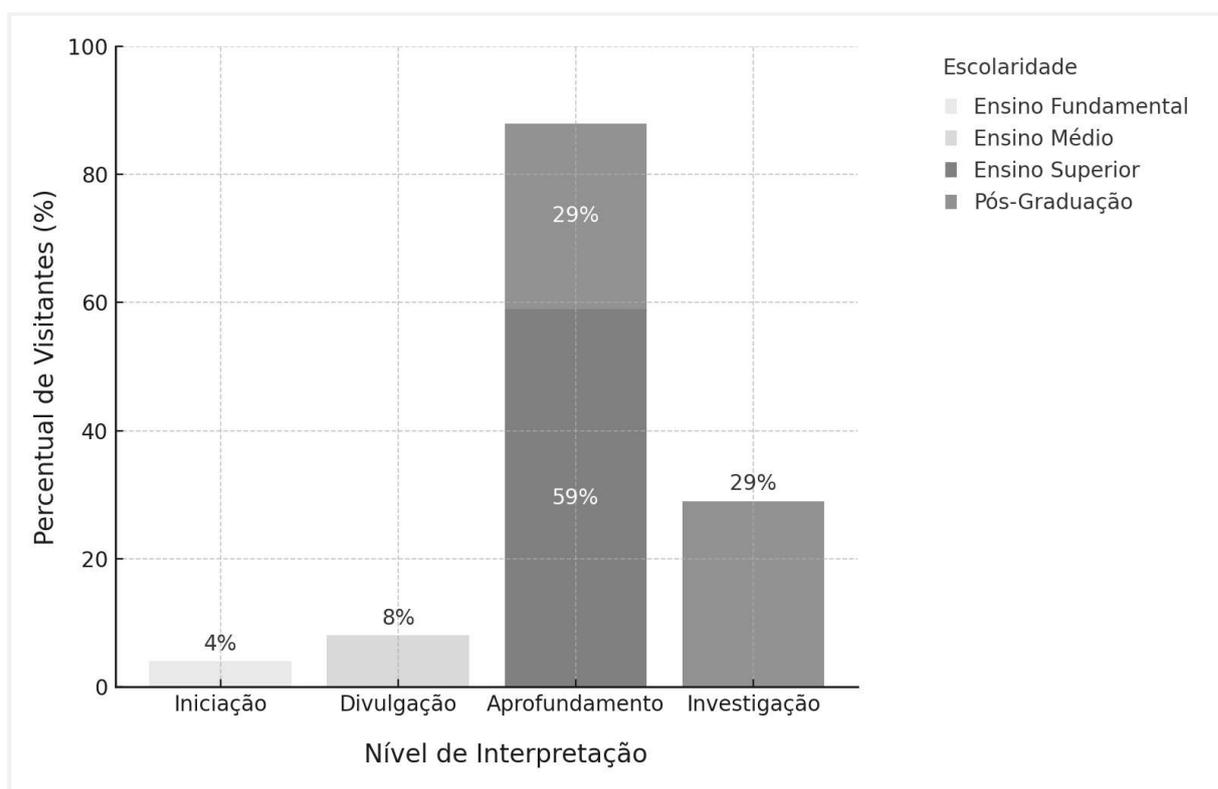


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O Gráfico 4 apresenta a distribuição percentual dos visitantes, relacionando a escolaridade ao nível de "apresentação-interpretação" correspondente, conforme a segmentação de Figueira (2013). Destaca-se que o público com pós-graduação foi incluído tanto no nível "aprofundamento" quanto no nível "investigação". A maior parte da amostra (88%) se enquadra nesses dois níveis, caracterizados por apresentações interpretativas de maior complexidade. A menor frequência de visitantes nos níveis de

"iniciação" e "divulgação" (12%) pode ser explicada pelo fato de essas categorias geralmente incluírem crianças ou adolescentes, público considerado apenas na etapa de observações desta pesquisa. Contudo, a amostra desses dois níveis foi composta predominantemente por visitantes de maior idade, com 65 anos ou mais. Nesse contexto, a adoção de estratégias com abordagem lúdica, multimodal e linguagem simplificada, proporcionadas por interfaces táteis e tangíveis, mostraram-se essenciais para atender a públicos diversos. Elas contribuíram para estabelecer uma conexão mais próxima com o objeto, reduzindo barreiras de interpretação. A interação com os recursos permitiu que os mediadores ajustassem o grau de complexidade das narrativas conforme o interesse do público, refletindo os diferentes níveis de "apresentação-interpretação". Essa análise é aprofundada e exemplificada por meio dos depoimentos escritos dos visitantes, apresentados na seção 4.1.2.4.

Gráfico 4 – Distribuição dos pesquisados em relação ao nível de “apresentação-interpretação” alinhado à escolaridade equivalente.

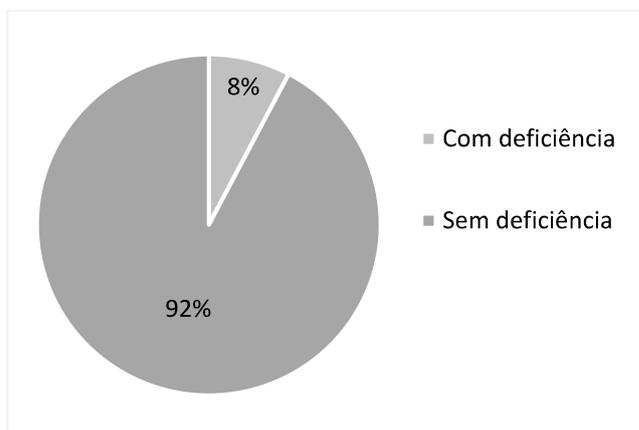


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quanto à condição de pessoa com deficiência, conforme o Gráfico 5, apenas 8% dos respondentes (2 de 24) declararam possuir algum tipo de deficiência. Um deles especificou que sua deficiência consiste na perda de visão temporária, resultante de derrames oculares constantes e o outro não especificou. Sobre o uso de

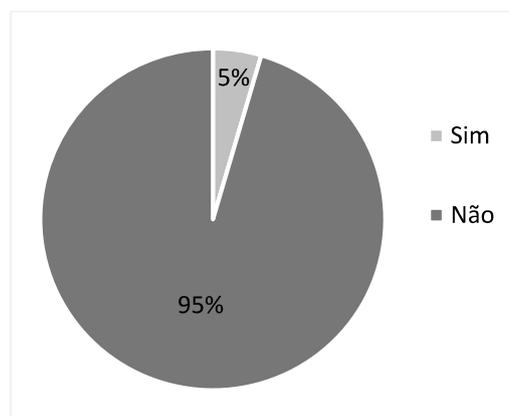
recursos de acessibilidade, conforme Gráfico 6, apenas um respondente (5%) indicou o uso de algum tipo de recurso. O pesquisado em questão, não declarou ter algum de tipo de deficiência.

Gráfico 5 – Distribuição dos pesquisados quanto a condição de pessoa com deficiência



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

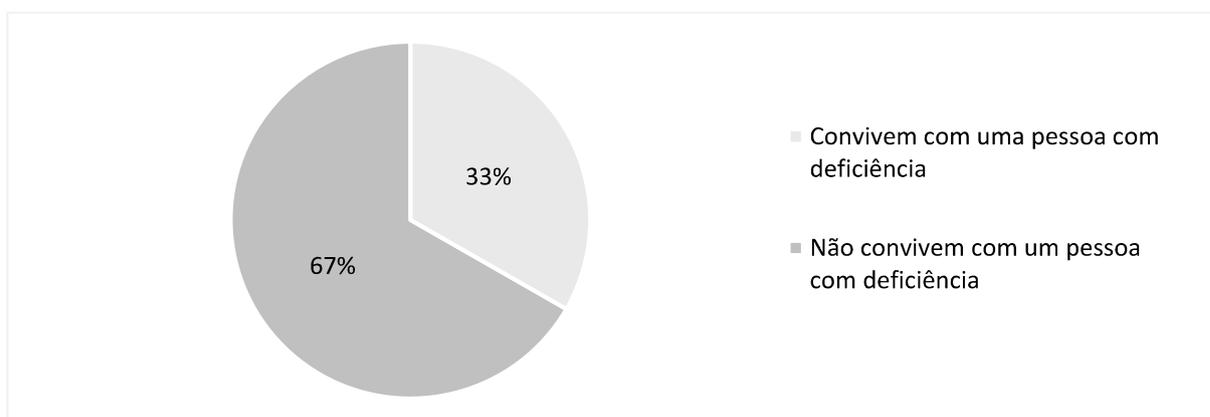
Gráfico 6 – Distribuição dos pesquisados quanto ao uso de recursos de acessibilidade



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quanto à convivência com uma pessoa com deficiência, conforme o Gráfico 7, a maior parcela, 67% (16 de 24 pesquisados), respondeu que não convive, e os outros 33% restantes que sim.

Gráfico 7 - Distribuição dos pesquisados que convivem ou não com uma pessoa com deficiência



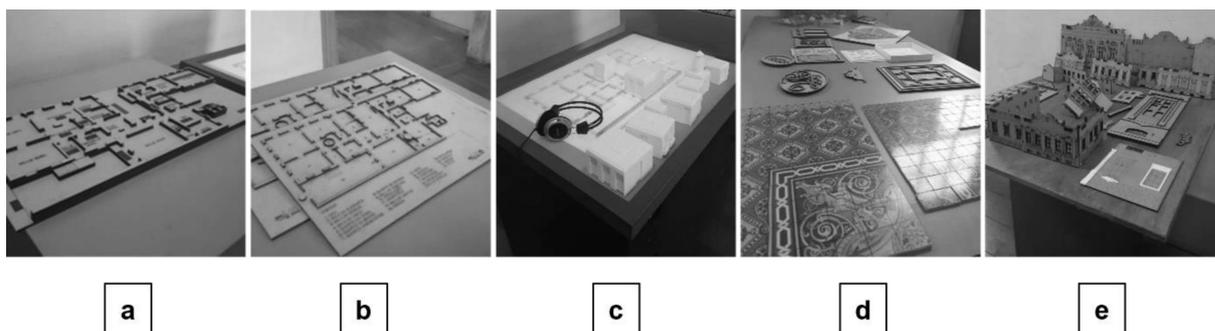
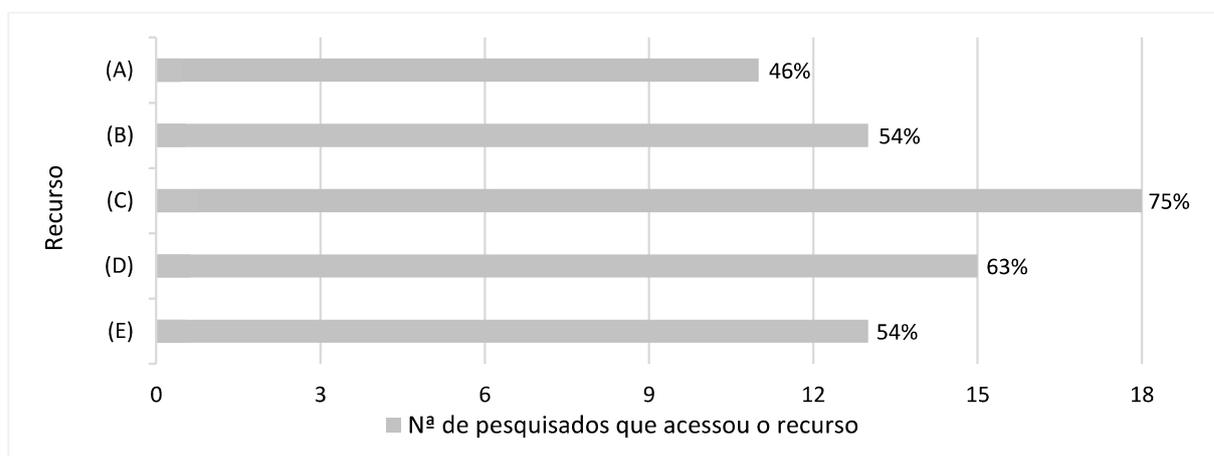
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

II. Recursos apresentados

Este item expõe os resultados relacionados aos recursos disponibilizados na exposição e à interação dos pesquisados com eles. São descritos dados sobre a frequência de uso dos diferentes recursos disponibilizados na exposição, além de informações sobre a curiosidade e a satisfação dos visitantes em relação à experiência.

Inicia-se pela análise da frequência de uso dos recursos disponíveis na exposição, conforme apresentado no Gráfico 8. Verifica-se que a mesa tangível foi o recurso mais utilizado, atingindo 75% dos participantes. Na sequência, com 63%, estão os recursos táteis e os jogos relacionados a elementos internos do casarão, como estuques, escaiolas e ladrilhos. O mapa tátil portátil e os esquemas táteis das fachadas tiveram o mesmo número de utilizações, com 54%. O recurso menos acessado foi o mapa tátil com legenda em texto e em braile, atingindo 46%. Na análise individual das respostas, em quatro casos (16%), a mesa foi o único recurso experimentado. O mesmo percentual de casos ocorreu em situações em que os respondentes passaram por todos os recursos da exposição.

Gráfico 8 - Distribuição dos recursos acessados pelos pesquisados



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A preferência pela utilização da mesa tangível pelos participantes era esperada, considerando a inovação tecnológica que ela oferece e o fato de ter sido implementada recentemente no Museu do Doce. Da mesma forma, o expositor que apresentava representações de elementos do casarão na forma de jogos e atividades lúdicas foi o segundo mais acessado.

A avaliação da experiência dos participantes na exposição levou em conta o grau de curiosidade despertado sobre o Casarão 8 por meio da interação com os recursos expositivos, assim como a recomendação da visita para outras pessoas. A mensuração utilizou uma escala de intensidade de 1 a 5, na qual as notas 1 e 2 foram consideradas negativas, 4 e 5 positivas, e 3 neutra. Conforme indicado na Tabela 1, 100% dos respondentes atribuíram notas positivas, indicando que a exposição despertou muita curiosidade sobre a edificação. Quanto à recomendação da exposição, 97% dos respondentes deram avaliações positivas e 3% neutra.

