



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
(UNIRIO)

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

LEONARDO SANTOS OLIVEIRA

BARREIRAS E SOLUÇÕES NO APOIO À ACESSIBILIDADE E USABILIDADE
PARA PESSOAS SURDAS PRÉ-LINGÜÍSTICAS EM UMA APLICAÇÃO DE
TOUR VIRTUAL SEMI-IMERSIVA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
(UNIRIO)

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

LEONARDO SANTOS OLIVEIRA

BARREIRAS E SOLUÇÕES NO APOIO À ACESSIBILIDADE E USABILIDADE
PARA PESSOAS SURDAS PRÉ-LINGUÍSTICAS EM UMA APLICAÇÃO DE
TOUR VIRTUAL SEMI-IMERSIVA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO.

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Informática da
Universidade Federal do Estado do Rio de
Janeiro (Unirio), como requisito parcial para
a obtenção do título de Mestre. Área de
Concentração: Sistemas de Informação.

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Simone Bacellar Leal Ferreira

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

2024

BARREIRAS E SOLUÇÕES NO APOIO À ACESSIBILIDADE E USABILIDADE PARA
PESSOAS SURDAS PRÉ-LINGUÍSTICAS EM UMA APLICAÇÃO DE TOUR VIRTUAL
SEMI-IMERSIVA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO.

LEONARDO SANTOS OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Sistemas de Informação.

Aprovada em: 30/08/2024.

Comissão Examinadora:

Simone Bacellar Leal Ferreira

Simone Bacellar Leal Ferreira, D. Sc (Orientadora) – UNIRIO



Documento assinado digitalmente
CAROLINA CHRISTINA DO SACRAMENTO NARDI
Data: 04/09/2024 14:52:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Carolina Christina do Sacramento Nardi – D. Sc UNIRIO



Documento assinado digitalmente
ALINE DA SILVA ALVES
Data: 03/09/2024 19:16:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aline da Silva Alves – D. Sc FIOCRUZ

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

AGOSTO DE 2024

Catalogação informatizada pelo(a) autor(a)

S48 Santos Oliveira, Leonardo
Barreiras e Soluções no Apoio à Acessibilidade e Usabilidade para Pessoas Surdas Pré-Linguísticas em uma Aplicação de Tour Virtual Semi-Imersiva: Um Estudo Exploratório. / Leonardo Santos Oliveira. -- Rio de Janeiro : UNIRIO, 2024.
224 p.

Orientadora: Simone Bacellar Leal Ferreira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Informática, 2024.

1. Acessibilidade web. 2. Surdo. 3. Usabilidade. 4. Tour Virtual. I. Bacellar Leal Ferreira, Simone, orient. II. Título.

Dedico a todos que me apoiaram nesta caminhada:
Deus, esposa e filhos, família, orientadora e amigos.

Que tenhamos sabedoria para utilizar nossa inteligência
de forma plena e emocional em prol da coletividade e da
evolução do planeta a caminho da regeneração.

AGRADECIMENTOS

Gratidão plena a Deus pela oportunidade de reencarnar neste planeta e ter a oportunidade de vivenciar mais esta experiência. Aos mentores que me guiaram sempre neste mundo e principalmente neste momento especial e difícil na minha jornada nesta vida e aos guias da Fiocruz, que me ampararam em todos os momentos dessa jornada.

Gratidão a minha esposa, Narcisa, que me apoiou em todos os momentos desde nosso primeiro encontro nesta vida e aos meus filhos Kenzo e Nina, que me proporcionaram momentos de descontração e diversão sempre!

Agradeço aos meus pais Moacir e Beth por entenderem minha ausência momentânea e me apoiarem incondicionalmente e aos meus irmãos e familiares que me ajudaram e me apoiaram nas minhas ideias malucas.

Agradeço a minha orientadora por me conduzir ao conhecimento me permitindo alcançar o objetivo principal desta pesquisa.

Agradeço a parceria dos intérpretes e voluntários que acreditaram e me apoiaram para que esta pesquisa pudesse ser concluída.

Agradeço a todos os amigos que me incentivaram a todo momento para que eu continuasse confiante na proposta de pesquisa.

Agradeço imensamente aos membros da banca avaliadora por aceitarem o convite.

RESUMO

A proposta desta pesquisa consistiu em analisar a experiência de uso de uma aplicação de tour virtual semi-imersiva por indivíduos surdos pré-linguísticos, a fim de identificar possíveis barreiras e propor estratégias para mitigar essas dificuldades, proporcionando uma utilização satisfatória e intuitiva da aplicação. O método de pesquisa adotado envolveu um mapeamento sistemático da literatura, um mapeamento sistemático em documentos de patente, além de buscas *ad-hoc*, não sendo encontrado nenhum estudo que atendesse os critérios de seleção. Também contou com a realização de um estudo exploratório para avaliar a acessibilidade e usabilidade do tour virtual do Castelo Fiocruz. Para isso, foram utilizadas diferentes abordagens. Foi realizada uma inspeção por especialistas em usabilidade e acessibilidade, tendo como base as heurísticas de realidade virtual semi-imersiva e as diretrizes e recomendações de acessibilidade para surdos pré-linguísticos em sites. Os problemas encontrados nessa etapa foram classificados e ordenados de acordo com o nível de gravidade possibilitando a priorização de sua resolução. Em seguida foram implementadas soluções em protótipo para os problemas encontrados na inspeção e avaliados por meio de testes com os usuários. Para os testes foram adotados questionários, realização de tarefas com usuários surdos pré-linguísticos e ouvintes junto ao protótipo, e entrevistas. Com o resultado da primeira avaliação, novas soluções foram implementadas em um segundo protótipo que foi levado a novo teste com novos usuários. Como resultado, todas as soluções propostas tiveram êxito ao final do processo. Todos os testes com os usuários com surdez foram apoiados por intérpretes de Língua Brasileira de Sinais (Libras). Assim, esta pesquisa revelou barreiras e estratégias que devem ser adotadas para tornar a utilização de uma aplicação de tour virtual mais satisfatória e acessível ao público prioritário. Os resultados contribuem não somente para a evolução das aplicações de tour virtual, mas também para a inclusão digital de pessoas surdas e o avanço do conhecimento em acessibilidade. Como produto resultante, além do protótipo funcional, foi elaborado um guia de orientações para apoiar o desenvolvimento de aplicações de tour virtual semi-imersivas intuitivas e acessíveis, proporcionando uma compreensão melhor das necessidades dos usuários surdos pré-linguísticos.

Palavras-chave: acessibilidade web, inclusão de surdos, surdez pré-linguística, usabilidade, tour virtual, aplicação de tour virtual semi-imersiva, realidade virtual semi-imersiva.

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the experience of using a semi-immersive virtual tour application by pre-linguistic deaf individuals, in order to identify possible barriers and propose strategies to mitigate these difficulties, providing a satisfactory and intuitive use of the application. The research method adopted involved a systematic mapping of the literature, a systematic mapping of patent documents, and ad-hoc searches, but no study that met the selection criteria was found. An exploratory study was also carried out to evaluate the accessibility and usability of the virtual tour of Fiocruz Castle. Different approaches were used for this purpose. An inspection was carried out by usability and accessibility experts, based on semi-immersive virtual reality heuristics and accessibility guidelines and recommendations for pre-linguistic deaf people on websites. The problems found at this stage were classified and ordered according to their level of severity, enabling their resolution to be prioritized. Then, prototype solutions were implemented for the problems found during the inspection and evaluated through user testing. The tests used questionnaires, tasks with pre-lingual deaf and hearing users using the prototype, and interviews. Based on the results of the first evaluation, new solutions were implemented in a second prototype that was tested again with new users. As a result, all proposed solutions were successful at the end of the process. All tests with deaf users were supported by Brazilian Sign Language (Libras) interpreters. Thus, this research revealed barriers and strategies that should be adopted to make the use of a virtual tour application more satisfactory and accessible to the target audience. The results contribute not only to the evolution of virtual tour applications, but also to the digital inclusion of deaf people and the advancement of knowledge in accessibility. As a resulting product, in addition to the functional prototype, a guide was created to support the development of intuitive and accessible semi-immersive virtual tour applications, providing a better understanding of the needs of pre-lingual deaf users.

Keywords: web accessibility, deaf inclusion, pre-linguistic deafness, usability, virtual tour, semi-immersive virtual tour application, semi-immersive virtual reality.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	18
1.1. Relevância e Motivação	19
1.2. Trajetória do Pesquisador	20
1.3. Problema e Questão de Pesquisa	21
1.4. Objetivo da Pesquisa	23
1.5. Delimitação da Pesquisa	23
1.6. Estrutura da Dissertação	24
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 Perda Auditiva ou Surdez	25
2.2 Acessibilidade e Usabilidade	27
2.2.1 Acessibilidade	27
2.2.2 Usabilidade	29
2.3 Realidade Virtual	30
2.3.1 Aplicação de Tour Virtual	30
2.4 Fiocruz e a ATV do Castelo Fiocruz	33
2.5 Trabalhos Relacionados	34
CAPÍTULO 3 – MÉTODO DE PESQUISA	37
3.1 Etapas da pesquisa	37
3.1.1 Revisão da Literatura Multivocal	37
3.1.1.1 Mapeamento Sistemático da Literatura (Fontes Formais)	38
3.1.1.2 Mapeamento Sistemático de Documentos	43
3.1.1.3 Mapeamento Sistemático da Literatura Cinzenta (Google Acadêmico)	44
3.1.2 Seleção da Aplicação a Ser Testada	45
3.1.3 Definição do Público-Alvo	46
3.1.4 Definição dos Métodos de Avaliação	47
3.1.4.1 Inspeção	47
3.1.4.2 Teste com Usuários	47
3.1.5 Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisas	48
3.1.6 Realização do Estudo Exploratório	48
3.1.7 Elaboração de Melhorias e Novos Testes	55

3.2	Limitações da Pesquisa	56
CAPÍTULO 4 – ESTUDO EXPLORATÓRIO		57
4.1	Inspeção por Especialistas	57
4.1.1	Problemas de Usabilidade	59
4.1.1.1	Problemas Solucionados	64
4.1.1.2	Problemas Não Solucionados	91
4.1.1.3	Aprimoramentos Extras	92
4.1.2	Problemas de Acessibilidade para Surdos Pré-linguísticos	94
4.2	Testes com o Protótipo	99
4.2.1	Definição das Tarefas	99
4.2.2	Realização dos Testes	101
4.2.2.1	Testes Piloto	102
4.2.2.1.1	Usuário Piloto Ouvinte	102
4.2.2.1.2	Usuário Piloto Surdo	105
4.2.2.2	Teste com os Usuários	106
4.2.2.2.1	Teste com o Usuário S1	109
4.2.2.2.2	Teste com o Usuário S2	112
4.2.2.2.3	Teste com o Usuário S3	115
4.2.2.2.4	Teste com o Usuário S4	118
4.2.2.2.5	Teste com o Usuário S5	122
4.2.2.2.6	Teste com o Usuário O1	124
4.2.2.2.7	Teste com o Usuário O2	127
4.2.2.2.8	Teste com o Usuário O3	129
4.2.2.2.9	Teste com o Usuário O4	131
4.2.2.2.10	Teste com o Usuário O5	133
4.3	Análise dos Resultados	136
4.3.1	Análise dos Resultados das Propostas de Solução da Inspeção	136
4.3.1.1	Resultados dos Testes das Soluções dos Problemas de Usabilidade	136
4.3.1.2	Resultados das Soluções dos Problemas de Acessibilidade para Surdos Pré-linguísticos	139
4.3.1.3	Resultados dos Aprimoramentos Extras	140
4.3.2	Análise dos Resultados dos Testes com Usuários	140

4.3.2.1	Análise da Navegação Exploratória	140
4.3.2.2	Análise das Tarefas.....	142
CAPÍTULO 5 – ELABORAÇÃO DE MELHORIAS E NOVOS TESTES		147
5.1	Propostas de Melhorias	147
5.1.1	Soluções para os Problemas Encontrados	147
5.1.2	Problema Remanescente.....	164
5.1.3	Aprimoramentos Extras.....	165
5.2	Novos Testes com Usuários	167
5.2.1	Realização dos Novos Testes	168
5.3	Análise dos Resultados das Propostas de Solução dos Testes	169
5.3.1	Resultados dos Testes das Soluções dos Problemas Encontrados.....	169
5.3.2	Resultado da Proposta de Solução do Problema Remanescente	170
5.3.3	Resultado dos Aprimoramentos Extras	170
CAPÍTULO 6 – GUIA		171
6.1	Apresentação	171
6.2	Guia	171
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		195
7.1	Trabalhos Futuros.....	201
ANEXO A		208
ANEXO B		210
APÊNDICE A.....		214
APÊNDICE B.....		216
APÊNDICE C.....		220
APÊNDICE D.....		223
APÊNDICE E.....		224

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de perda auditiva.	26
Figura 2 – Representação do formato de imagem equirretangular.	32
Figura 3 – Representação da visualização de imagem panorâmica 360°.	33
Figura 4 – Etapas do MSL nas bases científicas.	41
Figura 5 – Etapas do MSL nas bases de patentes.	43
Figura 6 – Estatística de acesso da aplicação de <i>tour</i> virtual do Castelo Fiocruz por categoria de dispositivo.	59
Figura 7 – Formulário eletrônico para a classificação dos problemas.	62
Figura 8 – Placa indicativa de saída da Exposição Carlos Chagas.	65
Figura 9 – Placa indicativa de saída da Exposição Castelo de Inspirações.	65
Figura 10 – Posição do elevador no corredor dos fundos do 3º Pavimento do Castelo.	66
Figura 11 – Recurso de caminho virtual para o elevador acionado através da placa indicativa de direção.	66
Figura 12 – Caminho levando para o elevador no corredor de fundos do Castelo.	67
Figura 13 – Seta de movimentação escondida.	67
Figura 14 – Seta de movimentação após reposicionamento.	68
Figura 15 – Dica para informar sobre o acesso aos pavimentos superiores. Fonte: do Autor.	69
Figura 16 – Falta de placas indicativas de direção.	69
Figura 17 – Placa adicionada para melhorar a orientação.	70
Figura 18 – Falta do ponto de referência no mapa.	70
Figura 19 – Todos os pontos inclusos no mapa.	71
Figura 20 – Tela com vídeo aberto automaticamente.	71
Figura 21 – Botão para ativar o vídeo.	72
Figura 22 – Entrada do gabinete da Presidência sem placa de identificação.	72
Figura 23 – Entrada para o gabinete da Presidência com a placa de identificação.	73
Figura 24 – Posicionamento do ícone de drone.	73
Figura 25 – Ícone de drone após o reposicionamento.	74
Figura 26 – Solução proposta para saída rápida das exposições.	74
Figura 27 – Livro de visitas com problema de formatação.	75
Figura 28 – Painel de Ajuda com problema nos textos.	76

Figura 29 – Novo formato do recurso da Ajuda.	76
Figura 30 – Ícone do elevador sem a descrição.	77
Figura 31 – Ícone do elevador com a descrição.	77
Figura 32 – (a) Menu com problema de transparência; (b) solução proposta.	78
Figura 33 – Recurso de dicas.	79
Figura 34 – Informações sobre recursos de navegação e zoom.	79
Figura 35 – (a) Mapa sem botão fechar; (b) solução proposta.	80
Figura 36 – Quadro de ambientes existentes no Castelo Fiocruz.	80
Figura 37 – Recurso de zoom limitado para a leitura dos textos dos painéis físicos	81
Figura 38 – Recurso de máximo zoom prejudicado pela resolução insuficiente das imagens.	81
Figura 39 – Botão "Subir para o Castelo".	82
Figura 40 – Uso de seta como alternativa ao botão “Subir para o Castelo”.	82
Figura 41 – Recurso de dica para novo elemento gráfico.	83
Figura 42 – Problema com a descrição do ícone VR.	83
Figura 43 – (a) Ícone VR; (b) recurso de realidade virtual para smartphones	84
Figura 44 – Recurso de Realidade Virtual no menu “Mais opções”.	84
Figura 45 – (a) Texto comprimidos com a disposição ao lado da imagem; (b) proposta de solução.	85
Figura 46 – Placa indicativa de direção não clicáveis.	86
Figura 47 – Placa indicativa de direção clicável e com recurso de caminho virtual.	87
Figura 48 – Formato da ajuda confuso.	87
Figura 49 – Novo formato do recurso da Ajuda.	88
Figura 50 – Recurso de “Ajuda dinâmica” para elementos gráficos ainda desconhecidos do usuário.	88
Figura 51 – Descrição de ícone.	89
Figura 52 – Marcação de onde o visitante já visitou.	90
Figura 53 – Textos com letra pequena na caixa de informação.	90
Figura 54 – Texto com letras maiores para facilitar a leitura.	91
Figura 55 – (a) Menu principal configurado para smartphone; (b) menu principal para computador.	93
Figura 56 – Botões de zoom retirados no protótipo.	93
Figura 57 – Conteúdo informativo sem recurso de tradução para Libras.	94

Figura 58 – Implementação do botão para tradução do conteúdo para Libras.	95
Figura 59 – Vídeo da tradução para Libras (Diretrizes 3.2 e 3.4).	95
Figura 60 – Placas indicativas de direção sem tradução para Libras.	96
Figura 61 – (a) Placas de referência de localização (PRef); (b) placas de identificação de local.	96
Figura 62 – Recurso de Libras próximo do conteúdo textual.	97
Figura 63 – (a) “Modo Libras” desativado; (b) “Modo Libras” ativado.	98
Figura 64 – Representação ilustrativa dos testes.	103
Figura 65 – Exemplo de descrição (ajuda) dos novos ícones.	144
Figura 66 – Disposição da saída da “ <i>exposição Oswaldo Cruz</i> ” e a entrada para a “ <i>exposição Carlos Chagas</i> ”.	147
Figura 67 – (a) PID orientando sobre a localização da saída e da localização da “ <i>exposição Carlos Chagas</i> ”; (b) <i>Placa indicativa da saída</i> (PID) da “ <i>exposição Oswaldo Cruz</i> ”. ..	148
Figura 68 – <i>Painel informativo de locais</i> (PInfo) elaborado para o teste com os usuários. ...	149
Figura 69 – (a) Novo <i>painel informativo de locais</i> (PInfo); (b) Exibição da imagem ilustrativa do local selecionado quando o mouse era posicionado em cima de um marcador.	150
Figura 70 – Ajuda e Dica sobre o recurso <i>O que há no Castelo?</i>	151
Figura 71 – Caminho para a biblioteca confundia o usuário.	151
Figura 72 – Movimento da visão do usuário para o acesso ao elevador na varanda dos fundos do Castelo ao clicar na dica.	152
Figura 73 – Problema do vídeo de dica se confundindo com o ambiente de fundo.	153
Figura 74 – Novo formato da janela do vídeo de dica.	153
Figura 75 – Botão de Libras utilizado no site do Governo Federal.	154
Figura 76 – Tela inicial com os perfis de usuários.	154
Figura 77 – Alternativa para a tela de perfis (inversão da posição dos elementos Menu e Modo Libras).	155
Figura 78 – Problema de indicação para o “sétimo pavimento”.	156
Figura 79 – Solução de reforço de placas indicativas de local (PID). (a) “Sétimo pavimento”; (b) “Presidência” e “terraços”.	156
Figura 80 – Vídeo de tradução para Libras sobreposto à informação.	157
Figura 81 – Proposta de solução para melhorar a visualização da tradução para Libras. (a) Vídeo inicial em tamanho reduzido; (b) vídeo em tamanho ampliado.	158