Tabela 1 – Distribuição das respostas dos pesquisados quanto ao grau de curiosidade despertado e à recomendação de visita à exposição, na escala de 1 a 5

Questão	Escala					
	1	2	3	4	5	
Nenhuma curiosidade	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (25%)	18 (75%)	Muita curiosidade
Nunca recomendaria	0 (0%)	0 (0%)	1 (3%)	3 (13%)	20 (84%)	Frequentemente recomendaria

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Considerou-se pertinente coletar informações sobre os temas de interesse dos respondentes para futuras exposições. Dos 24 participantes, apenas 3 declararam não ter interesse em nenhum conteúdo específico. Entre as opções listadas, os demais mostraram preferência por curiosidades (54%), história (50%) e restauro (46%). Além disso, sete respondentes deixaram comentários especificando os temas de maior interesse, como as técnicas construtivas empregadas no casarão, a disposição dos móveis durante o período em que servia como residência da família Maciel, e até mesmo o funcionamento da mesa tangível, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Respostas obtidas sobre os temas de maior interesse

Respondente	Categoria marcada	Comentário
V03	Curiosidade	“Sou arquiteta e queria ver como funciona a mesa.”
V06	Curiosidades/História/Restauro	“Ano da construção, arquitetos, residentes ao longo dos anos,”
V07	Curiosidades/História/Restauro	“Adoraria saber como era a disposição dos móveis e como seria o dia a dia no casarão.”
V09	História	“Gostaria de saber melhor da história do Casarão, quem viveu nele e por quanto tempo, o que já serviu de uso e ocupações...”
V13	Curiosidades	“Gostaria de saber mais sobre os móveis do quarto de casal.”
V23	Restauro	“Como mantinham a estrutura e as aberturas e paredes na época, se é que havia.”
V24	Restauro	“Como que na época, existiam profissionais tão capacitados e talentosos que executavam estas OBRAS DE ARTE?? Hoje temos dificuldades em prestadores de serviço de qualidade!! E as obras, quando comparadas, são com muito menos detalhes! Teoricamente mais fácil a execução... e sai tudo torto (risos)”

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

III. Interação com interface tangível

Este item apresenta os resultados referentes à avaliação específica da aplicação da mesa tangível. Para isto também foi utilizada uma escala de intensidade de 1 a 5, para mensurar a opinião dos respondentes sobre questões que envolvem as qualidades hedônicas, relacionadas ao prazer, como a satisfação emocional e o prazer sensorial, e pragmáticas da interação e do conteúdo da aplicação. Foi observado, no quantitativo de respostas, que apesar de 18 pesquisados declararem ter acessado a mesa tangível, obteve-se um número maior de respostas, totalizando em 20 avaliações.

Conforme indicado na Tabela 2, em relação à dificuldade da interação, a maioria dos respondentes, 70%, consideraram a interação simples, 20% moderada e 10% complicada. Em relação ao engajamento, 80% dos respondentes acharam motivadora e 10% intermediária ou desinteressante. Quando à originalidade/inação, 85% consideraram criativa e 15% convencional. Em relação ao tempo de duração do conteúdo, finalização da atividade da aplicação, 10% consideraram curto, 55%

moderado e 35% longo. Por fim, quanto à importância/impacto do conteúdo da aplicação, 90% acharam relevante, 5% de relevância moderada ou irrelevante.

Tabela 2 - Distribuição das respostas dos pesquisados quanto ao grau de dificuldade, motivação e criatividade da interação; duração e relevância do conteúdo, na escala de 1 a 5

Questão	Escala					
	1	2	3	4	5	
Interação simples	7 (35%)	7 (35%)	4 (20%)	0 (0%)	2 (10%)	Interação complicada
Interação motivadora	14 (70%)	2 (10%)	2 (10%)	1 (5%)	1 (5%)	Interação desinteressante
Interação criativa	15 (75%)	2 (10%)	0 (0%)	2 (10%)	1 (5%)	Interação convencional
Interação com conteúdo curto	0 (10%)	2 (10%)	11 (55%)	5 (25%)	2 (10%)	Interação com conteúdo longo
Interação com conteúdo relevante	16 (80%)	2 (10%)	1 (5%)	0 (0%)	1 (5%)	Interação com conteúdo não relevante

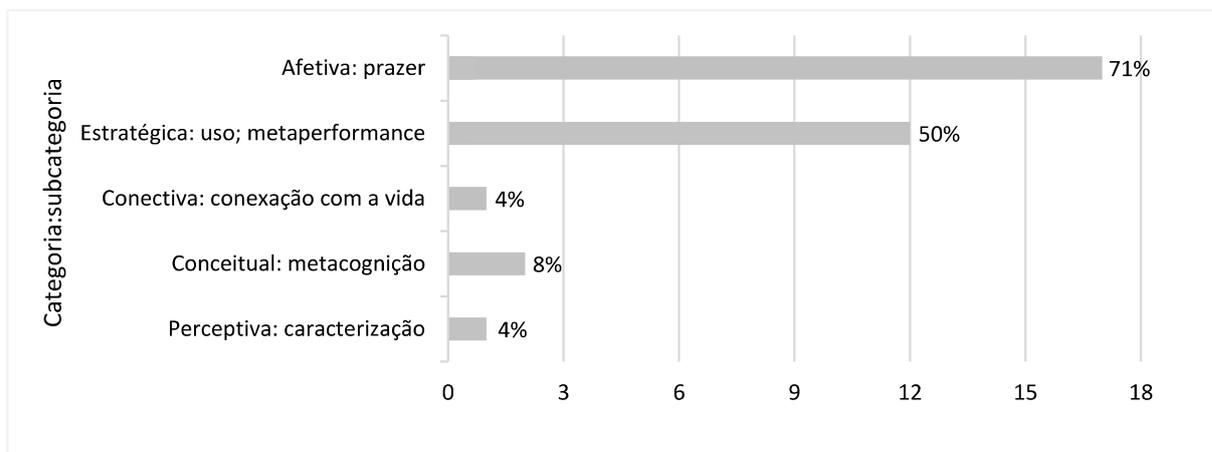
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.2.2.2 Análise dos dados qualitativos

A análise qualitativa foi realizada com base nas respostas à seguinte questão: “Comente o que você achou da experiência de visita ao museu, considerando os recursos utilizados”. Os depoimentos escritos foram classificados de acordo com as categorias de “conversas de aprendizagem” (Allen, 2002), descritas na metodologia.

Embora o enfoque da análise nesta seção seja predominantemente qualitativo, foi realizado um levantamento quantitativo para identificar a frequência em que cada categoria apareceu nos comentários. Os resultados foram representados a partir do gráfico 8, na intenção de otimizar a análise. Foram coletados 24 comentários, com um total de 34 classificações, considerando que muitos comentários foram enquadrados em mais de uma categoria.

Gráfico 9 - Categorias/subcategorias de conversas de aprendizagens identificadas entre os comentários em escritos dos pesquisados



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na sequência, são discutidos os resultados obtidos para cada categoria das conversas de aprendizagem, organizados em ordem decrescente de frequência. A identificação das categorias aparece de forma abreviada ao fim de cada comentário: **CA** para conversa afetiva; **CE** para conversa estratégica; **CC** para conversa conectiva; **CCo** para conversa conceitual; e **CP** para conversa perceptiva. A identificação dos participantes é dada pela letra “V” numerada de 1 a 24, que corresponde ao número total de visitante que responderam ao questionário.

Iniciando pela **categoria afetiva**, subcategoria “**prazer**”, que foi a mais recorrente entre os respondentes, com 71%. Foram incluídos nessa classificação os comentários que expressassem contentamento em relação à experiência vivenciada. Entre os registros encontram-se, por exemplo:

V11: “Muito interessante, permite fornecer outra forma de aprendizado e interação.” (CA)

V15: “Os recursos utilizados foram de grande valia para evidenciar detalhes e curiosidades que uma simples visita jamais conseguiria. Devia ter recursos como estes em todos os museus!” (CA; CE)

V24: “Muito interessante, despertou inclusive o interesse das crianças, minhas filhas que estavam junto! Parabéns!” (CA)

A alta frequência dessa categoria era esperada, considerando que o caráter lúdico da exposição incentiva respostas de natureza afetiva. Os comentários de V11 e V15, indicam que a disponibilização de recursos lúdicos e tecnológicos, aprimoraram a experiência dos visitantes. Além de promoverem uma aceitação intergeracional, com base no relato de V24.

A **categoria estratégica**, foi a segunda mais frequente, em 50% dos comentários. Foram identificadas duas subcategorias, a primeira é a do **“uso”**. Nessa classificação, foram considerados depoimentos que indicassem a utilidade dos recursos para uma compreensão dos aspectos formais, históricos e construtivos do Casarão 8. Entre os registros encontram-se, por exemplo:

V03: “Achei superlegal a interação com o usuário, mas as vezes dava erro quando mexia, por exemplo colocava um cômodo da residência e a voz no fone falava o nome de outro cômodo.” (CA; CE)

V06: “Muito lúdico e esclarecedor de detalhes quais eu não perceberia sem os jogos.” (CE)

V:20 “Foi uma experiência muito interessante de conseguir sentir tatilmente e observar mais de perto alguns elementos e detalhes que passam despercebidos de nós durante uma visita mais rápida ao local. O material produzido é importante para entender os fluxos e a construção desse projeto histórico como um todo (CA; CE; CP)

De modo geral, os comentários ressaltam o impacto positivo sobre o uso dos recursos na visita e demonstram que estes atuaram efetivamente como ferramentas para facilitar a interpretação do Casarão 8. Nos depoimentos de V06 e V20, por exemplo, a ênfase “jogos” e no “sentir tatilmente” sugere que as atividades interativas e tangíveis enriqueceram a experiência, tornando-a mais envolvente. Isto corrobora com a afirmação de Neves (2011) sobre como conteúdos interativos facilitarem a compreensão dos visitantes em exposições.

Em contrapartida, no comentário de V03 são destacados tanto aspectos positivos quanto limitações. O depoimento relata um problema prático em termos de funcionamento da aplicação da mesa tangível, que afeta a experiência do visitante.

A segunda subcategoria é da **“metaperformance”**. Nessa classificação, foram incluídos depoimentos em que os visitantes demonstrassem uma avaliação da própria experiência. Entre os registros encontram-se, por exemplo:

V14: “Após ter contato com os recursos, eu refiz toda a visita ao museu. A experiência de ter refeito a visita com novos olhos foi encantadora, pois me deu a oportunidade de prestar mais atenção em detalhes que eu havia ignorado ou nem mesmo notado.” (CE).

O relato de V14 representa uma reflexão consciente sobre como os recursos motivaram a revisitar o local sob uma nova perspectiva. Isso demonstra o impacto dos recursos, evidenciando que eles cumpriram o objetivo principal estabelecido: convidar os visitantes à interpretação deste patrimônio cultural.

A **categoria conceitual**, subcategoria “metacognição”, apareceu em terceiro lugar, com 8%. Nessa classificação foram incluídos comentários que sugerissem reflexões e reconhecimento de conceitos adquiridos através da experiência com os recursos, por parte dos visitantes. Entre os registros encontram-se, por exemplo:

V02: “Acredito que os recursos tenham melhorado a experiência, pois nos levam a conhecer mais sobre a casa. Além disso, possibilitam uma compreensão das intenções dos arquitetos daquela época, como eles conceberam os espaços e as intenções que o arquiteto pretendia transmitir em cada ambiente.” (CA; CCo)

V:23: “Se consegue ter noção da capacidade de construção daquela época, utilizando geometria e matemática, divisão dos ambientes projetados a partir da necessidade e hierarquia da família. Materiais primários e pouco utilizados hoje.” (CCo)

Conforme Tilden (1957) propõe, a interpretação deve promover o entendimento do patrimônio sob uma perspectiva ampliada, buscando revelar significados e relações subjacentes através de experiências diretas com objetos e contextos originais. Nesse sentido, observa-se que os recursos disponíveis para interpretação do Casarão podem ser apreciados tanto em seus aspectos lúdicos quanto para abordar temas especializados.

O comentário de V02, por exemplo, reflete sobre o simbolismo dos espaços. Do mesmo modo, V23 aborda o saber-fazer da época, fundamentado na geometria e matemática. Esses registros, portanto, indicam que a experiência com os recursos não só desperta a curiosidade, como também ampliam a compreensão sobre o casarão, alinhando-se aos princípios da interpretação de Tilden (1957).

A categoria **perceptiva**, subcategoria “**caracterização**”, apareceu em quarto lugar, representando 4% das conversas. Nessa classificação foi incluído apenas um comentário, que descreve detalhes característicos dos recursos da exposição. Nesse caso, o comentário de V20 foi novamente enquadrado, sendo o único da subcategoria. Ele enfatiza que os recursos em formato de maquetes táteis permitiram que detalhes fossem observados de perto e tocados, oferecendo uma experiência tátil e visual que contribui para a identificação desses elementos específicos no espaço.

Por último, a **categoria conectiva**, subcategoria “conexão de vida”, com 4%. incluiu falas que estabeleceram conexões explícitas entre elementos da exposição e conhecimentos ou experiências prévias dos visitantes. Entre os registros encontram-se, por exemplo:

V22: “Gostei muito de ver a dedicação do pessoal, eu trabalhei lá em 1967/68 e não sabia que cada peça tinha um significado nos forros. Gostei muito de saber e lembrar o tempo que tive lá.” (CC)

Segundo Allen (2002), é comum que muitos visitantes usem a exposição como um estímulo para compartilhar informações previamente aprendidas ou até histórias pessoais, sem relação direta com o conteúdo observado. Nesse sentido, o comentário de V22, apesar de não ter relação direta com a exposição, demonstra ter sido estimulado por ela. Esse efeito provocado pelos recursos oportuniza reforçar o valor do bem e ampliar o senso de pertencimento.

Como conclusão da análise, observa-se que as categorias “afetiva” e “estratégica” foram fundamentais na experiência dos visitantes, contribuindo para o aprendizado no Museu do Doce. Segundo Allen (2002), essas categorias ampliam a experiência além do domínio cognitivo, integrando emoções, engajamento e estratégias de interação. Na exposição, a alta frequência de comentários relacionados a essas dimensões indica que os recursos não apenas despertaram o interesse emocional, mas também estimularam um aprendizado ativo, promovendo a exploração e interpretação mais aprofundada dos elementos da edificação. Essa dinâmica reforça o papel dos museus como espaços de interação dialógica, onde os visitantes participam ativamente de processos de troca, reflexão e construção de significados.

4.3 Produções decorrentes da pesquisa

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, foram gerados produtos que contribuíram para os projetos MODELA Pelotas VI e Oficinas de Ensino e Aprendizagem de Representação Gráfica e Digital, ambos vinculados ao laboratório GEGRADI/FAUrb/UFPel. São eles:

- Disponibilização de outras quatro aplicações para a mesa tangível, além da desenvolvida nesta pesquisa, com o objetivo de provocar a atenção para um bem integrado à arquitetura eclética do Casarão 8 e do entorno da praça Coronel Pedro Osório, Pelota/RS. As aplicações encontram-se disponíveis no Repositório de Aplicações⁴ da plataforma Eduba NIDABA.