Figura 82 – Botão de tradução para Libras pequeno e ofuscado.	159
Figura 83 – Solução para melhorar a visualização da informação e do botão de tradução para Libras.	159
Figura 84 – Clique na placa indicativa de saída do local.	160
Figura 85 – Ajuda do botão para sair imediatamente da exposição.	160
Figura 86 – Ajuda do botão Modo Libras no início do passeio.	161
Figura 87 – Placa de referência de local (PRef) do terraço sul.	162
Figura 88 – Botão para entrar na cúpula.	162
Figura 89 – Ajuda para o botão para retorno imediato para dentro da cúpula referente.	163
Figura 90 – Funcionalidade de (a) ampliar e (b) diminuir o tamanho da janela do vídeo de dica.	164
Figura 91 – Proposta de solução para a barra de progresso.	165
Figura 92 – Recurso de legenda dos vídeos de tradução para Libras.	166
Figura 93 – Proposta de solução para a barra de progresso.	166
Figura 94 – Funcionalidade para alterar o fundo do vídeo.	167

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios do PICOC.	39
Quadro 2 – Subquestões de pesquisa.	39
Quadro 3 – Bases científicas e <i>Strings</i> de busca.	40
Quadro 4 – Critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE).	40
Quadro 5 – Resultados das buscas nas bases.	42
Quadro 6 – Bases de patentes e <i>Strings</i> de busca.	43
Quadro 7 – Heurísticas selecionadas para a inspeção.	51
Quadro 8 – Regras para aplicação das heurísticas.	57
Quadro 9 – Heurísticas propostas por Parreiras (2021) que sofreram adequações.	57
Quadro 10 – Problemas encontrados pelos especialistas e pesquisador.	59
Quadro 11 – Classificação dos problemas por níveis de gravidade.	61
Quadro 12 – Priorização dos problemas consolidados.	62
Quadro 13 – Tarefas e objetivos.	100
Quadro 14 – Perfis dos voluntários surdos.	107
Quadro 15 – Perfis dos voluntários ouvintes.	107
Quadro 16 – Experiência no uso de ATVs.	108
Quadro 17 – Problemas resolvidos completamente.	137
Quadro 18 – Problemas resolvidos parcialmente.	138
Quadro 19 – Soluções não testadas.	138
Quadro 20 – Problemas não resolvidos.	139
Quadro 21 – Problemas de acessibilidade.	139
Quadro 22 – Aprimoramentos extras.	140
Quadro 23 – Observações sobre os usuários na navegação exploratória.	141
Quadro 24 – Problemas encontrados nos testes.	145
Quadro 25 – Tarefas para a segunda rodada de testes com usuários.	167
Quadro 26 – Perfis dos voluntários surdos e ouvintes.	168
Quadro 27 – Experiência no uso de aplicações de <i>tour</i> virtual.	169
Quadro 28 – Problemas resolvidos completamente.	169
Quadro 29 – Aprimoramentos extras.	170

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ATV: Aplicação de *Tour* Virtual

CEP: Comitê de Ética em Pesquisas

eMAG: Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico

FIOCRUZ: Fundação Oswaldo Cruz

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHC: Interação Humano-Computador

ICICT: Instituto de Comunicação Científica e Tecnológica em Saúde

INPI: Instituto Nacional da Propriedade Industrial

IoT: Internet das Coisas (*Internet of Things*)

ISO: *International Organization for Standardization*

Libras: Língua Brasileira de Sinais

MSL: Mapeamento Sistemático da Literatura

NBR: Norma Brasileira

OMS: Organização Mundial da Saúde

PID: Placa Indicativas de Direção

PIL: Placa de Identificação de Local

PInfo: Painel Informativo de Locais

PGeo: Placa Georreferenciadas

PNAD: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PNS: Pesquisa Nacional de Saúde

PRef: Placa de Referência de Localização

RV: Realidade Virtual

SUS: Sistema Único de Saúde

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

W3C: *World Wide Web Consortium*

WCAG: *Web Content Accessibility Guidelines* (Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web)

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Desde o momento em que se nasce, a audição desempenha um papel fundamental na compreensão do mundo. Conforme se cresce, auxilia no aprendizado, trabalho, interações sociais e na identificação de potenciais perigos, além de nos permitir escutar sons importantes, como o de uma buzina de carro, latidos de um cachorro, ou música tocando. A capacidade de se comunicar efetivamente contribui para participação da pessoa ativa na comunidade (World Health Organization, 2020).

No mundo existem mais de 1,5 bilhão de indivíduos com algum problema na audição (World Health Organization, 2021). Entre esses indivíduos, encontram-se os surdos pré-linguísticos, que podem ter nascido surdos ou adquirido a surdez antes de aprender a falar. Isso pode afetar sua compreensão e entendimento da língua portuguesa, uma vez que a língua de sinais se torna sua língua primária. Essa barreira linguística pode resultar em desafios significativos ao realizar tarefas simples, devido à predominância de informações textuais na internet (Corradi, 2007; Alves, 2012).

No Brasil, quase 2,5 milhões de pessoas (1,2% da população) possui alguma dificuldade de ouvir, mesmo usando aparelhos auditivos. Deste total, 22,4% (aproximadamente 560 mil) possuem 40 anos de idade ou mais (Brasil, 2023). Este número ressalta a importância em promover a inclusão através da acessibilidade de produtos web para o público surdo.

No Brasil, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência em seu Artigo 63, determina a obrigatoriedade da acessibilização de todos os sites mantidos por empresas com sede ou representação comercial no país ou por órgãos de governo (Brasil, 2015). Isto inclui as aplicações de *tour* virtual (ATVs) com base nas tecnologias *web*.

A realidade virtual (RV) é um ambiente digital que pode ser experimentado de forma interativa, proporcionando uma sensação de realidade (Jerald, 2015; Tori e Da Silva Hounsell, 2020). Desta forma, as ATVs podem ser consideradas uma extensão da tecnologia de RV (Fu; Fu; Tan, 2022, p. 1203) e, ultimamente, têm sido amplamente demandados como uma alternativa ao modelo de visitação presencial (Melo, 2021). Esse tipo de produto tem um imenso potencial de comunicação e transmissão de informações (Melo, 2021) tornando-o uma opção

viável para instituições governamentais e privadas se comunicarem com seu público prioritário de maneira interativa.

Neste contexto, foram realizadas avaliações de usabilidade e acessibilidade de uma aplicação de *tour* virtual semi-imersiva (ATV) que envolveram inspeções por especialistas e testes com usuários, levando em consideração a conformidade com as heurísticas de realidade virtual semi-imersiva e as diretrizes e recomendações de acessibilidade para surdos pré-linguísticos. Os testes foram realizados por meio de questionários, entrevistas e tarefas com os usuários surdos pré-linguísticos e ouvintes para efeito de comparação. Todo o processo dos testes realizados com os usuários surdos contou com o apoio de intérpretes da Língua Brasileira de Sinais (Libras). O objetivo principal foi analisar especialmente a experiência de utilização da ATV pelo público surdo pré-linguístico, identificando os desafios enfrentados e propor orientações que pudessem contribuir para o apoio ao desenvolvimento acessível e satisfatório desse tipo de produto de RV com foco nesse público prioritário.

1.1. Relevância e Motivação

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2021, divulgou que mais de 1,5 bilhão de pessoas em todo o mundo são afetadas pela perda auditiva. Estima-se que até 2050 esse número aumente para cerca de 2,5 bilhões de pessoas vivendo com algum grau de perda auditiva (World Health Organization, 2021).

Esses números destacam a magnitude do desafio que se enfrenta em termos de saúde auditiva e a necessidade de ações efetivas para promover a inclusão e o acesso a produtos *web* com recursos adequados para pessoas com deficiência auditiva.

Os indivíduos surdos pré-linguísticos, aqueles que perderam a audição antes de desenvolverem a linguagem falada e não possuem memórias auditivas, enfrentam dificuldades no domínio da língua portuguesa. Essa barreira linguística pode resultar em desafios significativos ao realizar tarefas simples, devido à predominância de informações textuais na internet (Corradi, 2007; Alves, 2012).

As ATVs representam uma parcela dos produtos *web* e estão sujeitos às obrigações estabelecidas pela Lei da Inclusão da Pessoa com Deficiência, conforme estipulado no Artigo 63, que rege:

é obrigatória a acessibilidade nos sítios da internet mantidos por empresas com sede ou representação comercial no País ou por órgãos de governo, para uso da pessoa com deficiência, garantindo-lhe acesso às informações disponíveis, conforme as melhores práticas e diretrizes de acessibilidade adotadas internacionalmente. (Brasil, 2015).

Isto reforça a importância deste tipo de aplicação disponibilizar recursos de acessibilidade que mitiguem qualquer barreira que dificulte o acesso à informação pelo público surdo.

Esses produtos têm um imenso potencial de comunicação e transmissão de informações, podendo ser usados de maneira inovadora e interativa para diversos fins, desde entretenimento até treinamentos (Melo, 2021). Todavia, para aproveitar plenamente esse potencial, é essencial conduzir pesquisas sobre a experiência dos usuários com as ATVs. Assim, os resultados podem apoiar o desenvolvimento com base na experiência de uso e na participação ativa dos próprios usuários neste processo.

É nesse contexto que a pesquisa em questão se torna relevante para a área de Interação Humano-Computador (IHC), em especial a temática da acessibilidade. Ela visa contribuir para o avanço das futuras ATVs, permitindo que sejam mais atrativas e acessíveis ao maior público possível. A principal motivação para esta pesquisa está na oportunidade de tornar as ATVs mais envolventes e prazerosas, estimulando a disseminação do conhecimento de maneira engajadora e impulsionando a evolução deste tipo de aplicação de RV. Além disso, essa investigação busca promover a inclusão por meio da implementação de recursos de acessibilidade para o público surdo pré-linguístico.

1.2. Trajetória do Pesquisador

Além dos pontos já mencionados anteriormente, esta pesquisa também é motivada pelo interesse particular do pesquisador em entender como pessoas surdas pré-linguísticas e ouvintes interagem com as ATVs, buscando melhorar a comunicação desses produtos.

Além de sua expertise no desenvolvimento de sistemas web, o autor, desde a graduação, buscou ampliar seus conhecimentos em áreas diversas, como design, fotografia, modelagem 3D, Internet das Coisas (IoT), cultura maker, realidade virtual e acessibilidade. Ele também é apaixonado por aviação e aeromodelismo.

Antes de ingressar como servidor na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o autor atuou como designer e desenvolvedor web, além de professor em escola técnica e universidade. Na Fiocruz, ele faz parte do Instituto de Comunicação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) desde 2006, onde foi responsável por diversos projetos de sistemas web e pelo setor de desenvolvimento de sistemas. A partir de 2017, passou a se dedicar à criação e desenvolvimento de projetos de ATVs, o que culminou na criação do Fiocruz360 (<https://www.icict.fiocruz.br/fiocruz360>), um projeto que tem como objetivo desenvolver ATVs de locais da Fiocruz, com foco na divulgação histórica e científica, e teve início com a produção da ATV do Castelo Fiocruz.

Sua preocupação no desenvolvimento produtos com acessibilidade vem desde sua graduação e assim, sua inquietação motivação era sobre a importância do desenvolvimento de ATVs com acessibilidade. Desta maneira, surgiu o interesse em realizar pesquisas que trouxessem, não somente respostas, mas que proporcionassem uma reflexão sobre a importância e necessidade da evolução das ATVs produzidas pela instituição.

O pesquisador entende que as ATVs são uma ferramenta que possuem um enorme potencial de informação e comunicação ainda pouco explorado, uma nova forma de transmitir conhecimento por meio de formatos multimídia agregados à interação.

1.3. Problema e Questão de Pesquisa

A usabilidade é uma característica crucial dos sistemas de informação, mas ela por si só não garante o acesso pleno a todos os usuários. É fundamental que os sistemas sejam projetados e orientados para a acessibilidade, levando em consideração as necessidades específicas de diferentes usuários (Alves, 2012).

A facilidade de acesso à internet, juntamente com o isolamento social imposto pela pandemia, fizeram com que as ATVs passassem a ser amplamente demandadas como uma alternativa ao modelo de visitação presencial (Melo, 2021).

Apesar dos avanços significativos nos dispositivos de tecnologia, softwares (tratamento de imagens e construção de ATVs) e equipamentos de captura de imagens, o desenvolvimento desse tipo de produto ainda enfrenta desafios de usabilidade, o que resulta em uma experiência insatisfatória e desanimadora para os usuários (Nielsen Norman Group, 2020).

Um sistema de informação pode ser considerado acessível quando não apresenta barreiras que impeçam o acesso de todos os usuários, independente de possuírem ou não alguma limitação (Alves, 2012). Dessa forma, é fundamental que uma ATV atenda às necessidades de acessibilidade, garantindo que o público surdo tenha os mesmos direitos de acesso à informação que uma pessoa ouvinte possui.

No Brasil, os surdos pré-linguísticos, ou seja, que nasceram surdos ou adquiriram a surdez antes da alfabetização, geralmente aprendem a Língua Brasileira de Sinais (Libras) antes do ensino da língua portuguesa. Dessa forma, a língua portuguesa se torna sua segunda língua, o que implica nas dificuldades típicas do aprendizado e domínio de um segundo idioma. Nesse caso, esses indivíduos podem apresentar limitações na habilidade de leitura e compreensão da língua portuguesa. (Alves, 2012; Cavalcante, 2015).

No caso de uma ATV, que, de modo geral, envolve uma variedade de informações em formato de texto, é de extrema importância disponibilizar alternativas não textuais para assegurar o acesso completo a todo o conteúdo por parte das pessoas surdas.

Esse desafio específico, que impacta principalmente os surdos pré-linguísticos, representa um problema de acessibilidade que requer uma abordagem imediata e a implementação de soluções adequadas (Cavalcante, 2015).

Diante dessa problemática, surge a questão sobre a implementação de recursos de acessibilidade para pessoas surdas pré-linguísticas nesse tipo de aplicação, que é o foco desta pesquisa. Portanto, a seguinte questão de pesquisa é definida:

Quais estratégias podem ser adotadas para assegurar a usabilidade e acessibilidade do público surdo pré-linguístico em aplicações de tour virtual (ATVs) semi-imersivas?

A partir desta questão de pesquisa, foram definidas cinco subquestões com o objetivo de auxiliar a direcionar a resposta para a questão principal. São elas:

- SQ1 - Quais são as recomendações e diretrizes específicas para o desenvolvimento de ATVs direcionadas ao público surdo pré-linguístico, e quais aspectos são mais relevantes para atender a essa população?
- SQ2 - Quais são as principais barreiras enfrentadas por indivíduos surdos pré-linguísticos em relação à compreensão da dinâmica de uso e das informações contidas no produto em questão?
- SQ3 - Quais formatos de conteúdo multimídia são considerados eficientes e satisfatórios para uso em ATVs, e como eles se adaptam de maneira adequada a diferentes tamanhos de tela em dispositivos eletrônicos?
- SQ4 - Quais são os principais desafios e estratégias para garantir uma experiência de uso satisfatória para pessoas surdas pré-linguísticas em ATVs?
- SQ5 - Quais são as diferenças na percepção e na experiência de uso entre pessoas surdas pré-linguísticas e ouvintes ao utilizar uma aplicação de *tour* virtual?

1.4. Objetivo da Pesquisa

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a experiência de uso de uma ATV semi-imersiva por pessoas surdas pré-linguísticas, identificar os desafios e barreiras encontrados por elas e propor soluções e orientações que apoiem a acessibilidade e usabilidade no desenvolvimento desse tipo de aplicação.

1.5. Delimitação da Pesquisa

A presente pesquisa limitou-se a analisar a usabilidade, acessibilidade e a interação de usuários por meio de um protótipo baseado em uma ATV semi-imersiva desenvolvida pelo pesquisador. As avaliações foram feitas com dois grupos de usuários:

- surdos declarados com perda auditiva profunda adquirida antes da alfabetização;

- ouvintes que não possuíam deficiência visual.

Os conteúdos textuais foram traduzidos somente para Libras, uma vez que o foco da pesquisa se limitou ao público surdo.

1.6. Estrutura da Dissertação

Esta proposta de trabalho de pesquisa se divide em oito capítulos, incluindo este capítulo de introdução:

O Capítulo 2 (Referencial Teórico) apresenta os conceitos introdutórios referentes à temática abordada na pesquisa.

O Capítulo 3 (Método de Pesquisa) apresenta os detalhes do método utilizado para a condução da pesquisa.

O Capítulo 4 (Estudo Exploratório) detalha as avaliações realizadas pelos especialistas em usabilidade e acessibilidade, apresenta os detalhes sobre o processo dos testes do protótipo com os usuários e os resultados obtidos.

O Capítulo 5 (Melhorias e Novos Testes) detalha a implementação das melhorias propostas na análise e o processo de novos testes com os usuários.

O Capítulo 6 (Guia) apresenta orientações que devem ser seguidas no desenvolvimento de ATVs acessíveis ao público surdo pré-linguístico.

O Capítulo 7 (Considerações Finais) apresenta as considerações e conclusões desta pesquisa e possíveis trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Perda Auditiva ou Surdez

A perda auditiva ocorre quando uma pessoa não consegue ouvir tão bem quanto alguém com audição normal. A perda auditiva pode ser categorizada em níveis que englobam condições leves, moderadas, graves ou profundas e pode afetar um ou ambos os ouvidos. Aproximadamente uma em cada dezesseis pessoas em todo o mundo possui perda auditiva que impactam suas vidas diariamente (World Health Organization, 2021; World Health Organization, 2020).

Uma pessoa que possui perda auditiva grave ou profunda em ambos os ouvidos é comumente referida como surda. Já uma pessoa com perda auditiva menos grave é denominada como tendo deficiência auditiva (World Health Organization, 2021).

Pessoas com deficiência auditiva leve a grave podem se beneficiar de aparelhos auditivos, implantes cocleares, dispositivos auxiliares e legendas, além de poderem utilizar a linguagem falada. Já as pessoas com surdez ou deficiência auditiva profunda geralmente utilizam a língua de sinais como sua principal forma de comunicação (World Health Organization, 2021; World Health Organization, 2020).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) classifica os níveis de perda auditiva conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Níveis de perda auditiva.



Fonte: Adaptado de World Health Organization (2020).

No Brasil, o Decreto 5296/04, que regulamenta a Lei 10.098, estabelece critérios e normas gerais para a promoção da acessibilidade. De acordo com o Artigo 5º, Parágrafo 1º, do Decreto:

a deficiência auditiva é definida como uma perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por meio de um audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz. (Brasil 2004).

Em todos os níveis de perda auditiva acima de vinte decibéis, os indivíduos enfrentam dificuldades relacionadas à compreensão de termos de relação e/ou frases gramaticais complexas (Couto, 1985 *apud* Alves, 2012).

A incapacidade de detectar sons, mesmo que parcialmente, tem um impacto significativo no indivíduo com surdez, afetando sua capacidade de interagir socialmente, especialmente verbalmente. Além disso, o processo de aprendizado da língua oral pelos surdos é influenciado por fatores como a idade em que ocorreu a surdez e o estágio em que a perda auditiva se desenvolveu (Cavalcante, 2015).

Assim, muitas pessoas com surdez podem enfrentar dificuldades de compreensão do português, o que pode resultar em desafios para entender conteúdos escritos na língua portuguesa (Corradi, 2007; Alves *et al.* 2013).

A surdez pré-linguística, também conhecida como surdez pré-lingual, é uma condição que afeta pessoas que nasceram surdas ou perderam a audição na infância, antes do

desenvolvimento da linguagem. Essas pessoas não possuem memórias auditivas, o que pode impactar significativamente o seu desenvolvimento, uma vez que a audição desempenha um papel fundamental na aprendizagem, no convívio social e na aquisição da linguagem (Sacks, 1998; Alves, 2012; Cavalcante, 2015).

2.2 Acessibilidade e Usabilidade

2.2.1 Acessibilidade

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na norma brasileira (NBR) 16537, define acessibilidade como: “possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização com segurança e autonomia de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como 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 mobilidade reduzida” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2024).