⁴ <https://nidaba.online/system/share/>

- Disponibilização de material didático sobre manipulação e tratamento da nuvem de pontos para a geração de modelos digitais destinados à fabricação digital por impressão 3D, estruturado no formato de vídeo tutorial. O conteúdo é composto por sete vídeos, com duração entre 10 e 15 minutos, totalizando, até o momento, 227 visualizações. Esse material foi validado por uma aluna de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo, bolsista PBIP-AF/UFPEL, e está registrado em Ferreira *et al.* (2023). Como objeto de aprendizagem, tem sido utilizado para instrumentalizar outros estudantes, contribuindo para a continuidade dos projetos de extensão por meio de um processo formativo, sendo também incorporado à disciplina de RCE da FAUrb/UFPEL.
- Realização de melhorias para a mesa tangível a partir das limitações observadas durante os experimentos. Foram contempladas soluções para facilitar a locomoção da mesa dentro do espaço; redução do risco de descalibramento a partir da fixação dos componentes do sistema interno da mesa e ergonomia na tarefa de inicializar o sistema e conexão de componentes via USB.

5 Considerações finais

Esta dissertação teve como objetivo compreender como uma interface tangível auxilia na interpretação de um espaço arquitetônico, adotando como objeto de investigação o Museu do Doce/UFPel. Ao longo deste estudo foram investigadas estratégias para o desenvolvimento de uma interface tangível que contribuísse, principalmente, para a interpretação de pessoas com deficiência visual. Foram realizados experimentos para o registro e levantamento de dados para a compreensão de um caso específico que se configurou como uma aplicação para uma mesa tangível que informa acerca da distribuição dos cômodos da edificação em sua função original como residência, por meio de áudio, além de proporção e escala desses ambientes, percebidos pelo tato e visão.

Foram criados entornos para experimentos em ambientes naturais, dentro e fora do museu, com o objetivo de explorar estratégias de interpretação por meio de interfaces tangíveis. Essas ações, viabilizadas pela inserção da extensão universitária nos currículos de graduação, foram guiadas pelas diretrizes do PNExt. As atividades fomentaram o envolvimento entre a universidade e a comunidade, utilizando interfaces táteis e tangíveis como instrumentos de interação dialógica, superando o discurso da hegemonia acadêmica. Além da indissociabilidade, destacando a relação entre Pesquisa e Extensão por meio de dinâmicas participativas com pessoas com deficiência visual, que possibilitaram o diálogo sobre suas necessidades para o aprimoramento da interface tangível. A relação entre Ensino e Extensão também se fortaleceu com a integração de estudantes nessas ações.

Uma das limitações deste estudo foi a impossibilidade de testar a aplicação completa com pessoas com deficiência visual, o que restringiu a análise do impacto da interface tangível para esse público específico. Em contrapartida, os experimentos realizados com públicos diversos demonstraram que recursos desenvolvidos para pessoas com deficiência visual podem beneficiar todos os usuários. Para o público vidente, a principal contribuição relatada foi a capacidade da interface tangível de evidenciar detalhes e aspectos da edificação que anteriormente passavam despercebidos.

Os resultados indicaram que as interfaces tangíveis desempenharam um papel significativo na interpretação do casarão que abriga o Museu do Doce, ampliando a

acessibilidade e promovendo o engajamento dos visitantes por meio de recursos multimodais e multissensoriais. O conjunto de interfaces tangíveis e táteis permitiu a criação de narrativas lúdicas sem comprometer o conteúdo crítico, ao integrar diferentes níveis de interpretação, tanto pelo discurso dos mediadores quanto pelas informações em áudio associadas à interface tangível.

Mesmo em uma aplicação básica, informando apenas a ocupação original dos cômodos do casarão, essas interfaces geraram discussões interessantes entre os visitantes. Além disso, a interação e as atividades lúdicas com a mesa tangível fortaleceram o envolvimento e o vínculo afetivo dos participantes com o conteúdo da exposição. Também estimularam uma postura ativa na reinterpretação dos objetos, conectando passado, presente e futuro, consolidando-se como ferramentas eficazes para a educação patrimonial.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Com base nos resultados alcançados, esta pesquisa identificou alguns direcionamentos para aprofundar o uso de interfaces tangíveis e ampliar sua aplicação no contexto do Museu do Doce/UFPel. A seguir, são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

Uma das principais possibilidades é a experimentação da interface tangível com pessoas com deficiência visual. Embora tenha sido projetada com foco na acessibilidade, a validação direta com esse público ainda não foi realizada de forma mais ampla. Outra sugestão é expandir os formatos de informação integrados à mesa tangível. Entre as opções está a inclusão de audiodescrições voltadas à exploração tátil dos tokens, bem como a disponibilização de informações em LIBRAS para pessoas com surdez. Essas iniciativas têm o potencial de ampliar as formas de interação adaptativa, promovendo maior acessibilidade para diferentes públicos.

Outro aspecto identificado refere-se à independência dos recursos em relação aos mediadores. Os experimentos realizados no Museu do Doce evidenciaram que as narrativas orais apresentadas pelos mediadores são fundamentais para a interpretação junto aos recursos tangíveis. Contudo, reconhece-se que as mediações dependem da sazonalidade e da infraestrutura disponível, o que torna necessário o desenvolvimento de soluções que permitam o uso autônomo dos recursos pelos

visitantes. Uma possibilidade é transformar as narrativas ao vivo em informações de áudio gravadas, organizadas com base no tema e no nível de detalhamento, associando-as aos recursos tangíveis e táteis. Essa abordagem garantiria maior autonomia aos visitantes e possibilitaria experiências personalizadas.

Por fim, sugere-se explorar o uso da própria mesa tangível como instrumento de coleta de dados. Por meio do desenvolvimento de aplicações lúdicas envolvendo questionários (formato de *quizzes*), por exemplo, seria possível levantar informações de forma mais natural, combinando aspectos investigativos com o engajamento dos visitantes.

Referências

- ADERALDO, Marisa Ferreira. **Proposta de parâmetros descritivos para audiodescrição à luz da interface revisitada entre tradução audiovisual acessível e semiótica social multimodalidade**. Orientadora: Célia Maria Magalhães. 2014. 206f. Tese (Doutorado em Estudos Linguísticos) – Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerias, Belo Horizonte, 2014.
- ADHMT. Segurança da máquina de corte a laser: o que precisa de saber. **ADH MACHINEL TOLL**, 2024. Disponível em: < https://www.adhmt.com/pt/seguranca-das-maquinas-de-corte-a-laser/?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 29 jan. de 2025.
- ALLEN, Sue. Looking for learning in visitor talk: A methodological exploration.. *In*: LEINHARDT, Gaia; CROWLEY , Kevin; KNUTSON, Karen. **Learning Conversation in Museums**. Mahwah: Erlbaum Associates, 2002. v. 1, p. 259-303. Disponível em: <https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/pdfs/lookingforlearning.pdf>.
- ALMEIDA, Luciana Cristina de; LOCH, Ruth Emília Nogueira. Mapa tátil: passaporte para a inclusão. **Extensio**: Revista Eletrônica de Extensão, UFSC - Florianópolis - SC, v. 2, ed. 3, p. 3-36, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/extensio/article/view/5482>
- ALVES, Fábio Galli. **Decorações murais**: técnicas pictóricas de interiores. Pelotas/RS (1878-1927). 2015. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.
- AMIRALIAN, Maria Lucia Toledo Moraes. **Compreendendo o cego**: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997. 321 p.
- APPERT, Caroline et al. Custom-made tangible interfaces with touchtokens. *In*: **Proceedings of the 2018 international conference on advanced visual interfaces**. 2018. p. 1-9.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR15599**: Acessibilidade - Comunicação na prestação de serviços. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2008, 39 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020, 147 p.
- BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: [s.n.], 2017, p.20. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acessado em: 10 mai. 2023.

BESKO, Marcos; BILYK, Claudio; SIEBEN, Priscila Gritten. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. **Gestão Tecnologia e Inovação**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 9-18, 2017.

BLOOM, Benjamin S. et al. **Taxionomia de objetivos educacionais**. Tradução: Flávia Maria Sant' Anna. Porto Alegre: Globo, 1973.

BORDA, Adriane et al. Análise de elementos anamórficos da arquitetura eclética historicista pelotense: das nuvens de pontos à parametria. **Educação Gráfica**. Bauru, v. 26, n. 1, p. 117-134, abr. de 2022.

BORDA, Adriane. Tactile narratives about an architecture's ornaments. *In*: XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital, 21., 2021 Concepción, Chile. **Blucher Design Proceedings**. São Paulo: Blucher, v. 3, n. 12, p. 439-444, 2017. DOI 10.5151/sigradi2017-069.

BORDA, Adriane; MICHELON, Francisca. As máscaras da casa-sede do Museu do Doce, Pelotas/RS: uma leitura visual dos estuques dos tetos. *In*: Seminário da Semana dos Museus da UFPel 2024. Pelotas: UFPel, 2024.

BORGES, Letícia; SILVEIRA, Diego; BORDA, Adriane. Leituras sobre o Casarão 8 apoiadas em tecnologias avançadas de representação. *In*: II Semana Integrada UFPel, 2., 2016, Pelotas. **Anais do CIC 2016 – Ciências Sociais Aplicada**. Pelotas: UFPel, 2016. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2016/SA_05310.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023.

BRAGA, Karine Chalmes et al. Entre um mapa tátil portátil e uma interface tangível: Caso aplicado a uma arquitetura de interesse patrimonial. *In*: VII Semana Integrada UFPel, 7., 2021, Pelotas. **Anais do ENPOS 2021 - Ciências Sociais Aplicadas**. Pelotas: UFPel, p. 1-4, 2021. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/SA_04317.pdf. Acesso em: 11 de mai. 2023.

BRAGA, Karine Chalmes; ALMEIDA, Rubia; BORDA, Adriane. Produção e experimentação de um mapa tátil portátil: caso aplicado junto à visita à casa do conselheiro. *In*: IV Semana Integrada UFPel, 4., 2018, Pelotas. **Anais do V Congresso de Extensão e Cultura da UFPel – CEC 2018**. Pelotas: Ed. da UFPel., p. 158-161, 2018. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/congressoextensao/files/2018/12/Cultura.pdf>. Acesso em: 11 mai. de. 2023.

BRAGA, Karine Chalmes; SILVA, Adriane Borda Almeida da; FERREIRA, Aline da Costa. Jogos interativos sobre práticas projetuais e construtivas: o caso do hall de entrada do Museu do Doce, Pelotas, RS. *In*: Graphica 2024, 2024, Pelotas. **Anais Graphica 2024: XV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design**. [s.l.]: Even3, 2024, p. 1-12. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/862679.pdf>. Acesso em: 10 de nov. 2024.

BRASIL. Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007.

BRASIL. Instrução Normativa n. 1, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a acessibilidade aos bens culturais imóveis acautelados em nível federal, e outras categorias, conforme especifica. **IPHAN**, 24 nov. 2003.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa Com Deficiência. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União**, 7 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille / elaboração: DOS SANTOS, Fernanda Christina; OLIVEIRA, Regina Fátima Caldeira de – Brasília-DF, 2018, 3. ed. 120p.

BRASIL. Ministério das Comunicações. Portaria nº 188 de 24 de março de 2010. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério das Comunicações. Portaria nº 310 de 27 de julho de 2006. Brasília, 2006.

CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

CANUTO, C. L.; MOURA, L. R. de; SALGADO, M. S. Tecnologias digitais e preservação do patrimônio arquitetônico: explorando alternativas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 7, n. 4, p. 252-264, 2016. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/317127393_Tecnologias_digitais_e_preservacao_do_patrimonio_arquitetonico_explorando_alternativas. Acesso em: 13 jan. 2023.

CAPONERO, Maria Cristina; LEITE, Edson. Interpretação Patrimonial: necessidade de diálogo entre educação e cidadania no Brasil. **Revista de Estudos Brasileños**, Universidade de São Paulo, v. 7, n. 14, p. 19-33, 2020. DOI <https://doi.org/10.14201/reb20207171933>

CARDOSO, Eduardo et al. Tecnologias Tridimensionais para Acessibilidade em Museus. In: **Proceedings of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design**. São Paulo: Blucher, p. 444-448, 2014. DOI 10.5151/despro-sigradi2013-0085

CARDOSO, Eduardo. **Design para experiência multissensorial em museus: fruição de objetos culturais por pessoas com deficiência**. Orientador: Tania Luisa Koltermann da Silva. 2016. 310 f. Tese (Doutorado em Design) - Programa de Pós-Graduação em Design – PgDesign, Porto Alegre - UFRGS, 2016.

CARDOSO, Eduardo; SILVA, Tânia Luisa Koltermann. Diretrizes para o desenvolvimento de recursos táteis e sonoros em museus. In: **Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. São Paulo: Blucher, p. 3930-3942, 2019. DOI 10.5151/ped2018-4.3_ACO_27.

CAVA, Livia Ávila et al. Os milhões de pontos que documentam a Casa do Conselheiro: entre a ambiência física e digital. In: IV Colóquio Internacional A Casa Senhorial: Anatomia dos Interiores, 4., 2017, Pelotas. **Caderno de Resumos**. Pelotas: UFPel, 2017, p. 36-37.

CAVA, Livia; SILVEIRA, Diego; BORDA, Adriane. Tratamento de nuvem de pontos para a impressão 3D: entre o estado da arte e as tecnologias disponíveis em um contexto específico de formação de arquitetura. In: III Semana Integrada UFPel, 3., 2017, Pelotas. **Anais do CIT 2017 – Ciências Sociais Aplicada**. Pelotas: UFPel, 2017. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2017/SA_04748.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023.

CELANI, Maria Gabriela Caffarena; PUPO, Regiane Trevisan. Prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: definições e estado da arte no Brasil. **Cadernos de pós-graduação em arquitetura e urbanismo**, v. 8, n. 1, 2008.

CIDADE, Mariana Kuhl et al. Método para determinação de parâmetros de gravação e corte a laser CO2 com aplicação na joalheria contemporânea. **Design & Tecnologia**, v. 6, n. 12, p. 54-64, 2016.

CIDADE, Mariana Kuhl. **Caracterização e padronização do processo de gravação a laser em ágata aplicado ao design de joias**. Orientadora: Lauren da Cunha Duarte. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

COELHO, J. et al. **A Casa do Conselheiro**: Livro inclusivo multiformato do Museu do Doce da UFPel. 2018.