Acessibilidade refere-se ao acesso de todas as pessoas aos benefícios e atividades da sociedade, independentemente de suas limitações físicas ou intelectuais. Quando se trata de tecnologia da informação, o termo acessibilidade digital é utilizado para descrever o acesso a todos os recursos disponíveis nesse meio. A acessibilidade *web*, por sua vez, é o direito de acessar todo o conteúdo disponibilizado na internet, eliminando barreiras de hardware, software, conteúdo, formatos, arquitetura e acesso físico (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994; Ferreira; Nunes, 2008).

Embora a acessibilidade nos sistemas de informação seja um tema de extrema importância, e existam critérios e recomendações para garantir sua implementação, é reconhecido que desenvolver interfaces que atendam a um amplo grupo de pessoas com diferentes necessidades ainda é um desafio significativo (Shneiderman, 2000; Remedios, 2022).

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, define acessibilidade como:

possibilidade e condição de alcance, utilização com segurança e autonomia de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, incluindo seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e

instalações abertas ao público, de uso público ou privados e de acesso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. (Brasil, 2015).

O Artigo 4º desta Lei estabelece que:

"Toda pessoa com deficiência tem direito à igualdade de oportunidades com as demais pessoas e não sofrerá nenhuma espécie de discriminação" (Brasil, 2015).

Para o ambiente da internet, existem as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdos *Web* (*Web Content Accessibility Guidelines* - WCAG), desenvolvidas pelo *World Wide Web Consortium* - W3C, que é o órgão internacional que padroniza a internet. Essas diretrizes estabelecem uma série de recomendações e orientações para promover a acessibilidade de conteúdos na *web*. O WCAG define critérios de sucesso para cada diretriz, que são agrupados em diferentes níveis de conformidade: A (nível mais básico), AA (nível intermediário) e AAA (nível mais elevado) (World Wide Web Consortium, 2023). O WCAG atualmente se encontra na versão 2.1.

Para apoiar o processo de acessibilização dos sites governamentais foi desenvolvido no ano de 2005, pelo Comitê de Acessibilidade do Governo Eletrônico Brasileiro, o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG). Este modelo tem o compromisso de orientar o desenvolvimento e a adaptação de conteúdos digitais do governo federal, visando garantir o acesso a todo cidadão (Governo Eletrônico, 2014).

As diretrizes do eMAG permitem que a implementação da acessibilidade digital seja feita de maneira padronizada, de fácil aplicação, alinhada com as necessidades do Brasil e em conformidade com os padrões internacionais. É importante ressaltar que o eMAG é baseado no WCAG, voltado para a realidade brasileira, logo inclui as boas práticas de acessibilidade estabelecidas pelo WCAG (Governo Eletrônico, 2014). Atualmente o eMAG está em sua versão 3.1.

Existem também as recomendações para a criação de pistas proximais de navegação em websites voltadas para surdos pré-linguísticos. Estas recomendações fazem parte da tese de doutorado de Flor (2016), onde propõe diretrizes específicas e muito completas para auxiliar no desenvolvimento de sites acessíveis com foco no público surdo pré-linguístico.

No contexto desta pesquisa, é essencial que os ATVs estejam em conformidade com os critérios de sucesso voltados à acessibilidade do público com surdez, assegurando não apenas um direito respaldado pela legislação, mas também promovendo a inclusão desses indivíduos.

2.2.2 Usabilidade

Nielsen e Landauer (1993) definem a usabilidade como “um conjunto de fatores que qualificam quão bem uma pessoa pode interagir com um sistema interativo”.

Desta forma, a usabilidade pode ser determinada por um conjunto de características que envolvem:

- a facilidade de uso e aprendizado rápido, permitindo que o usuário explore e utilize um sistema rapidamente.
- a dificuldade de esquecimento, que garante que o usuário possa retomar o sistema sem reaprendizado, mesmo após um período sem uso.
- a ausência de erros operacionais, permitindo realizar tarefas sem problemas e corrigir erros facilmente.
- alcançar a satisfação do usuário por meio da interação agradável com o sistema e atendendo às suas necessidades.
- a eficiência na execução das tarefas, permitindo alta produtividade após o usuário aprender a usar o sistema (Ferreira; Nunes, 2008; Nielsen, 2012).

Já para a *International Organization for Standardization* (ISO) em sua norma ISO 9241-11, a usabilidade é definida como: “até que ponto um sistema, produto ou serviço pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso” (ISO 9241-11:2018).

A acessibilidade e a usabilidade estão fortemente conectadas. Henry (2006) considera que a acessibilidade é uma parte da usabilidade, enquanto Puhretmair e Miesenberger (2005) acreditam que ela é um requisito essencial para que se alcance a usabilidade. Assim, ambas as visões podem ser consideradas importantes para o desenvolvimento de projetos de qualidade (Adebesin; Kotzé; Gelderblom, 2010; Remédios, 2022).

2.3 Realidade Virtual

A realidade virtual (RV) é um ambiente digital que pode ser experimentado de forma interativa, proporcionando uma sensação de realidade. Essa tecnologia engloba todos os dispositivos utilizados pelo usuário para reproduzir e participar desse ambiente virtual (Jerald, 2015; Tori e Da Silva Hounsell, 2020).

A experiência proporcionada pela RV é percebida pelos nossos sentidos da mesma forma que o mundo físico ao nosso redor. Ela pode despertar emoções, proporcionar prazer, ensinar, divertir e responder às nossas ações, mesmo que não exista de forma tangível (Tori e Da Silva Hounsell, 2020).

A tecnologia de RV, embora tenha sido desenvolvida na década de 1960, ficou restrita a laboratórios de pesquisa e grandes empresas devido ao alto custo dos equipamentos e à dificuldade de implementação. No entanto, com a evolução dos processadores e a significativa redução de custos dos equipamentos, no início do século XXI, o uso comercial desta tecnologia se tornou viável (Tori e Da Silva Hounsell, 2020).

A realidade virtual semi-imersiva ou parcialmente imersiva é quando uma aplicação de RV proporciona ao usuário um pouco de imersão a um ambiente virtual por meio da tela de um dispositivo computacional, sem o isolar totalmente do ambiente real (Lee; Wong, 2014; Parreiras, 2021).

De acordo com o trabalho de Parreiras (2021), não foram encontradas heurísticas de domínio específico para RV semi-imersivas. Desta forma, as heurísticas propostas por ele podem ser consideradas uma composição atualizada e mais completa direcionada para esta vertente.

2.3.1 Aplicação de Tour Virtual

O conceito de RV é a base para as aplicações de tour virtual (ATVs) nos quais o usuário pode experimentar um ambiente virtual que permite sentir-se parte dele por meio de estímulos visuais e informacionais. As ATVs podem ser consideradas uma extensão da tecnologia de RV, sendo um método de implementação e apresentação (Fu; Fu; Tan, 2022). Estes artefatos

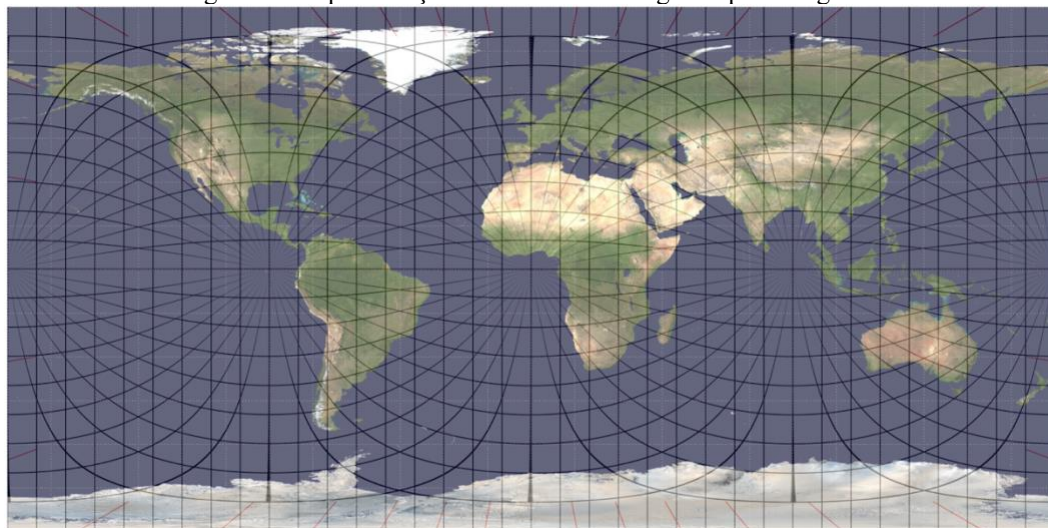
tecnológicos possuem atributos de forte imersão, interação e percepção multidimensional, imaginação e autonomia (Sun *et al.*, 2021). Vale ressaltar que uma ATV é composta por recursos tecnológicos que permitem reproduzir um ou mais percursos pré-estabelecidos, com diversas opções de navegação, podendo ser realizado por meio de panoramas, fotos, vídeos e outros recursos visuais (Habeyche *et al.*, 2012).

De acordo com Dubois et al. (2006) existem diferentes tipos de aplicações de tour virtual que podem ser desenvolvidos para representarem locais de formas diferentes. Esses tipos de aplicações de tour virtual que são identificados de acordo com a sua base de criação:

- 1) Baseadas em texto - Este tipo de tour virtual transmite uma sensação precisa de espaço através da descrição detalhada do ambiente. É uma aplicação mais simples e que utiliza somente recursos textuais, focando na narrativa para proporcionar uma experiência imersiva aos usuários.
- 2) Baseadas em fotos - Este tipo utiliza fotos acompanhadas de textos descritivos detalhados. É simples para se produzir pois envolve somente fotos e textos.
- 3) Baseados em fotos panorâmicas (equirretangulares) - Este tipo de aplicação utiliza imagens panorâmicas em 360° como base para representar um ambiente. Ela permite a mobilidade do visitante por meio de transição entre imagens 360° dos ambientes representados. São aplicações mais complexas para desenvolver e mais realistas para o usuário pois geralmente permitem a interação do usuário.
- 4) Baseados em vídeo - Este tipo de tour virtual utiliza vídeo que retrata uma visita a um local, podendo ser complementado com a inserção de áudio e texto. Também é mais complexo para se desenvolver em comparação aos tipos 1 e 2. Atualmente, podem ser usados vídeos em 360°.
- 5) Baseados em modelagem 3D - Este último tipo tem como base ambientes tridimensionais criados por modelagem computacional. Estes ambientes podem retratar um ambiente real ou um totalmente fictício. Geralmente permitem a movimentação livre e interações com os objetos existentes no ambiente. No entanto, é considerado o tipo mais complexo para desenvolvimento.

O processo de construção de uma ATV geralmente envolve a modelagem de ambientes em 3D ou a utilização de fotografias panorâmicas no formato equirretangular (360°) ou comumente chamado de panorâmica em 360° (Figura 2) (De Fino; Bruno; Fatiguso, 2022).

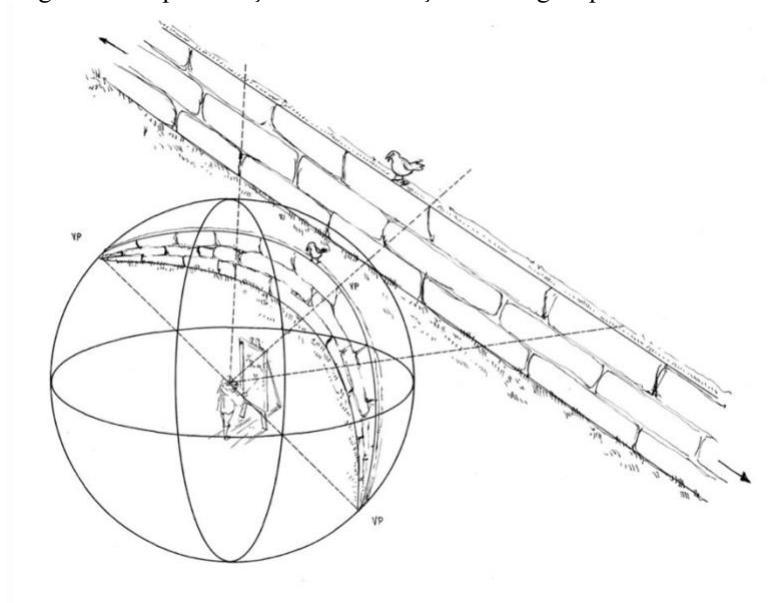
Figura 2 – Representação do formato de imagem equirretangular.



Fonte: Adaptado de Wikipédia.

Esse tipo de imagem pode ser entendido como um globo ou esfera, em que o ponto de observação está localizado no centro como representado na Figura 3. Dessa forma, a partir desse ponto central, é possível visualizar o ambiente em todos os ângulos. Essas imagens capturam uma visão completa do ambiente ao redor, permitindo uma experiência imersiva em um ambiente virtual. (Cabezos-Bernal; Cisneros Vivó, 2016; De Fino; Bruno; Fatiguso, 2022).

Figura 3 – Representação da visualização de imagem panorâmica 360°.



Fonte: De Juan, 2018.

2.4 Fiocruz e a ATV do Castelo Fiocruz

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) começou sua história em 25 de maio de 1900 com a criação do Instituto Soroterápico Federal, na Fazenda de Manguinhos, no Rio de Janeiro. Inicialmente era dedicada à produção de soros e vacinas contra a peste bubônica, mas com o tempo, a instituição teve uma trajetória importante e entrelaçada com o desenvolvimento da saúde pública no Brasil (Fiocruz, 2024).

A Fundação Oswaldo Cruz, atualmente, é uma instituição governamental vinculada ao Ministério da Saúde e ao Sistema Único de Saúde (SUS) e tem como missão promover a saúde, impulsionar o desenvolvimento social, gerar e compartilhar conhecimento científico e tecnológico, além de ser um agente ativo de cidadania. Reconhecida como a principal instituição de ciência e tecnologia em saúde da América Latina, sua atuação é guiada pelo compromisso com o setor público, ética, diversidade, redução de desigualdades, responsabilidade socioambiental, e educação como meio de emancipação (Fiocruz, 2024).

A ATV do Castelo Fiocruz é um produto que oferece uma experiência de navegação exploratória, permitindo ao visitante escolher seu próprio caminho sem um roteiro pré-definido. Ele abrange todos os aspectos do Castelo e entorno, desde o jardim com suas representações de personagens importantes da instituição, como Oswaldo Cruz, Carlos Chagas e Sérgio Arouca,

passando pelos pavimentos com acesso livre na visita presencial, até áreas normalmente restritas, como o quarto e quinto pavimento, terraços e cúpulas. Além disso, a ATV apresenta informações detalhadas sobre a história da instituição e a arquitetura do Castelo, com ilustrações que destacam tanto imagens antigas quanto atuais, com ênfase em seus detalhes arquitetônicos e ornamentais.

Ao longo do passeio virtual, os visitantes têm acesso a cinco exposições temáticas, cada uma contendo informações sobre diferentes aspectos da história e arquitetura do Castelo e da instituição, bem como as contribuições científicas, atividades e curiosidades.

A vista aérea é um local marcante, onde o visitante tem a oportunidade de visualizar informações úteis que o auxiliam na compreensão da localização do Castelo Fiocruz em relação ao Campus Manguinhos e aos pontos de referência da cidade do Rio de Janeiro.

Este produto permite que o visitante possa conhecer este ícone da ciência sem estar presente fisicamente ampliando assim o acesso e a democratização da informação e do conhecimento.

2.5 Trabalhos Relacionados

Foram encontrados três trabalhos relacionados por meio das buscas *ad-hoc* utilizando o buscador Google.

O estudo de Rojas (2020) aborda a aplicação do WCAG 2.1 na criação de um museu virtual do Museu Arqueológico e Antropológico de Apurímac. Ele destaca a importância de tornar os espaços culturais e turísticos inclusivos tanto fisicamente quanto digitalmente. Para a realização de testes, foi desenvolvido um tour virtual do museu o qual foi submetido a avaliação automática pelos validadores *Wave*, *ax - Web Accessibility Testing*, *AChecker*, *ally Color Contrast Accessibility Validator* e *Nu Html Checker*. Também foi realizada inspeção manual para verificar aspectos que não podem ser detectados automaticamente, visando resolver problemas específicos, como verificar o tamanho da apresentação usando o *zoom*, definir o foco dentro da navegação, rolar apenas usando o teclado, garantir um fluxo consistente dentro do tour virtual, bem como desenvolver outros meios de perceber e interagir com a aplicação. Três pessoas com deficiência visual foram contatadas para realizar os testes através da extensão do

navegador *Chrome* chamada *ChromeVox*. Foram realizadas duas avaliações: a primeira por meio de um questionário e a segunda por meio de uma reunião em grupo para obter opiniões sobre a funcionalidade do ATV. Os resultados desses testes com usuários foram considerados e os pontos observados foram corrigidos, mostrando que os participantes consideraram o site acessível.

Apesar da ATV avaliada ser considerada acessível, este estudo de Rojas (2020) realiza testes com pessoas com deficiência visual somente, não possuindo nenhum recurso de tradução do conteúdo textual para a língua de sinais.

No estudo de Zancan *et al.* (2018), é proposto um modelo conceitual e uma série de recomendações com o objetivo de melhorar a acessibilidade em espaços virtuais. Este modelo é uma compilação de diversas pesquisas e recomendações existentes, visando servir como base ou direcionamento para os desenvolvedores na criação de ambientes virtuais mais acessíveis. No estudo, são mencionadas referências ao WCAG e ao eMAG, desenvolvido pelo governo federal brasileiro, como exemplos de modelos de acessibilidade para páginas da *web*, *sites* e portais. Além disso, o documento destaca a relação entre usabilidade e acessibilidade, ressaltando que a usabilidade e a experiência do usuário permitem o *design* de produtos eficazes, eficientes e satisfatórios. O modelo conceitual é apresentado como uma sugestão, não sendo um guia rígido ou um passo a passo. Neste estudo, também são apresentadas recomendações específicas de acessibilidade para pessoas cegas, surdas e idosas. Um museu virtual sobre a história da cidade de Bandeirantes, localizada no estado do Paraná, foi desenvolvido como parte do estudo, e as recomendações mencionadas foram aplicadas ao produto.

Diferentemente deste estudo de Zancan *et al.* (2018) e do de Rojas (2020), essa pesquisa propõe a realização de avaliações de acessibilidade, assim como testes com os usuários surdos pré-linguísticos, a fim de elaborar orientações, com base nos resultados obtidos, que apoiem o desenvolvimento de ATVs acessíveis a pessoas surdas.

No trabalho de Barbosa (2018) é abordado o uso da tecnologia de realidade aumentada para melhorar a acessibilidade em museus para pessoas com deficiência auditiva. Nele é apresentado um estudo de caso em que foi desenvolvida uma tecnologia assistiva de realidade aumentada, com o objetivo de identificar barreiras e benefícios para visitantes surdos, visando

aprimorar a experiência de visita dessas pessoas. Este estudo destaca que a tecnologia de realidade aumentada pode fornecer informações visuais e interativas em tempo real. Isso inclui a tradução de textos em português para a Língua Brasileira de Sinais (Libras), a inclusão de imagens de apoio e a possibilidade de interação com objetos modelados em 3D. Essas ferramentas auxiliam na compreensão do conteúdo e proporcionam uma experiência mais imersiva e envolvente para os visitantes surdos. Foram utilizados diferentes métodos de avaliação, incluindo testes piloto, avaliação com usuários, avaliação com especialistas e a aplicação do instrumento de avaliação Self-Assessment Manikin (SAM). Esses métodos foram aplicados com o objetivo de obter informações sobre a usabilidade e a eficácia do protótipo em um ambiente de museu. Durante a construção do protótipo, foram seguidas as diretrizes de acessibilidade específicas para dispositivos móveis. Após a realização dos testes com os usuários, foram identificadas recomendações para aprimorar o aplicativo, a estrutura física de apoio e o conteúdo informativo.