COHEN, Regina; DUARTE, Cristiane; BRASILEIRO, Alice. O Acesso para Todos à Cultura e aos Museus do Rio de Janeiro. In: Seminário de investigação em museologia dos países de língua portuguesa e espanhola, 1., 2010, PORTO. **Actas do I Seminário de Investigação e Museologia dos Países de Língua Portuguesa e Espanhola**. Porto: Universidade do Porto / Faculdade de Letras / Departamento de Ciências e Técnicas do Património, 2010, p. 236-255.

COSTA, Vinicius Kruger da. **Framework DIMETA - Princípios para o Design de Interação de aplicações para Mesas Tangíveis**. Orientadora: Tatiana Aires Tavares. 2023. 390 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

CRUZ JUNIOR, Gilmar Pereira; ROSSI, Marcelo Lemos; SILVA, Adriane Borda Almeida. Desenvolvimento tecnológico para sonorização de um mapa tátil: circuito e programa. In: II Semana Integrada UFPel, 2., 2016, Pelotas. **Anais do CIT 2016**.

Pelotas: UFPel, 2016. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2016/EN_04191.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023.

CUPERSCHMID, Ana Regina M.; FREITAS, Marcia Regina de. Possibilidades de uso de realidade aumentada Móvel para AEC. **Simpósio brasileiro de qualidade do projeto no ambiente construído**, v. 3, p. 1-12, 2013.

DALLA VECCHIA, Luisa Félix et al. Tactile Models of Elements of Architectural Heritage From the Building Scale to the Detail. *In: 16th International Conference CAAD Futures 2015*, São Paulo: Blucher, p. 434-446, 2015.

DE BÉRIGNY, Caitilin et al. Tangible user interface design for climate change education in interactive installation art. **Leonardo**, v. 47, n. 5, p. 451-456, 2014.

DOMINGUES, Andréa; SANTOS, Carlos Alberto. Ladrilhos hidráulicos: tapetes de cimento, areia e pigmentos nos casarões senhoriais de Pelotas. *In: Colóquio Internacional A Casa Senhorial: Anatomia dos Interiores*, 4., 2017, Pelotas. **Anais do IV Colóquio Internacional A Casa Senhorial**. Pelotas: CLAEC, 2017, p. 350-379.

FERREIRA, Elise de Melo Borba. **Sistema Braille**: simbologia básica aplicada à língua portuguesa. 1 ed. Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant, 2015. ISBN 978-85-674845-41-6.

FIGUEIRA, Luís Mota. **Manual para elaboração de roteiros de turismo cultural**. [s. l.]: Instituto Politécnico de Tomar. 2013.

FISHKIN, Kenneth P. A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. **Personal and Ubiquitous computing**, v. 8, n. 5, p. 347-358, 2004.

FLORIO, Wilson; TAGLIARI, Ana. O uso de cortadora a laser na fabricação digital de maquetes físicas. *In: XII Congresso SIGRADI*, 2008, Havana. **XI Congresso SIGRaDi: Gráfica Digital Integración y desarrollo**. Havana: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría - Editorial CUJAE, 2008. p. 1-9.

FOGGIATTO, José Aguiomar. **Utilização do processo de modelagem por fusão e deposição (FDM) na fabricação rápida de insertos para injeção de termoplástico**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FOGGIATTO, José Aguiomar; SILVA, Jorge Vicente Lopes da. Representação Geométrica 3D para AM. *In: VOLPATO, Neri (org.). Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D*. São Paulo: Editora Blucher, 2017, p. 69-95.

FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE EXTENSÃO DAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Manaus: FORPROEXT, 2012.

FREITAS, Cláudia et al. Impressão 3D a partir de modelo de nuvem de pontos: geração de modelos táteis com geometrias complexas. *In: Semana Integrada UFPel*,

3., 2017, Pelotas. **Anais do CIT 2017**. Pelotas: [s.n.], 2017. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2017/SA_04727.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023.

GABRILLI, Mara. **Desenho Universal: um conceito para todos**. São Paulo, 2008. p. 12-16.

GALITZ, Wilbert O. **The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and Techniques**. John Wiley and Sons, 2007.

GALVÃO-FILHO, Teófilo Alves; DAMASCENO, Luciana Lopes. Tecnología asistida en entorno informático: recursos para la autonomía e inclusión socioinformática de la persona con discapacidad. **Programa InfoEsp**: premio Reina Sofia, Centro Español de Documentación sobre Discapacidad Serrano, p. 1-16, 2007.

GERCK, Edgardo; LIMA, Jorge L. O corte a laser: da teoria à máquina. In: **97º Seminário Internacional “Láseres: usos e aplicações industriais”**. Cidade do México, México: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, p. 1-43, 1997.

GIBSON, James. Observations on active touch. **Psychological Review**, 69(6), p. 477-491, 1962.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOULART, Stefani Curth; NUNES, Cristiane dos Santos; Silva, Adriane Borda Almeida da. Processo de representação de arquitetura por impressão 3D para a experiência tátil. In: VII Semana Integrada UFPel, 7., 2021, Pelotas. **Anais do CIT 2018 - Ciências Sociais Aplicadas**. Pelotas: UFPel, p. 1-4, 2018. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2018/SA_02804.pdf. Acesso em: 11 de mai. 2023.

GROETELAARS, Natalie Johanna; DE AMORIM, Arivaldo Leão. Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos. In: **Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital - SIGRADI**, 15., 2011, Santa Fé, Argentina. [S. l.: s. n.], 2011. p. 1-5.

GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. Three-dimensional tactile symbols produced by 3D Printing: Improving the process of memorizing a tactile map key. **British Journal of Visual Impairment**, v. 32, n. 3, p. 263-278, 2014.

HECHT, Jeff; TERESI, Dick. **Laser: light of a million uses**. New York: Dover Publications, 1998, p 272.

HOLMES, Emily; ARDITI, Aries. Wall versus path tactile maps for route planning in buildings. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, v. 92, n. 7, p. 531-534, 1998.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: proeve eener bepaling van het spel-element der cultuur**. Amsterdam University Press, 2008.

ICOM. **Pesquisa ICOM Brasil**: Nova definição de Museu. ICOM Brasil, 2022. Disponível em: https://www.icom.org.br/?page_id=2776. Acessado em: 20 out. 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acessado em: 25 set. 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/ASTM 19028:2016(en)**: Accessible design - Information contents, figuration and display methods of tactile guide maps. ISO, 2016. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:19028:ed-1:v1:en>. Acesso em: 02 fev. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/ASTM 52900:2021(en)**: Additive manufacturing - General principles - Terminology. ISO, 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-2:v1:en>. Acesso em: 10 mai. 2024.

ISHII, Hiroshi. The tangible user interface and its evolution. **Communications of the ACM**, New York, v. 51, n. 6, p. 32-36, jun. 2008.

ISRAEL, Karina Pinheiro. Informação e tecnologia nos museus interativos do contemporâneo. **Biblioteca Latino-Americana de Cultura e Comunicação**, v. 1, n. 1, 2012.

JACOB, Robert JK et al. Reality-based interaction: a framework for post-WIMP interfaces. In: **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. 2008. p. 201-210.

JAKOBSON, Roman. Os aspectos linguísticos da tradução. 20.ed. In: **Linguística e comunicação**. São Paulo: Cultrix, 1995.

JIMÉNEZ, Javier; OLEA, Jesús; TORRES, Jesús; ALONSO, Inmaculada; HARDER, Dirk; FISCHER, Konstanze. Biography of louis braille and invention of the braille alphabet. **Surv Ophthalmol**, [s. l.], v. 54, ed. 1, p. 142-149, 2009. DOI <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2008.10.006>

JULIASZ, Paula Cristiane Strina; FREITAS, M. I.; VENTORINI, S. E. Proposta diferenciada de elaboração de mapas táteis. In: **XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia e I Congresso Brasileiro de Geoprocessamento**. CBC. 2007. p. 2475-2483.

KOHLER, Andre Fontan. Interpretação do patrimônio para o turismo cultural: diretrizes básicas, meios e técnicas. **Turismo E Sociedade**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 43-63, 2020. DOI <https://doi.org/10.5380/ts.v13i1.69105>.

LEAL, Noris. **A trajetória de uma construção patrimonial**: a tradição doceira de Pelotas e antiga Pelotas na constituição do Museu do Doce da Universidade Federal de Pelotas. 2019. Tese (Doutorado em Memória Social e Patrimônio Cultural) - Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

LEANDRO, Ramile; BORDA, Adriane; PIRES, Janice Freitas. Quando a pesquisa universitária torna a cultura viva e tátil: uma reflexão sobre a atuação do projeto MODELA no Museu do Doce de Pelotas. *In: 5ª Semana Integrada UFPel – XXXIII Congresso de Iniciação Científica*, 5., 2019, Pelotas. **Anais 2019**. Pelotas: UFPel, 2019. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2019/SA_02000.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023.

LEITZKE, Grazielle, et al. Análises geométricas do casarão 8: compreensão histórica, projetual e construtiva. *In: Semana Integrada UFPEL*, 2015, Pelotas. **Anais do XXIII Congresso de Iniciação Científica**. Pelotas: Editora da UFPel, 2015. p. 1- 4.

LEMOS, Edison Ribeiro; CERQUEIRA, Jonir Bechara. O sistema Braille no Brasil. **Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, p. 23-28, 2014.

LEPORINI, Barbara *et al.* Design Guidelines for an Interactive 3D Model as a Supporting Tool for Exploring a Cultural Site by Visually Impaired and Sighted People. **ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)**, v. 13, n. 3, p. 1-39, 2020.

LOPES, Gabriel Alvariz; BORDA, Adriane. Os estuques do Casarão 8, Pelotas, RS: construção de narrativas por meio de representações táteis. *In: IV Colóquio Internacional A Casa Senhorial: Anatomia dos Interiores*, 4., 2017, Pelotas. **Caderno de Resumos**. Pelotas: UFPel, 2017, p. 31-32.

LOPES, Gabriel Alvariz; Silva, Adriane Borda Almeida da. A fotogrametria como ferramenta de levantamento in loco, representação e documentação digital dos estuques do Casarão 8. *In: III Semana Integrada UFPel*, 3., 2017, Pelotas. **Anais do CIT 2017**. Pelotas: UFPel, 2017. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2017/SA_04484.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023.

MAGALHÃES, Célia; ARAÚJO, Vera Lúcia Santiago. Metodologia para elaboração de audiodescrições para museus baseada na semiótica social e multimodalidade: introdução teórica e prática. **Revista latinoamericana de estudios del discurso**, v. 12, n. 1, p. 31-55, 2012.

MANZINI, E. J.. Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados. *In: BRASIL. Ministério da Educação. Ensaios pedagógicos: construindo escolas inclusivas*. Brasília: Brasília: MEC, SEESP, 2005. p. 82-86

MARTÍN, Manuel Bueno; BUENO, Salvador Toro. **Deficiência Visual: aspectos psicoevolutivos e educacionais**. 1ed. São Paulo: Santos, 2010.

MASSA, Monica. Ludicidade: da etimologia da palavra à complexidade do conceito. **Aprender-Caderno de filosofia e psicologia da educação**, n. 15, 2015.

MESQUITA, Susana Maria Vasconcelos. **Acessibilidade de Museus Europeus para Deficientes Visuais**. 2011. 151 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Planeamento em Turismo) - Programa de Pós-Graduação em Gestão e Planeamento em Turismo - Universidade de Aveiro, Portugal, 2011.

MICHELON, Francisca Ferreira et al. A Casa do Conselheiro Maciel: visita animada pela sede do Museu do Doce da UFPel. **Mouseion**. Canoas, n. 35, p. 85-90, abr. de 2020.

MIRANDA, J. M. O Processo de Comunicação na Interpretação. In: Murta, S. M.; Albano, C. (org.). **Interpretar o Patrimônio um exercício do olhar**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002, p. 95-108.

MONTUSIEWICZ, Jerzy; BARSZCZ, Marcin; KORGA, Sylwester. Preparation of 3D models of cultural heritage objects to be recognised by touch by the blind—case studies. **Applied Sciences**, v. 12, n. 23, p. 11910, 2022.

MOTTA, Livia Maria Villella de Melo.; ROMEU FILHO, Paulo. Audiodescrição: transformando imagens em palavras. **São Paulo: Secretaria dos direitos da pessoa com deficiência do Estado de São Paulo**, p. 7, 2010.

MURTA, Stela Maris; GOODEY, Brian. **Interpretação do Patrimônio para o Turismo Sustentado: um guia**. Brasília: Sebrae, 2005.

MURTA, Stela Maris; GOODEY, Brian. Interpretação do patrimônio para visitantes: um quadro conceitual. In: MURTA, S. M.; ALBANO, C. (Org.). **Interpretar o patrimônio: um exercício do olhar**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002, p. 13-46.

NEVES, Josélia. Comunicação multi-sensorial em contexto museológico. **Actas do I Seminário de Investigação em Museologia dos Países de Língua Portuguesa e Espanhola**, v. 2, n.1, p. 180-192, 2010. ISSN 1413-8557.

NEVES, Josélia. Guia de Audiodescrição: imagens que se ouvem. **Leiria: Instituto Politécnico de Leiria, recurso eletrônico**, 2011.

NOFAL, Eslam et al. Situated tangible gamification of heritage for supporting collaborative learning of young museum visitors. **Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)**, v. 13, n. 1, p. 1-24, 2020.

NOGUEIRA, Ruth Emilia. Padronização de mapas táteis: um projeto colaborativo para a inclusão escolar e social. **Ponto de Vista: revista de educação e processos inclusivos**, n. 9, p. 87-111, 2007.

NUNES, Cristiane dos Santos et al. Produção e disponibilização de modelos táteis da arquitetura pelotense: uma ação extensionista. **Expressa Extensão**, v. 23, n. 3, p. 94-106, 31 ago. 2018. DOI: <https://doi.org/10.15210/ee.v23i3.13930>

NUNES, Sylvia da Silveira; LOMÔNACO, José Fernando Bitencourt. Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento. **Psicologia escolar e educacional**, v. 12, p. 119-138, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-85572008000100009>

OLIVEIRA, Antônio Pereira. **Turismo e desenvolvimento: planejamento e organização**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 288 p.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Relatório Mundial sobre a Visão da Organização Mundial da Saúde**. Tradução: Light for the word, 2021, p. 188 Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-por.pdf>. Acesso em: 25 de mar. 2023.

PEREIRA, Carlos. et al. Exploring invisibility through multisensory spatial research methods. In: **Proceedings Quality and Reflexivity in Qualitative Inquiry**. Leuven: KU Leuven NQRL, 2017. p. 9-18.

PEREIRA, Catarina da Silva Tavares. **Representação e Práticas de Inclusão em Espaços Museológicos: Pessoas com Deficiência Visual em Museus de Arte**. Orientador: Catarina Martins. 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Artísticos,) - Faculdade de Belas Artes da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2019.

PERONTI, Gabriela Gonzalez; SILVA, Adriane Almeida Borda da; VEIGA, Mônica. A representação do espaço de arquitetura por meio de dispositivos táteis: uma revisão conceitual e tecnológica. In: XX Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 20., 2016, Buenos Aires. **Blucher Design Proceedings**. São Paulo: Editora Blucher. v. 3. p. 561-566

PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança: Imitação, jogo e sonho, imagem e representação** (A. Cabral, Trad.). Rio de Janeiro: Zahar. (1964), 1978.

PIAIA, Giullia. JORNAL UNIVERSIDADE. **Projetos desenvolvidos na UFRGS incluem fichas de comunicação para utilizar com smartphones e uma mesa interativa**. Porto Alegre: UFRGS, 15 jun. de 2018. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/ciencia/tecnologias-assistivas-utilizam-realidade-aumentada-para-comunicacao-com-criancas-autistas/>. Acesso em: 10 jan. 2024.

PIETRONI, Eva et al. Accessibility, natural user interfaces and interactions in museums: The IntARSI project. **Heritage**, v. 4, n. 2, p. 567-584, 2021.

PIETRZYKOWSKA, Justyna. Physical Models of Built Heritage – Making Architecture More Comprehensive to the Blind and Visually Impaired. In: **ENVISIONING ARCHITECTURE: IMAGE, PERCEPTION AND COMMUNICATION OF HERITAGE**. Lodz: PolandLodz University of Technology, 2015, p. 241-249. Disponível em: https://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/eaea2015_t2_paper12. Acesso em: 21 jan. 2023.

PIMENTEL, Susana Couto. A subjetivação do (d)eficiente no interior da escola: uma identidade a ser (des)construída. **Educação Em Revista**, Marília, v. 9, n. 2, p. 113-124, 2008. DOI <https://doi.org/10.36311/2236-5192.2008.v9n2.638>.

POLLALIS, Christina et al. Evaluating learning with tangible and virtual representations of archaeological artifacts. In: **TEI'18: Proceedings of the Twelfth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction**. New York (USA): Association for Computing Machinery, 2018, p.626–637.

POWELL, John. **CO2 laser cutting**. London: Springer-Verlag, 1993.

PREUSS, Evandro et al. E-DUB-A: A Tangible Educational Resource Editor in Inclusive Classes. **2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**, IEEE, p. 303-307, 2019. DOI 10.1109/ICALT.2019.00095.

PREUSS, Evandro. **NIDABA**: plataforma digital para produção de recursos educacionais inclusivos baseados em mesa tangível. 2021. 236 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

PUPO, Regiane Trevisan. **Inserção da PROTOTIPAGEM e FABRICAÇÃO DIGITAIS no processo de projeto**: um novo desafio para o ensino de arquitetura. Orientadora: Maria Gabriela Caffarena Celani. 2009. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

ROZISKY, Cristina Jeannes. **Arte decorativa**: forros de estuques em relevo Pelotas, 1876/1911. 2014. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural) - Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

SACCHETTIN, Priscila. De volta à caverna de Platão: notas sobre exposições imersivas. **ARS**, São Paulo, v. 19, n.42, p. 606-609, jun. 2021.

SALASAR, Desirée Nobre. **Um museu para todos: manual para programas de acessibilidade**. Pelotas: Editora da UFPel, 2019, 64 p.

SARRAF, Viviane Panelli. Acessibilidade cultural para pessoas com deficiência: benefícios para todos. **Revista do Centro de Pesquisa e Formação**, São Paulo, v. 6, p. 23-43, jun. 2018.

Sarraff, Viviane Panelli. Os Museus precisam mais das pessoas do que as pessoas dos museus - Acessibilidade para quem? **Revista Museu**, [s. l.], v. 1 p. 1, 2019.

SARRAF, Viviane Panelli. **Reabilitação do Museu**: Políticas de Inclusão Cultural por meio da Acessibilidade. Orientador: Martin Grossmann. 2008. 180 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Escola de Comunicações e Artes/USP, São Paulo, 2008.

SHAER, Orit; HORNECKER, Eva. Tangible User Interfaces: Past, Present, and Future Directions. **Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction**: v. 3: 1–2 (2009), pp 4-137 [em linha]. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1561/1100000026>

Silva, Adriane Borda Almeida da et al. Pontos (de vista) sobre o patrimônio: entre o escaneamento e a fotogrametria. *In*: Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, 20., 2016, Buenos Aires, Argentina. **Blucher Design Proceedings**. São Paulo: Blucher, 2016, p. 651 – 556.

SILVA, Adriane Borda Almeida da; NUNES, Cristiane dos Santos; GOULART, Stefani Curth; SILVA, Bethina Harter. Adição gradual da informação sobre um patrimônio arquitetônico: produção de modelos e de sentidos. **Gestão & Tecnologia de**

Projetos, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 49–63, 2020. DOI: 10.11606/gtp.v15i3.168715. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/168715>.. Acesso em: 11 mai. 2023.

SILVA, Adriane Borda Almeida da; NUNES, Cristiane dos Santos; MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. Entre o virtual e o tangível: Parametria de mobiliário para promover processos colaborativos em contextos de habitação de interesse social. **PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade**, v. 5, n. 17, 2021.

SILVA, Adriane Borda Almeida et al. Descrição de fotografias a partir de modelos táteis: ensaios didáticos e tecnológicos. **ANAIS do 3º Seminário Museografia e Arquitetura de Museus: Conservação e técnicas sensoriais**, Rio de Janeiro: FAU/PROARQ, 2012, p. 1-17, 2012. Disponível em: <https://arqimuseus.arq.br/seminario2012/conteudo/indice-autor.html>.

SILVA, Samanta Quevedo da et al. Os jogos geométricos sobre as fachadas da Casa do Conselheiro frente ao entendimento de Serious Games. *In*: VII Semana Integrada UFPel, 7., 2021, Pelotas. **Anais do CIC 2021 – Ciências Sociais Aplicadas**, Pelotas: UFPel, p. 1-4, 2021. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/SA_03080.pdf. Acesso em: 11 mai. de 2023.

SILVA, Samanta Quevedo da; SILVA, Adriane Borda Almeida da. Os jogos geométricos sobre as fachadas da Casa do Conselheiro frente ao entendimento de Serious Games. *In*: VI Semana Integrada UFPel, 6., 2020, Pelotas. **Anais do CIT 2020 – Ciências Sociais Aplicadas**, Pelotas: UFPel, p. 1-4, 2020. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2020/SA_02333.pdf. Acesso em: 11 mai. de 2023.

SOUZA, Cleiton Alcantara de; BORDA, Adriane. Projeto e execução de um ornamento junto ao Casarão 8, Pelotas/RS: um diálogo entre o público e privado, entre práticas tradicionais e digitais. *In*: IV Colóquio Internacional A Casa Senhorial: Anatomia dos Interiores, 4., 2017, Pelotas. **Caderno de Resumo**. Pelotas: UFPel, 2017, p. 33-34.

TAVARES, Líliliana Barros. **Notas proêmias**: acessibilidade comunicacional para produções culturais. 1ª. ed. Recife: Cepe Companhia Editora de Pernambuco, 2013. v. 1.

TILDEN, Freeman. **Interpreting our Heritage**. 1. ed. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1957.

TOJAL, Amanda Pinto. Política de acessibilidade comunicacional em museus: para quê e para quem?. **Museologia & Interdisciplinaridade**, v. 4, n. 7, p. 190-202, 2015.

UFPEL. COORDENAÇÃO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL. **Estudantes da Escola Louis Braille visitam UFPel em parceria com o projeto “Por uma docência inclusiva”**. Pelotas: UFPel, 5 dez. 2023. Disponível em: <https://ccs2.ufpel.edu.br/wp/2023/12/05/estudantes-da-escola-louis-braille-visitam->

ufpel-em-parceria-com-o-projeto-por-uma-docencia-inclusiva/. Acesso em: 22 mar. 2024.

ULLMER, Brygg; ISHII, Hiroshi. The metaDESK: models and prototypes for tangible user interfaces. In: **Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology**. 1997. p. 223-232.

ULLMER, Brygg; ISHII, Hiroshi; JACOB, Robert JK. Token+ constraint systems for tangible interaction with digital information. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, v. 12, n. 1, p. 81-118, 2005.

UNESCO. **Convenção para proteção do patrimônio mundial, cultural e natural**. Paris, 1972. Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2024.

UNESCO. **Convenção para salvaguarda do patrimônio cultural imaterial**. Paris, 17 de outubro de 2003. Tradução: Ministério das Relações Exteriores, Brasília, 2006. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000132540_por. Acesso em: 29 dez. 2024.

UNGAR, Simon; BLADES, Mark; SPENCER, Christopher. Mental rotation of a tactile layout by young visually impaired children. **Perception**, v. 24, n. 8, p. 891-900, 1995.

VAZ, Roberto; RAPOSO, Rui; VAIRINHOS, Mário. Expositor interativo para a comunicação de amostras geológicas do MM Gerdau–Museu das Minas e do Metal. **MIDAS - Museus e estudos interdisciplinares**, n. 7, 2016. DOI <https://doi.org/10.4000/midas.1086>.

VEIGA, Mônica Mendes; SILVA, Adriane Borda Almeida da; MICHELON, Francisca Ferreira; LEBEDEFF, Tatiana Bolivar. Atribuição de Acessibilidade à Fotografia através da Restituição e Desconstrução da Tridimensionalidade. **SIGraDi XVII : Congresso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital**, São Paulo: Blucher, v. 1, n. 7, p. 449-453, 2014. DOI 10.5151/despro-sigradi2013-0086.

VERGARA-NUNES, Elton. **Audiodescrição didática**. 2016. Orientador: Tarcísio Vanzin, 2016 412f. Tese (Doutorado) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

VOLPATO, Neri. **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. Editora Blucher, 2007.

VOLPATO, Neri; CARVALHO, Jonas de. “Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D”. In: VOLPATO, Neri (org.). **Manufatura Aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Editora Blucher, 2017, p. 15-29.

WEISER, Mark. The Computer for the 21st Century. **Scientific American**, [S. l.], ano 3, v. 265, p. 94-104, 2 set. 1991. Disponível em: http://wiki.daimi.au.dk/pca/_files/weiser-orig.pdf. Acessado em: 25 ago. 2023.

Xavier JUNIOR, Edegar Dias et al. Fotogrametria e Museu: geração de modelos tridimensionais para a promoção de acessibilidade. *In: III Semana Integrada UFPel*, 3., 2017, Pelotas. **Anais do CIT 2017 - Multidisciplinar**. Pelotas: [s.n.], 2017. p. 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2017/MD_04425.pdf. Acesso em: 11 mai. 2023

YIN , Robert Kuo-zuir. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 5. ed. [S. l.]: Bookman editora, 2015. 320 p.

ZUCKERMAN, Oren; ARIDA, Saeed; RESNICK, Mitchel. Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives. *In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2005, p. 859-868. DOI <https://doi.org/10.1145/1054972.1055093>.

Apêndices

Apêndice A – Parecer técnico do comitê de ética

UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Mesa tangível interativa: implementação e experimentação em espaços culturais e educativos

Pesquisador: Vinicius Kruger da Costa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 60509522.7.0000.5317

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pelotas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.624.663

Apresentação do Projeto:

Resumo:

As mesas tangíveis interativas, ou tangible tabletops, possibilitam formas de interação mais naturais e sociais, uma vez que o espaço interativo das superfícies (analógicas) é especialmente adequado para o desenvolvimento de aplicações colaborativas. Sendo um dispositivo de interface tangível (Tangible User Interface - TUI), não utiliza somente o sentido visual, extrapolando para além da tela da interface gráfica, permitindo o tocar, manipular, moldar diversos elementos físicos no processo de interação (ISHII, 2008). Uma mesa tangível interativa se constitui por uma interface na qual a saída de dados do sistema é exibida ou projetada sobre a superfície superior desse artefato, ou sobre objetos físicos que podem ser posicionados ou manipulados para executar as interações, atuando como controles sobre a mesa. Dentre os benefícios no uso de interfaces tangíveis, para o desenvolvimento de atividades educacionais, estão a utilização da consciência espacial e corporal, os aspectos lúdicos e o estímulo à colaboração. As tangible tabletops têm sido cada vez mais exploradas e desenvolvidas como dispositivos com características básicas iguais, mesmo que construídas com técnicas computacionais diferentes. Essas similaridades se expressam, por exemplo, na área de interação no tampo da mesa e na utilização de manipuláveis tangíveis (objetos físicos). Essas mesas atualmente, encontram-se tanto disponíveis como um produto comercial como produzidas por meio de projetos que se utilizam de tecnologias/componentes de fácil acesso sendo possível a fabricação de maneira independente Por

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03

Bairro: Fragata

CEP: 96.030-001

UF: RS

Município: PELOTAS

Telefone: (53)3310-1801

Fax: (53)3221-3554

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS



Continuação do Parecer: 5.624.663

exemplo, uma mesa tangível pode ser configurada a partir do uso de uma mesa de madeira com tampo de acrílico, sobre a qual pode-se projetar imagens com um projetor convencional através de um espelho, para que um software, de visão computacional, faça o rastreamento e identificação de objetos e seus posicionamentos, e reaja, como dados de saída, por meio de uma ação digital programada (imagem, som ou composições destes estímulos sensoriais). Frente às alternativas para produção de uma tangible tabletop, é perceptível um crescimento no número de pesquisas e aplicações que utilizam esse dispositivo, justamente por suas características similares e passíveis de aplicação em diversos contextos. Nesta mesma direção, este projeto objetiva produzir três protótipos funcionais de mesas tangíveis interativas, de baixo custo, para espaços culturais e educativos com a perspectiva de melhoria do processo de construção desses aparatos bem como de produção de aplicações e pesquisas sobre a utilização desse dispositivo por usuários nos espaços referidos.

Metodologia Proposta:

A metodologia utilizada será a de Research Thought Design (RTD) (REEVES, 2006) que consiste em utilizar o design como uma atividade de pesquisa para aprimorar as práticas do próprio design. Como uma abordagem ao design de interação, o RTD utiliza e integra os modelos e teorias com a técnica no processo de produzir o projeto. A partir da construção de cada um dos protótipos, os designers vão gerar documentação, incluindo esboços, desenhos, modelos e protótipos para interrogar ideias, testar hipóteses e fazer novas perguntas através dos métodos de avaliação.