O método utilizado no trabalho de Barbosa (2018) apresenta semelhanças com a proposta dessa pesquisa, porém, o foco de Barbosa (2018) está na utilização da tecnologia de realidade aumentada (Tecnologia que permite combinar conteúdos virtuais interativos, como imagens, vídeos ou elementos em 3D, com o mundo real) por meio de dispositivos móveis. Já esta pesquisa propõe a avaliação de uma aplicação de tour virtual semi-imersiva.

CAPÍTULO 3 – MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa tem característica exploratória com uma abordagem qualitativa, conduzida por meio de um estudo exploratório, com o objetivo de aprofundar a compreensão de comportamentos específicos, enfatizando a interpretação do objeto de estudo e a consideração contextual (Gil, 2017). Desta forma, permitiu uma proximidade do pesquisador com os fenômenos investigados.

Neste estudo, foi analisada a interação entre surdos pré-linguísticos e ouvintes com uma aplicação de tour virtual semi-imersiva, com o objetivo de identificar desafios e compreender as dificuldades enfrentadas por ambos os grupos. Além disso, foram propostas orientações para aprimorar a acessibilidade desse tipo de produto.

O método utilizado para alcançar o objetivo geral consistiu em oito etapas: 1) Revisão da Literatura Multivocal; 2) Seleção da Aplicação a ser testada; 3) Definição do Público-alvo; 4) Definição dos Métodos de Avaliação; 5) Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisas; 6) Realização do Estudo Exploratório; 7) Análise dos Resultados; 8) Elaboração de Melhorias e Novos Testes.

3.1 Etapas da pesquisa

3.1.1 Revisão da Literatura Multivocal

Uma revisão multivocal da literatura é uma abordagem metodológica que busca integrar múltiplas vozes ou perspectivas em uma revisão da literatura, explorando fontes acadêmicas formais, documentais e da literatura cinzenta (Garousi et al., 2019). Já o mapeamento sistemático da literatura (MSL) é uma abordagem metodológica cujo principal objetivo é oferecer uma visão abrangente e atualizada sobre um tópico específico. Permite identificar lacunas, padrões, tendências e áreas que requerem investigações futuras por meio da classificação e contagem das contribuições em relação às categorias dessa classificação (Petersen; Vakkalanka; Kuzniarz, 2015; Kitchenham; Charters, 2007).

Essa etapa teve como objetivo aprofundar o entendimento sobre o tema, explorando o que outros pesquisadores já estudaram e, assim, propor novas contribuições científicas. Para isso foi realizada uma revisão *ad-hoc* da literatura para buscar trabalhos relacionados e expandir

o conhecimento sobre a proposta. Também foi realizado um mapeamento sistemático da literatura (MSL) em fontes acadêmicas formais e não formais (literatura cinzenta) para investigar o panorama atual relacionado ao objetivo dessa pesquisa, identificando características, desafios e propostas que possam contribuir para discussões relevantes ao tema. Para investigar sobre o estado da técnica, foi realizado um mapeamento sistemático em documentos de patente em dois repositórios de patentes.

3.1.1.1 Mapeamento Sistemático da Literatura (Fontes Formais)

Para a realização do MSL, foram adotadas diretrizes que sugerem a execução das seguintes etapas: 1) Planejamento; 2) Definição das questões de pesquisa; 3) Elaboração da *string* de busca; 4) Critérios de inclusão e exclusão; 5) Seleção dos estudos; e 6) Extração de dados (Petersen; Vakkalanka; Kuzniarz, 2015; Kitchenham; Charters, 2007).

1) Planejamento

Para auxiliar no processo de formulação da questão de investigação, utilizou-se os critérios PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) (Kitchenham; Charters, 2007; Wohlin *et al*, 2012). Estes critérios são referentes a:

- *Population* (População): Refere-se ao grupo-alvo de interesse na pesquisa. Pode incluir pessoas, organizações, sistemas ou outros sujeitos relevantes ao tema estudado.
- *Intervention* (Intervenção): Descreve a ação, tecnologia, processo ou método que está sendo investigado. Esta categoria define o foco principal da pesquisa.
- *Comparison* (Comparação): Envolve a identificação de alternativas ou métodos comparativos à intervenção principal, permitindo avaliar diferenças ou semelhanças.
- *Outcome* (Resultado): Refere-se aos efeitos ou impactos que a intervenção busca alcançar ou aos resultados medidos nos estudos selecionados.
- *Context* (Contexto): Define o cenário ou as condições nas quais a intervenção e os resultados são observados, incluindo aspectos como local, ambiente, ou circunstâncias específicas.

Pelas características do processo do MSL, o critério de comparação não foi utilizado (Quadro 1).

Quadro 1 – Critérios do PICOC.

População	Usuários surdos pré-linguísticos
Intervenção	Implementação de soluções de acessibilidade e usabilidade em uma ATV
Comparação	N/A
Resultado	Recomendações e diretrizes, barreiras, desafios e estratégias
Contexto	Aplicação de <i>tour</i> virtual (ATV)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

2) Definição das Questões de Pesquisa

A questão de pesquisa (QP) foi definida como: “Como as soluções de usabilidade e recursos de acessibilidade afetam a experiência de uso por pessoas surdas pré-linguísticas em uma aplicação de *tour* virtual, e quais recomendações e diretrizes, barreiras, desafios e estratégias podem ser identificados a partir dessa análise?”.

Para ajudar a responder a QP, foram definidas subquestões (Sub-Q) de pesquisa e apresentadas na Quadro 2.

Quadro 2 – Subquestões de pesquisa.

ID	Subquestões de pesquisa
Sub-Q1	Quais são as soluções de usabilidade e recursos de acessibilidade mais relevantes para melhorar a experiência de uso de pessoas surdas pré-linguísticas em uma aplicação de <i>tour</i> virtual?
Sub-Q2	Quais são as principais recomendações e diretrizes que surgem da análise das experiências de uso de pessoas surdas pré-linguísticas em uma aplicação de <i>tour</i> virtual?
Sub-Q3	Quais são as principais barreiras enfrentadas por pessoas surdas pré-linguísticas ao utilizar uma aplicação de <i>tour</i> virtual e como essas barreiras podem ser superadas?
Sub-Q4	Quais são os principais desafios e estratégias para garantir uma experiência de uso satisfatória para pessoas surdas pré-linguísticas em uma aplicação de <i>tour</i> virtual?
Sub-Q5	Quais são as diferenças na percepção e na experiência de uso entre pessoas surdas pré-linguísticas ao utilizar uma aplicação de <i>tour</i> virtual?

Fonte: Elaborado pelo Autor.

3) Elaboração da *String* de Busca

Após definidos o objetivo e as questões de pesquisa, foi necessário estabelecer a estratégia de busca. Essa estratégia foi delineada para atender à questão principal, buscando obter a maior quantidade possível de resultados relevantes. Desta forma, a *string* de busca (SB) foi criada dentro do contexto de *tour* virtual e surdez. Com esta definição, buscou-se os termos similares e variações. Como utilizou-se bases de dados internacionais e nacionais, os termos foram definidos em inglês e português.

Nas buscas *ad-hoc* obteve-se apenas três resultados alinhados ao escopo desta pesquisa, assim optou-se pela estratégia de realizar as buscas em um número maior de bases científicas para tentar melhorar este resultado.

As bases científicas e as *strings* de busca utilizadas são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Bases científicas e *Strings* de busca.

Base	Endereço Web	SB
ACM Digital Library	https://dl.acm.org/	(("virtual tour*" OR "virtual muse*") AND (deaf* OR "hear* impair*"))
Compendex	http://www.engineeringvillage.com	
IEEE Digital Library	http://ieeexplore.ieee.org	
Scopus	https://www.scopus.com	
Springer Link	https://link.springer.com/	
Web of Science	https://access.clarivate.com/	("tour* virtua*" OR "virtual tour*")
SBC-OpenLib (SOL)	https://sol.sbc.org.br	
Science Direct	https://www.sciencedirect.com/	((“virtual tour” OR “virtual tours” OR “virtual museum”) AND (deaf OR “hearing impaired” OR “hearing impairment”))

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A execução das SB foi realizada entre os meses de dezembro de 2023 e janeiro de 2024.

4) Critérios de Inclusão e Exclusão

As buscas podem trazer resultados que não estão alinhados ao escopo da pesquisa e para minimizar este problema, foi importante determinar critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) para selecionar os estudos encontrados (Kitchenham; Charters, 2007).

O Quadro 4 apresenta os critérios adotados para esta pesquisa.

Quadro 4 – Critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE).

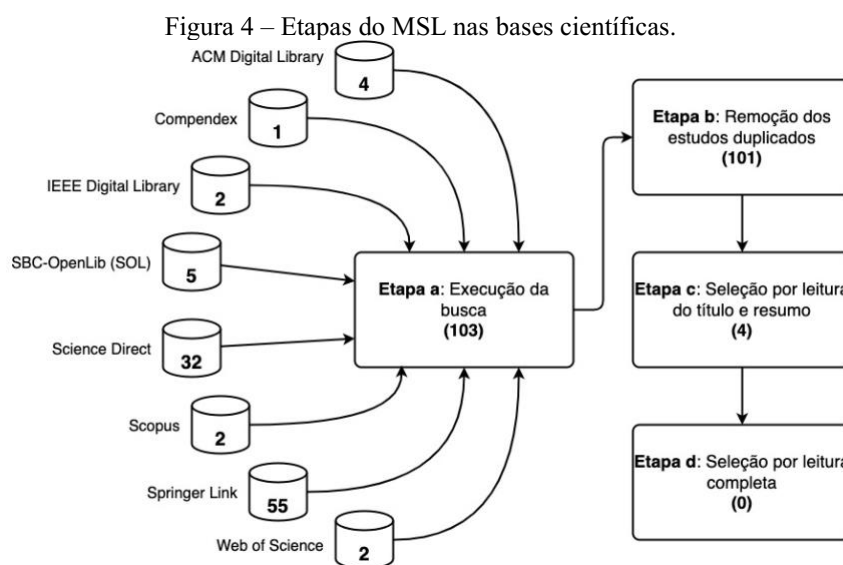
Critérios de inclusão (CI)	
CI1	Estudo aborda <i>tour</i> virtual e pessoas surdas
Critérios de exclusão (CE)	
CE1	Estudo com acesso indisponível na íntegra
CE2	Estudo em duplicidade
CE3	Estudo não aborda <i>tour</i> virtual
CE4	Estudo não aborda pessoas surdas
CE5	Publicações incompletas (tutorial, <i>keynote</i> , resumo, demonstração e pôster)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para que o estudo encontrado nas buscas fosse aceito, bastava atender um dos critérios de inclusão. Da mesma forma, para ser excluído, bastava atender algum critério de exclusão.