Em termos de etapas metodológicas e a relação com os entregáveis podemos dividir da seguinte maneira: Identificar e analisar problemas através de pesquisadores e profissionais da área: Revisão sistemática de literatura acerca da área de design de interação sobre mesas tangíveis, como são construídas, tecnologias envolvidas e definição de configuração inicial para prototipagem.

Desenvolvimento de soluções de protótipo: apoiado no estudo de revisão sobre o estado da arte, relativo aos princípios de design existentes e às inovações tecnológicas: Implementação do projeto computacional com criação da infraestrutura e do próprio protótipo da mesa tangível interativa, além do desenvolvimento dos projetos de aplicações para o uso do dispositivo criado dentro do contexto de espaços culturais e educacionais. Ciclos iterativos de teste e refinamento de soluções na prática: Aplicação de testes de usabilidade (BROOKE, 1996) e de experiência de usuário (HASSENZAHL, 2003) por meio de questionários elaborados a partir das recomendações de autores referenciados. Serão utilizados instrumentos como grupos focais, entrevistas e observações por especialistas.

Com os resultados desses processos de avaliação, novas diretrizes de melhorias e refinamentos na

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03
Bairro: Fragata **CEP:** 96.030-001
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53)3310-1801 **Fax:** (53)3221-3554 **E-mail:** cepfamed@ufpel.edu.br

UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS



Continuação do Parecer: 5.624.663

construção da mesa tangível e das aplicações nela contida subsidiarão a produção de novos protótipos. Quando de observações e entrevistas abertas o contexto será de pesquisa em campo, com o protótipo da mesa dentro do espaço cultural educacional com livre circulação e acesso. Já com grupos focais e em testes mais assertivos de usabilidade serão performados em ambientes controlados, como uma sala de aula por exemplo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Desenvolvimento e produção de três protótipos de mesas tangíveis interativas para o uso em espaços culturais e educacionais.

Objetivo Secundário:

Aprimoramento de design dos projetos das mesas interativas tangíveis bem como melhoria e expansão na produção e pesquisa de aplicações interativas que usem esse dispositivo como base de interação

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Conforme pesquisador responsável:

Riscos:

A probabilidade de que ocorra algum evento desfavorável na realização desse projeto é mínima. Durante a construção dos protótipos somente os pesquisadores estarão envolvidos, seguindo todos os protocolos de segurança e sanitários na execução desses. Com relação aos participantes externos que irão avaliar e experimentar os protótipos das mesas tangíveis interativas os riscos também são ínfimos, visto que, a pesquisa utilizará como coleta de dados somente o relato das experiências desses usuários através do preenchimento de questionários ou de registro de vídeos e ou áudios.

Os usuários que estiverem habilitados para participarem dos processos de avaliação dos protótipos devem também seguir todos os protocolos sanitários exigidos pelos espaços culturais e educacionais da universidade e terão que ler e assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com detalhamento da natureza do estudo.

Durante a construção desse projeto as normas exigem o uso de máscara, material de higienização e comprovante de vacina para COVID 19 com objetivo de mitigar qualquer possibilidade de disseminação do vírus. Os materiais empregados para a produção das interfaces tangíveis permitem a higienização com álcool.

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03
Bairro: Fragata **CEP:** 96.030-001
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53)3310-1801 **Fax:** (53)3221-3554 **E-mail:** cepfamed@ufpel.edu.br

UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS



Continuação do Parecer: 5.624.663

Benefícios:

A produção e disponibilização de mesas tangíveis interativas em espaços culturais educacionais trará benefícios à instituição e à comunidade em geral que usufrui dos espaços através de atividades de extensão. As mesas estimulam a utilização da consciência espacial e corporal, permitem explorar aspectos lúdicos, e promovem a colaboração, no desenvolvimento de atividades educacionais e culturais nos espaços onde está inserida. Além disso, questões de acessibilidade cultural (como possibilidade de uso para áudio descrição, por exemplo) são alguns dos recursos que podem ser agregados ao funcionamento desse dispositivo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto proveniente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFPEL

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pendências

1. Metodologia: Esclarecer quem serão os participantes e como serão convidados/ selecionados, assim como critérios de inclusão.

Resposta do pesquisador: Foi inserida e grifada a seguinte sentença na pág. 7 do Projeto (Nome do arquivo [Projetodetalhadoversao2.pdf](#)):

"Quanto a seleção de participantes a seleção será por uma amostragem não probabilística por conveniência não intencional. Todos os participantes que ingressarem no ambiente educacional cultural no qual está inserida a mesa tangível, num dado período específico, serão convidadas a participar por livre vontade. Dessa forma contempla-se diversidade na amostragem populacional mesmo que não se tenha controle de representatividade."

2. Metodologia: Acrescentar roteiro de entrevista a ser utilizado

Resposta do pesquisador: Foi anexada a Plataforma Brasil o arquivo com a estrutura de roteiro para observação dos participantes sem mediação e das entrevistas semiestruturadas aplicadas aos que, por livre interesse, participarem da pesquisa.

Nome do arquivo [Roteiroobservacoeseentrestasemiestruturada.pdf](#)

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03
Bairro: Fragata **CEP:** 96.030-001
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53)3310-1801 **Fax:** (53)3221-3554 **E-mail:** cepfamed@ufpel.edu.br

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 5.624.663

3. TCLE: Acrescentar riscos, benefícios, contato do CEP/FAMED

Resposta do pesquisador: Foram inseridas e grifadas as seguintes sentenças no texto do TCLE (Nome do arquivo tcleversao2.pdf)

“Fui informado (a) sobre os objetivos do projeto que em linhas gerais trata-se de buscar aperfeiçoamento e o desenvolvimento (aprimorado) de um protótipo de mesa tangível interativa que trará benefícios a comunidade em geral que irá usufruir dessa tecnologia dentro de espaços com atividades de extensão.

Também fui informado(a) que durante a execução da pesquisa, mesmo com pouca probabilidade, podem ocorrer eventos desfavoráveis que serão mitigados pela equipe de pesquisa e toda estrutura da instituição proponente Universidade Federal de Pelotas.”

No rodapé também foram inseridas e grifadas as informações gerais de contato do pesquisador responsável e da CEP/FAMED

Pesquisador responsável: Vinicius Kruger da Costa +55 53 99135 5942
viniciusdacosta@gmail.com

Projeto registrado no Conselho de Ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas (CEP/FAMED - UFPel) sob título MESA TANGÍVEL INTERATIVA: IMPLEMENTAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO EM ESPAÇOS CULTURAIS E EDUCATIVOS com Nº CAAE: 60509522.7.0000.5317 | Contatos CEP/FAMED +55 53 3310 1801 cepfamed@ufpel.edu.br.

Resposta do CEP: Pendências atendidas

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1955828.pdf	26/08/2022 15:20:34		Aceito
Outros	Cartaresposta.pdf	26/08/2022 15:19:37	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetodetalhadoversao2.pdf	26/08/2022 15:18:46	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
TCLE / Termos de	tcleversao2.pdf	26/08/2022	Vinicius Kruger da	Aceito

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03
Bairro: Fragata **CEP:** 96.030-001
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53)3310-1801 **Fax:** (53)3221-3554 **E-mail:** cepfamed@ufpel.edu.br

**UFPEL - FACULDADE DE
MEDICINA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PELOTAS**



Continuação do Parecer: 5.624.663

Assentimento / Justificativa de Ausência	tcleversao2.pdf	15:18:20	Costa	Aceito
Folha de Rosto	folharosto.pdf	22/06/2022 15:01:55	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_rithiele.pdf	22/06/2022 14:54:43	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_livia.pdf	22/06/2022 14:54:00	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_anelize.pdf	22/06/2022 14:53:13	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_marcelo.pdf	13/06/2022 17:39:57	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_karine.pdf	13/06/2022 17:39:34	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_eliana.pdf	13/06/2022 17:39:17	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_cristiane.pdf	13/06/2022 17:38:52	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_tatiana.pdf	13/06/2022 17:38:25	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_adriane.pdf	13/06/2022 17:38:00	Vinicius Kruger da Costa	Aceito
Outros	curriculo_vinicius.pdf	13/06/2022 17:37:37	Vinicius Kruger da Costa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PELOTAS, 05 de Setembro de 2022

Assinado por:
Patricia Abrantes Duval
(Coordenador(a))

Endereço: Av Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03
Bairro: Fragata **CEP:** 96.030-001
UF: RS **Município:** PELOTAS
Telefone: (53)3310-1801 **Fax:** (53)3221-3554 **E-mail:** cepfamed@ufpel.edu.br

Apêndice B – Sistematização das produções científicas, tecnologias empregadas e produtos gerados

Ano	Produção científica	Documentação utilizada gerada por			Produção técnica		
		Levantamento tradicional	Levantamento por fotogrametria	Levantamento por laser scanner 3D	Documentação técnica digital	Modelo digital	Modelo físico
2015	Título dos artigos/resumos expandidos/dissertações Análises geométricas do Casarão 8, compreensão histórica, projetual e construtiva (de vista) sobre o patrimônio: entre o escaneamento e a fotogrametria A representação do espaço de arquitetura por meio de dispositivos táteis: uma revisão conceitual e tecnológica Tratamento de nuvem de pontos para a impressão 3D: entre o estado da arte e as tecnologias disponíveis em um contexto específico de formação de arquitetura A extensão da percepção: uma experiência com a produção de modelos táteis para descrever a ambiência gerada pela clarabóia do Casarão 8, Pelotas, RS Letras sobre o Casarão 8 apoiadas em tecnologias avançadas de representação Desenvolvimento tecnológico para sonorização de um mapa tátil: circuito e programa Fotogrametria e museus: geração de modelos tridimensionais para a promoção de acessibilidade A fotogrametria como ferramenta de levantamento in loco, representação e documentação digital dos estuques do Casarão 8 Impressão 3D a partir de modelo de nuvem de pontos: geração de modelos táteis com geometrias complexas				01		02, 03 e 04 05 04 03 06 e 07
2016							
2017	Os estuques do Casarão 8, Pelotas, RS: construção de narrativas por meio de representações táteis Projeto e execução de um ornamento junto ao Casarão 8, Pelotas/RS: um diálogo entre o público e o privado, entre práticas tradicionais e digitais Os milhões de pontos que documentam a Casa do Conselheiro: entre a ambiência física e a digital <i>Tactile narratives about an architecture's ornaments</i> Produção e Experimentação de um Mapa Tátil Pontátil: Caso Aplicado Junto à Casa do Conselheiro				08		06, 07, 09 e 10 11 12
2018	Processo de representação de arquitetura por impressão 3D para a experiência tátil Produção e disponibilização de modelos táteis da arquitetura pelotense: uma ação extensionista Quando a pesquisa universitária toma a cultura viva e tátil: Uma reflexão sobre a atuação do projeto MODELA no Museu do Doce de Pelotas Os jogos geométricos sobre as fachadas da casa do conselheiro frente ao entendimento de <i>serius games</i> A Casa do Conselheiro Maciel: visita animada pela sede do Museu do Doce da UFPel de interesse patrimonial						13 14 15 15, 16 e 17 18
2019							
2020							19
2021	360° de exposição virtual e interativa sobre a geometria da arquitetura de um casarão pelotense: museu do doce/UFPel						20
2022	Análise de elementos anamórficos da arquitetura eclética historicista pelotense: das nuvens de pontos à parametria						21
Legenda							
01	Nuvem de pontos da edificação	09	Modelo tátil da janela da fachada - 1:50	17	Maquete		
02	Modelo tátil da planta baixa do pav. térreo	10	Modelo tátil da pilastria da fachada - 1:50	18	Jogo sobre a geometria da fachada		
03	Modelo tátil/sonoro da planta baixa do pav. térreo	11	Coleção de modelos táteis do estuque da sala de música	19	Vídeo - visita animada		
04	Coleção de modelos táteis da clarabóia	12	Ornamento e produtos	20	Exposição virtual e interativa 360°		
05	Modelo tátil dos estuques do quarto das meninas	13	Coleção de modelos táteis	21	Modelo interativo da clarabóia		
06	Modelo tátil da garçola da fachada - 1:10 e 1:50	14	Mapas táteis portáteis - 1:100 e 1:125				
07	Modelo tátil da máscara do forro do estuque da sala de visitas - 1:2	15	Modelo tátil da fachada - 1:75				
08	Nuvem de pontos do detalhe do estuque da sala de música	16	Modelo tátil da edificação - 1:500				

Apêndice C – Roteiro de Observação

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUrb
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PROGRAU



Roteiro de observação

Objetivo geral da observação: analisar o uso da aplicação do jogo de encaixes integrado à mesa tangível, na ação “Patrimônio na Palma da Mão” durante os três dias do evento da 10ª edição do “Dia do Patrimônio” em Pelotas/RS, no espaço do Museu do Doce.

- A. Quantas pessoas entram na sala e quantas de fato interagem com a aplicação na mesa tangível?** Quantidades absolutas, se possível coletar idade.
- B. Quanto tempo as pessoas interagiram com a aplicação na mesa tangível?** Tempo estimado.
- C. Qual a primeira reação na interação com a aplicação na mesa tangível?** Pegou os modelos táteis (*tokens*), tocou na planta tátil, colocou o fone etc.
- D. Perguntas que podem ser feitas aos visitantes que buscam interagir com os pesquisadores que estão conduzindo a mediação:**
- É a primeira vez visitando o Museu?
 - Fez a visita com mediação?
 - Achou o recurso intuitivo?
 - Acha que o recurso precisa de mediação para ser usado?
 - O recurso evidenciou algo na casa que você não percebeu durante a visita?

Quando possível, apresentar a pesquisa ao visitante e perguntar se aceitaria participar do estudo. Caso aceite participar, solicita-se o e-mail o envio do questionário, que será respondido de forma online.

Apêndice D – Questionário Eletrônico

QUESTIONÁRIO PÓS-INTERAÇÃO COM RECURSOS TÁTEIS NO MUSEU DO DOCE, NA SEMANA DO PATRIMÔNIO DE PELOTAS/RS.

Obrigada por aceitar participar da minha pesquisa de mestrado a partir do preenchimento deste questionário, com tempo estimado para o preenchimento de 10 minutos.

Por favor, se puder compartilhar este questionário com pessoas que saibam que participaram da experiência, eu agradeço!

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) Colaborador(a), você está sendo convidado(a) a participar do seguinte estudo:

Título da pesquisa: Uma interface tangível para provocar a interpretação de um patrimônio cultural: um estudo sobre o Casarão 8, Pelotas/RS

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Pesquisador responsável: Karine Chalmes Braga

Prof.^a orientador: Dr^a Adriane Borda

O objetivo desta pesquisa é coletar a experiência dos visitantes do Museu do Doce durante a Semana do Patrimônio de Pelotas/RS, a partir da interação com os recursos táteis disponibilizados para provocar interpretações sobre a arquitetura do Casarão 8, sede do Museu. Sua participação na pesquisa envolverá responder um questionário eletrônico de autopreenchimento com 20 perguntas, sendo 14 de múltipla escolha e 6 perguntas abertas. O tempo estimado para a sua conclusão é de, aproximadamente, 10 minutos, em dia e horário escolhido por você, conforme sua conveniência. O questionário estará disponível entre 30 de agosto e 13 de setembro de 2023.

Os riscos referentes a esta pesquisa são considerados mínimos, mas poderão envolver cansaço decorrente da participação no questionário, quebra de sigilo e quebra de anonimato. Para minimizar esses riscos, foram adotadas algumas medidas, como o envio do convite para participação por e-mail na forma de lista oculta e a aplicação de identificação não nominal no questionário. Ainda, após o encerramento do prazo de resposta do formulário, os dados serão transferidos para um dispositivo eletrônico local, sendo todos os registros deletados desta plataforma virtual. Quando os resultados forem divulgados, serão apresentados de forma codificada para proteger a identidade dos participantes e manter a confidencialidade. Após a conclusão do estudo, dentro do prazo de dois anos, todo o material coletado será deletado. Ressalta-se que o participante tem a possibilidade de interromper a sua participação na pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Os benefícios esperados com o estudo são de incorporação dos resultados ao conhecimento científico e, posteriormente, de utilização desses em momentos de ensino-aprendizagem.

Os custos do projeto são de responsabilidade do pesquisador. O colaborador/participante não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação e as despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade.

Este formulário precisará coletar o seu endereço de e-mail, caso você concorde em participar desta pesquisa. Isso permitirá o envio automático de uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do questionário contendo as suas respostas. É importante que o participante da pesquisa guarde em seus arquivos uma cópia deste documento eletrônico.

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o **pesquisador responsável**, conforme dados e endereços abaixo:

Nome: Karine Chalmes Braga

Telefone: (53) 98442-7265

E-mail: karine.chalmes.braga@gmail.com

Em caso de dúvidas sobre os aspectos éticos, você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa que aprovou esta pesquisa e informar o número CAAE 60509522.7.0000.5317. Este comitê é um órgão colegiado interdisciplinar e independente, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses de participantes de pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos.

Conselho de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas (CEP/FAMED - UFPel).

Telefone: (53) 3310-1801

E-mail: cepfamed@ufpel.edu.br

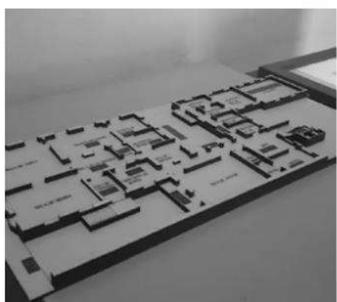
Endereço: AV. Duque de Caxias 250, prédio da Direção - Térreo, sala 03, Fragata, Pelotas/RS

Após ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e entender as condições, você aceita participar da pesquisa? *

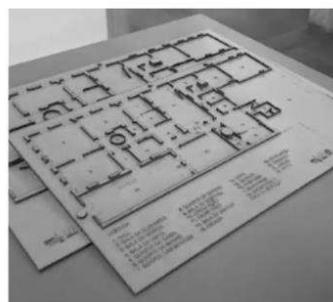
Aceito participar da pesquisa

I. Recursos apresentados

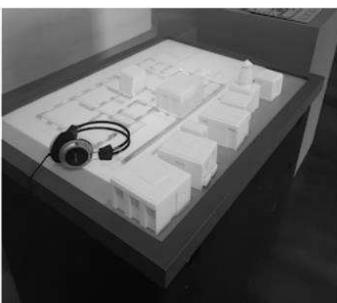
Marque quais recursos você acessou (é possível marcar mais de uma opção): *



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Comente sobre o que você achou da experiência da visita ao museu a partir dos recursos utilizados: *

Sua resposta

Teria algum assunto em especial que você gostaria de saber sobre o Casarão? (é possível marcar mais de uma opção) *

- Nenhum
- Curiosidades
- História
- Restauro
- Outro

Caso queira completar a resposta da questão anterior, deixe o seu comentário abaixo:

Sua resposta

Marque o campo que considera mais apropriado para descrever o quanto a experiência despertou em você a curiosidade sobre o Casarão 8: *

- 1 2 3 4 5
- Nenhuma curiosidade Muito curiosidade

Marque o campo que considera mais apropriado para descrever o quanto você *
recomendaria a experiência vivenciada para outras pessoas:

1 2 3 4 5

Nunca recomendaria Frequentemente
recomendaria

II. Interação com a interface tangível

Esta questão deve ser respondida apenas por quem efetivamente utilizou ou
acompanhou/observou o uso do recurso.



Marque o campo que considera mais apropriado para descrever a interação com o
recurso:

1 2 3 4 5

Interação simples Interativa complicada

	1	2	3	4	5	
Interação motivadora	<input type="radio"/>	Interação desinteressante				

	1	2	3	4	5	
Interação criativa	<input type="radio"/>	Interação convencional				

	1	2	3	4	5	
Interação com conteúdo longo	<input type="radio"/>	Interação com conteúdo curto				

	1	2	3	4	5	
Interação com conteúdo relevante	<input type="radio"/>	Interação com conteúdo não relevante				

III. Perfil do pesquisado

Gênero:

Sua resposta

Idade: *

- até 18 anos
- 19 a 24 anos
- 25 a 34 anos
- 35 a 44 anos
- 45 a 54 anos
- 55 a 64 anos
- 65 ou mais

Escolaridade: *

- Ensino Fundamental incompleto
- Ensino Fundamental completo
- Ensino Médio incompleto
- Ensino Médio completo
- Ensino Superior incompleto
- Ensino Superior completo
- Pós-graduação incompleta
- Pós-graduação completa

Se você é uma pessoa com deficiência, informe o tipo (é possível marcar mais de uma opção):

- Deficiência Visual
- Deficiência Motora
- Deficiência Intelectual
- Deficiência Auditiva
- Transtorno do Espectro Autista
- Deficiência Múltipla
- Outro

Caso tenha marcado "Outro" na opção anterior, especifique:

Sua resposta

Informe a classificação ou grau da sua deficiência:

Exemplo: baixa visão; cegueira; surdez moderada; autismo leve

Sua resposta

Recursos de acessibilidade que você utiliza: *

- Nenhum
- Língua Brasileira de Sinais
- Braille
- Audiodescrição
- Abafador de ruídos
- Tecnologia de comunicação alternativa ou aumentativa
- Outros

Caso tenha marcado "Outros" na opção anterior, especifique:

Sua resposta

Você convive com uma pessoa com deficiência? *

- Sim
- Não

Gerar link

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Does this form look suspicious? [Relatório](#)

Google Formulários

Apêndice E – Respostas do Questionário Eletrônico

QUESTIONARIO POS-INTERAÇÃO COM RECURSOS TÁTEIS NO MUSEU DO DOCE, NA SEMANA DO PATRIMÔNIO DE PELOTAS/RS.

24 respostas

Publicar análise

Após ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e entender as condições, você aceita participar da pesquisa?

 Copiar

24 respostas

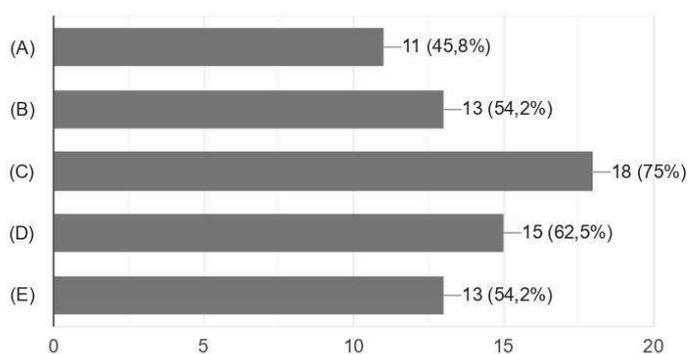


I. Recursos apresentados

Marque quais recursos você acessou (é possível marcar mais de uma opção):

 Copiar

24 respostas



Comente sobre o que você achou da experiência da visita ao museu a partir dos recursos utilizados:

24 respostas

achei interessante, facilitou a compreensão do local.

Interessante, conhecer um pouco da história

C. Gostei

Acredito que os recursos tenham melhorado a experiência, pois nos levam a conhecer mais sobre a casa. Além disso, possibilitam uma compreensão das intenções dos arquitetos daquela época, como eles conceberam os espaços e as intenções que o arquiteto pretendia transmitir em cada ambiente. Acredito que esses recursos enriqueceram a visitação.

Facilitou muito a observação dos detalhes

Foi uma experiência muito interessante de conseguir sentir tatilmente e observar mais de perto alguns elementos e detalhes que passam despercebidos de nós durante uma visita mais rápida ao local. O material produzido é importante para entender os fluxos e a construção desse projeto histórico como um todo.

Achei super legal a interação com o usuário, mas as vezes dava erro quando mexia, por exemplo colocava um cômodo da residência e a voz no fone falava o nome de outro cômodo

Achei uma experiência lúdica que proporciona um maior conhecimento sobre a história do local.

Achei muito interessante e permitiu identificar com clareza todos os cômodos da casa.

Ajudou na visualização dos detalhes

Após ter contato com os recursos, eu refiz toda a visita ao museu. A experiência de ter refeito a visita com novos olhos foi encantadora, pois me deu a oportunidade de prestar mais atenção em detalhes que eu havia ignorado ou nem mesmo notado.

Gostei muito de ver a dedicação do pessoal, eu trabalhei lá em 1967/68 e não sabia que cada peça tinha um significado nos forros. Gostei muito de saber e lembrar o tempo que tive lá.

Muito boa! Quando fui no dia patrimônio, infelizmente, estava muito cheio e o tive pouco tempo para olhar todo o casarão.

Ajudou a entender melhor os costumes da época

Os recursos utilizados foram de grande valia para evidenciar detalhes e curiosidades que uma simples visita jamais conseguiria. Devia ter recursos como estes em todos os museus!



Muito lúdico e esclarecedor de detalhes quais eu não perceberia sem os jogos

Muito interessante, despertou inclusive o interesse das crianças, minhas filhas que estavam junto! Parabéns!

Muito interessante, permite fornecer outra forma de aprendizado e interação

Muito boa.

Se consegue ter noção da capacidade de construção daquela época, utilizando geometria e matemática, divisão dos ambientes projetados a partir da necessidade e hierarquia da família. Materiais primários e pouco utilizados hoje.

Uma experiência muito agradável e muito necessária para demonstrar de outras formas os detalhes arquitetônicos dos prédios da cidade

Achei uma experiência bem agradável, pois consegui recordar melhor do museu. Fazia algum tempo que não entrava e a oportunidade foi muito boa.

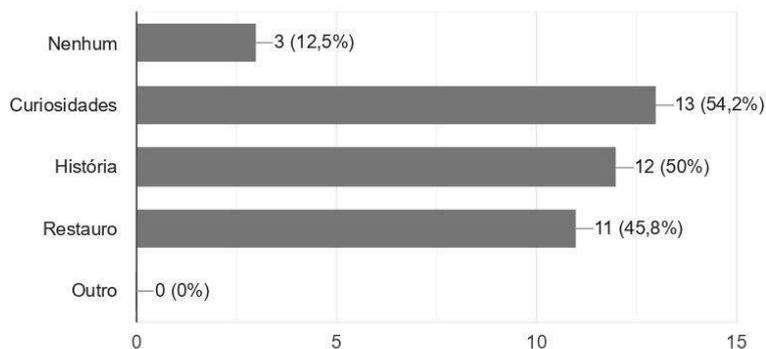
Foi uma ótima experiência pois ajudou no entendimento de como funcionava e como era dividida a edificação.

Achei muito bom, as ideias foram inovadoras.

Teria algum assunto em especial que você gostaria de saber sobre o Casarão? (é possível marcar mais de uma opção)

 Copiar

24 respostas



Caso queira completar a resposta da questão anterior, deixe o seu comentário abaixo:

7 respostas

Gostaria de saber mais sobre os moveis do quarto de casal.

Sou arquiteta e queria ver como funcionava a interação.

Ano de construção, arquitetos, residentes ao longo dos anos.

Adoraria saber como era a disposição dos móveis e como seria o dia-a-dia no casarão

Como que na época, existia profissionais tão capacitados e talentosos que executavam estas OBRAS DE ARTE?? Hoje temos dificuldades em prestadores de serviço de qualidade!! E as obras, quando comparadas, são com muuuito menos detalhes! Teoricamente mais fácil a execução... e sai tudo torto kkkkk

Como mantinham a estrutura e a aberturas e paredes na época, se é que havia.

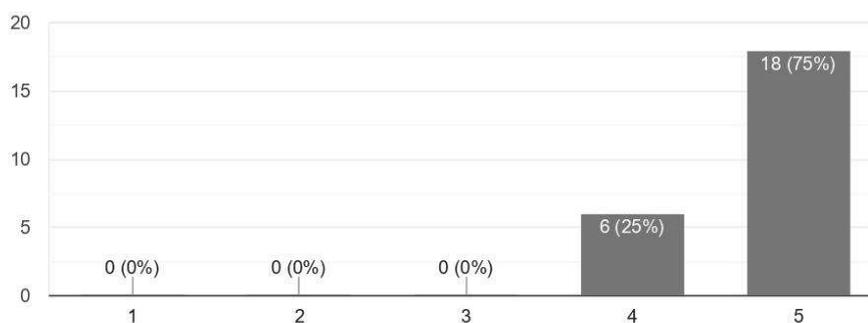
Gostaria de saber melhor da história do Casarão, quem viveu nele e por quanto tempo, o que já serviu de usos e ocupações...

Marque o campo que considera mais apropriado para descrever o quanto a experiência despertou em você a curiosidade sobre o Casarão



8:

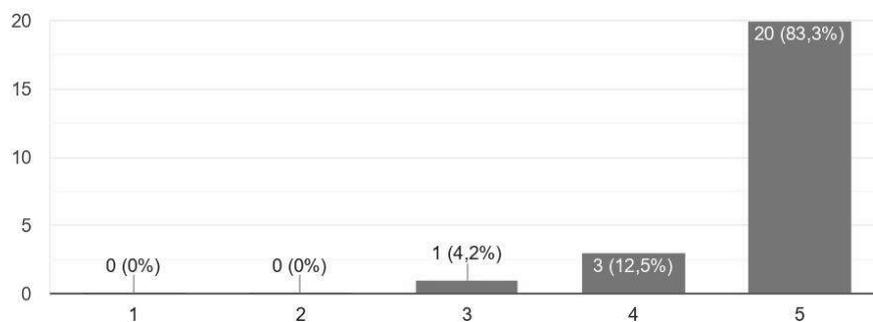
24 respostas



Marque o campo que considera mais apropriado para descrever o quanto você recomendaria a experiência vivenciada para outras pessoas:

 Copiar

24 respostas

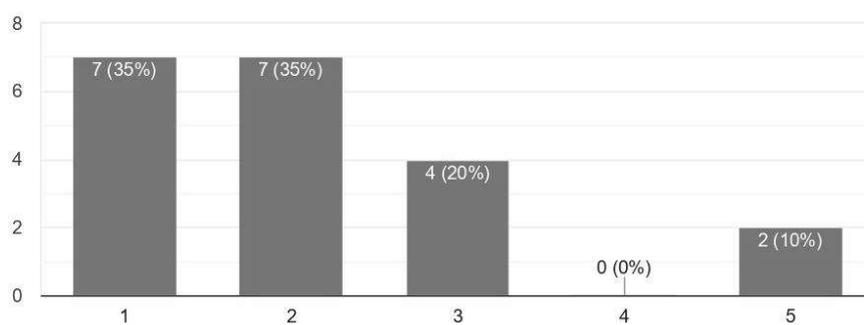


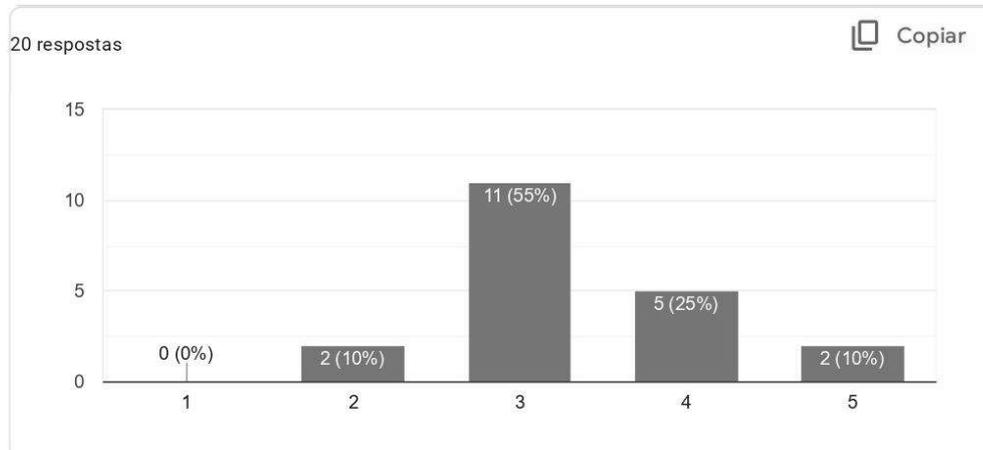
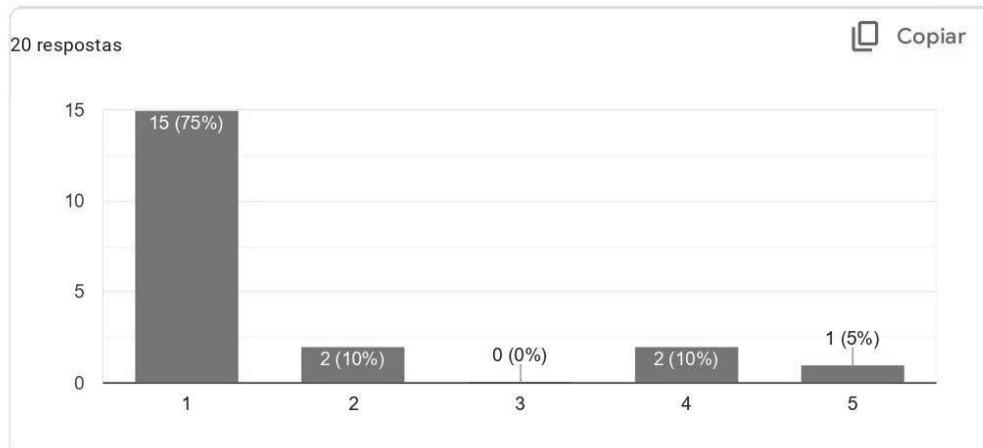
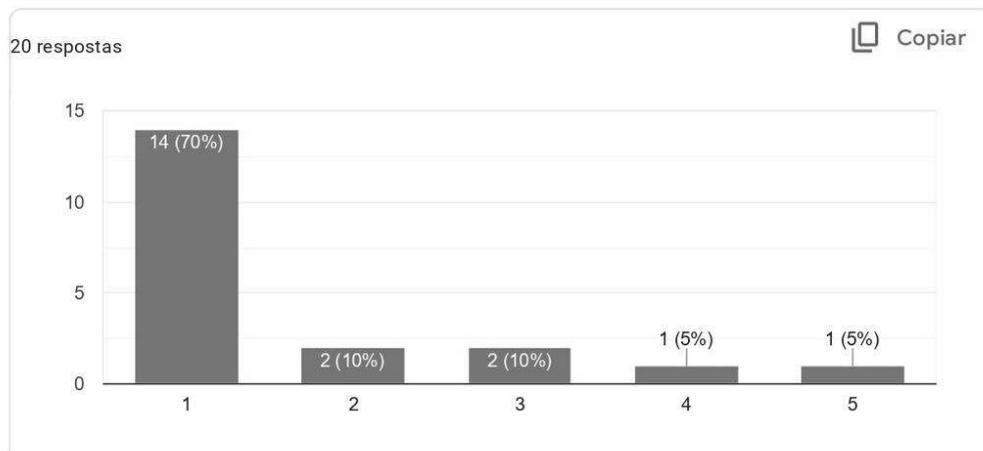
II. Interação com a interface tangível

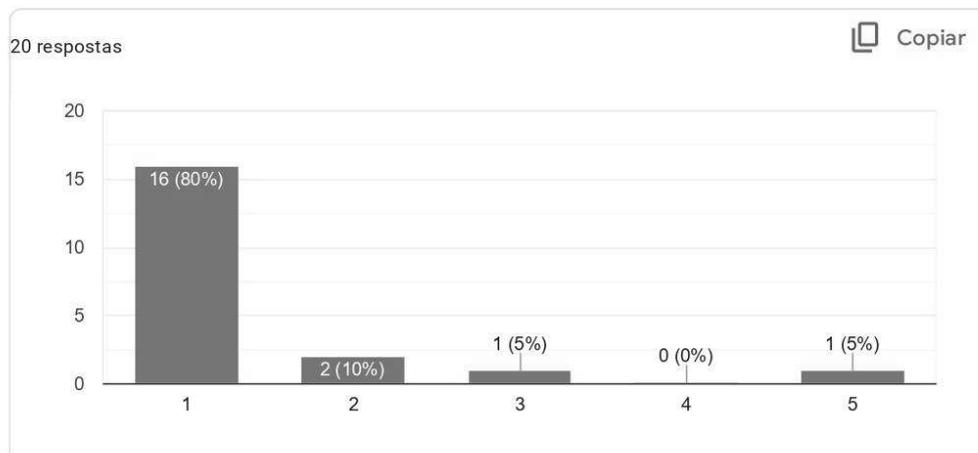
Marque o campo que considera mais apropriado para descrever a interação com o recurso:

 Copiar

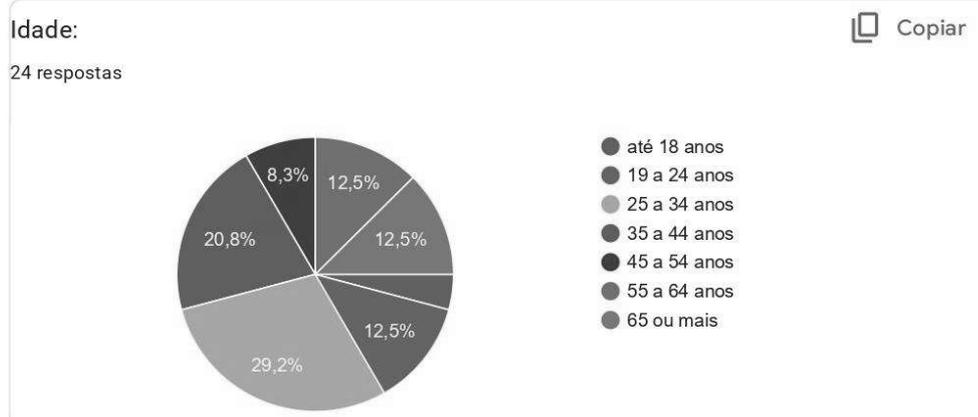
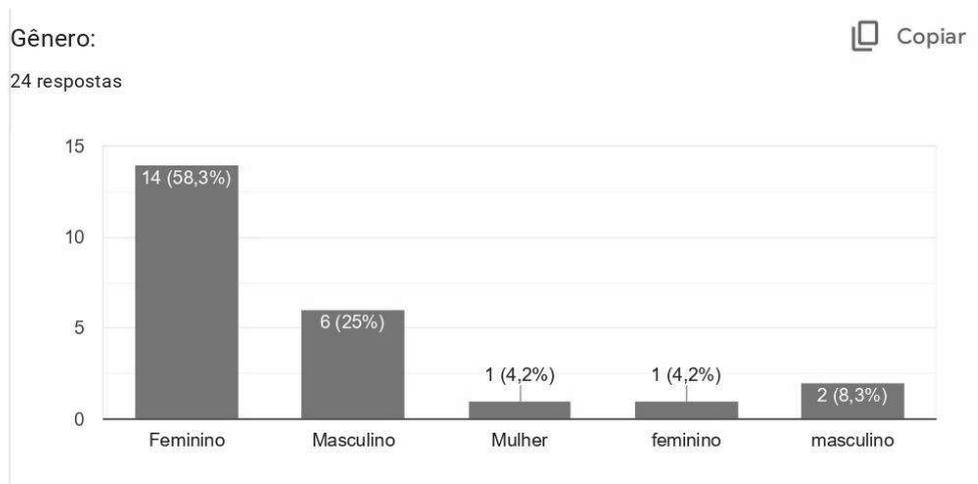
20 respostas







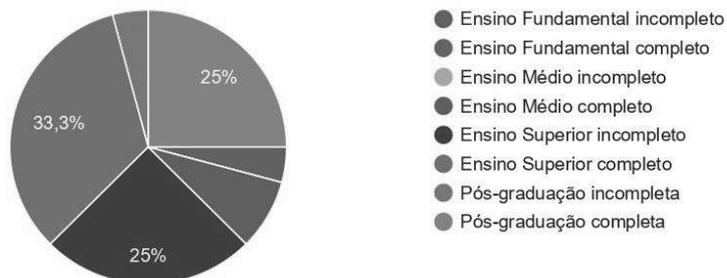
III. Perfil do pesquisado



Escolaridade:

Copiar

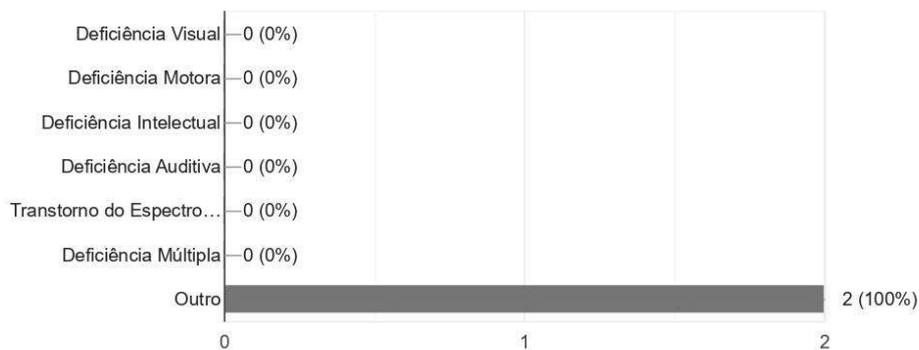
24 respostas



Se você é uma pessoa com deficiência, informe o tipo (é possível marcar mais de uma opção):

Copiar

2 respostas



Caso tenha marcado "Outro" na opção anterior, especifique:

1 resposta

Constantes derrames no olho que fica sem a visão temporariamente.

Informe a classificação ou grau da sua deficiência:

Exemplo: baixa visão; cegueira; surdez moderada; autismo leve

0 resposta

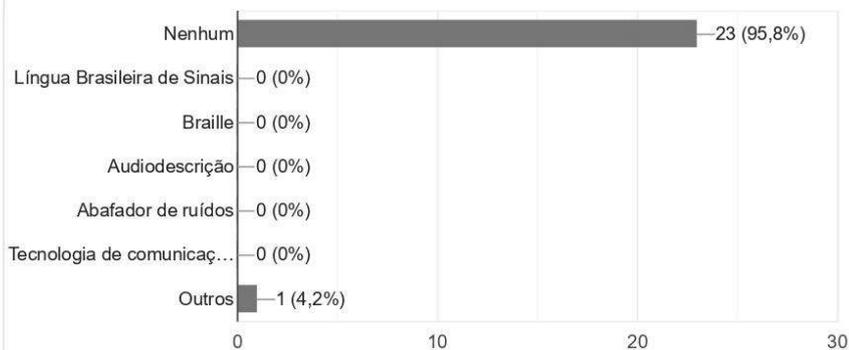
Ainda não há respostas para esta pergunta.



Recursos de acessibilidade que você utiliza:

 Copiar

24 respostas



Caso tenha marcado "Outros" na opção anterior, especifique:

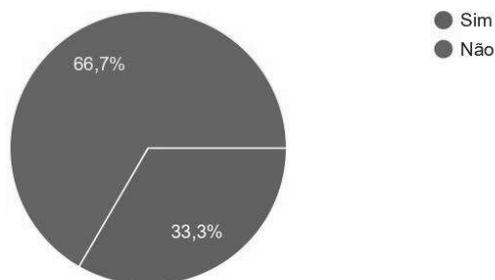
0 resposta

Ainda não há respostas para esta pergunta.

Você convive com uma pessoa com deficiência?

 Copiar

24 respostas

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)Does this form look suspicious? [Relatório](#)

Google Formulários