5) Seleção dos Estudos

A pós a definição dos critérios de inclusão e exclusão, o processo de seleção dos estudos foi sistematizado seguindo cinco etapas: a) Execução da busca; b) Remoção dos estudos duplicados; c) Seleção com base na leitura do título e resumo (aplicação dos CI e CE); e d) Seleção por leitura completa. As etapas estão ilustradas na Figura 4.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

a) Execução da busca

Nesta etapa, foi realizado um refinamento nas *strings* de busca, visando obter melhores resultados. Inicialmente, a *string* também continha a palavra-chave "acessibilidade", que foi excluída após o refinamento, tornando-a um pouco mais generalizada. Em seguida, a busca foi realizada nas bases científicas e os resultados foram exportados no formato BibTex e importados para a ferramenta *web* de gestão de processo de Revisão Sistemática de Literatura chamada Parsifal (<https://parsif.al>). Em paralelo, os estudos encontrados foram importados na ferramenta de gestão e organização bibliográfica chamada Zotero (<https://www.zotero.org>).

Ao todo, foram encontrados 103 estudos como resultado desta primeira etapa (Quadro 5).

Quadro 5 – Resultados das buscas nas bases.

Base	Resultados
ACM Digital Library	4
Compendex	1
IEEE Digital Library	2
SBC-OpenLib (SOL)	5
Science Direct	32
Scopus	2
Springer Link	55
Web of Science	2
Total: 103	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

b) Remoção dos estudos duplicados

Com a conclusão da etapa de execução da busca, utilizou-se a ferramenta Parsifal para automatizar o processo de identificação dos estudos duplicados, validando o resultado através da ferramenta Zotero. Ao todo foram encontrados dois estudos duplicados, contabilizando 101 estudos habilitados para a próxima etapa.

c) Seleção com base na leitura do título e resumo

Para o processo de leitura do título e resumo dos estudos, também se utilizou a ferramenta Parsifal. Ela permite classificar os estudos como aceitos ou rejeitados, facilitando a contabilização de acordo com a classificação, além de possibilitar a inserção de comentários e observações. Os resultados foram replicados na ferramenta Zotero para facilitar a leitura completa dos estudos selecionados. O Zotero armazena os documentos em PDF e permite consultar, fazer marcações e adicionar comentários no arquivo dentro da própria ferramenta. Ao final desta etapa, restaram quatro estudos habilitados para a leitura completa.

d) Seleção por leitura completa

Nesta etapa, os estudos remanescentes da seleção por título e resumo foram lidos completamente e selecionados de acordo com os CI e CE. Ao final da leitura completa, nenhum dos estudos foi selecionado, pois não atenderam aos critérios de seleção. Desta forma, a etapa 6 (Extração de dados) não pode ser realizada. Para esta etapa, foi utilizada a ferramenta Zotero. Devido a este resultado, decidiu-se adotar a estratégia de consultar as bases de patentes para

verificar o estado da técnica em documentos de patentes que pudesse contribuir para esta pesquisa.

3.1.1.2 Mapeamento Sistemático de Documentos

Para este mapeamento, foram seguidos os mesmos passos do MSL. Assim, foram selecionadas as bases de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e do repositório internacional Derwent Innovation Index (DII). Para estas bases, as *strings* de busca foram revisadas e ajustadas, conforme apresentadas na Quadro 6.

Quadro 6 – Bases de patentes e *Strings* de busca.

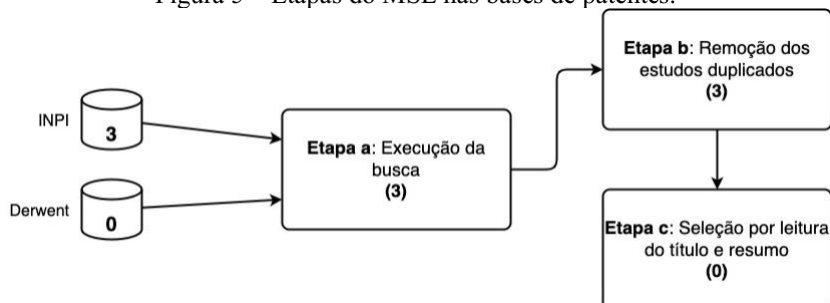
Base	Endereço Web	SB
Derwent Innovation Index	https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/derwent-innovations-index-on-web-of-science/	((<i>"virtual tour"</i> OR <i>"virtual muse"</i>) AND (<i>deaf</i> * OR <i>"hear* impair"</i>))
INPI	https://busca.inpi.gov.br/	<i>tour virtual</i>

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A *string* de busca definida para o INPI foi simplificada devido aos ajustes feitos para se adequar ao sistema de buscas disponibilizado pelo INPI. Nesse sentido, nenhuma variação com conectores booleanos da *string* original "((*"virtual tour"* OR *"virtual muse"*) AND (*deaf** OR *"hear* impair"*))" funcionou, obrigando à redução da especificidade da busca.

Em seguida, as buscas foram realizadas, e como resultado, obteve-se três estudos encontrados na base do INPI. As etapas são apresentadas na Figura 5.

Figura 5 – Etapas do MSL nas bases de patentes.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Após a execução das buscas, não foram identificadas patentes duplicadas. Em seguida, realizou-se a leitura do título e resumo dos estudos e, assim como foi feito com os estudos

encontrados nas bases científicas, foram aplicados os mesmos critérios de seleção. Como nenhum dos estudos abordava a acessibilidade para pessoas surdas, todos foram rejeitados. Com base neste resultado, optou-se por adotar uma terceira abordagem e realizar as buscas pelo *Google Acadêmico*.

3.1.1.3 Mapeamento Sistemático da Literatura Cinzenta (Google Acadêmico)

Assim como feito para os mapeamentos anteriores, foram seguidas novamente todas as etapas do MSL para selecionar os estudos a partir dos resultados obtidos.

Com o objetivo de ampliar o resultado das buscas, foi utilizada uma *string* de busca com termos em português e inglês: (("virtual tour*" OR "virtual muse*" OR "tour virtual") AND (deaf* OR "hear* impair*" OR surdo* OR surdez OR "deficiência auditiva")). Isso resultou em um total de 1.130 resultados, ordenados por relevância.

As buscas pelo *Google Acadêmico* frequentemente retornam resultados que não estão totalmente alinhados com a proposta da *string* de busca. Para otimizar as buscas e melhorar a seleção preliminar, optou-se por selecionar os estudos listados por título e palavra-chave, pois essas informações são evidenciadas nos resultados, facilitando a seleção dos estudos mais pertinentes. Após realizar a análise até a 50ª página, observou-se que os estudos listados nesta última página não tinham correlação com as palavras-chave escolhidas e utilizadas na *string* de busca. Em confirmação a esta percepção, é importante ressaltar que nenhum estudo adicional foi considerado relevante a partir da 35ª página. Diante desse cenário, decidiu-se pelo encerramento das buscas.

Ao todo foram identificados 55 estudos habilitados para a etapa de seleção por leitura do título e resumo. Dessa seleção, dez estudos foram escolhidos para a etapa de leitura completa. Após a leitura completa dos estudos remanescentes, constatou-se que, além dos estudos que já haviam sido encontrados nas buscas *ad-hoc* e apresentados em Trabalhos relacionados (Capítulo 2), nenhum outro atendeu aos critérios de seleção estabelecidos.

Este resultado curioso e inesperado pode representar uma lacuna significativa na literatura sobre acessibilidade em aplicações de *tour* virtual (ATVs) para o público surdo. Embora muitos estudos relatem experiências na criação dessas aplicações, nota-se a falta de propostas de avaliação de usabilidade e acessibilidade. Além disso, é interessante pontuar que,

embora a acessibilidade seja frequentemente mencionada como uma necessidade para essas aplicações, a discussão normalmente se concentra na acessibilidade física dos locais, deixando de lado aspectos relacionados à acessibilidade digital.

Percebe-se que, até o momento, a literatura não apontou nenhuma iniciativa por parte dos desenvolvedores e pesquisadores desse tipo de específico de produto que aborde ou discuta a importância da implementação de recursos e funcionalidades para aprimorar a usabilidade e, especialmente, para atender às necessidades de acessibilidade para o público surdo pré-linguístico.

Essa constatação também levanta questões importantes sobre a abordagem da acessibilidade e destaca a importância de avaliações abrangentes que considerem a experiência do usuário. É crucial reconhecer a necessidade da implementação de recursos que tornem as aplicações mais acessíveis e fáceis de usar para todos os usuários, independentemente de suas habilidades ou necessidades específicas. Essa possível lacuna ressalta a urgência de mais pesquisas e iniciativas práticas para melhorar a acessibilidade e usabilidade das ATVs semi-imersivas.

3.1.2 Seleção da Aplicação a Ser Testada

Como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência determina, em seu artigo 63, a obrigatoriedade de todos os sites governamentais serem acessíveis às pessoas com deficiência (Brasil, 2015), o produto selecionado foi o tour virtual do Castelo Fiocruz (<https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vtcastelofiocruz>).

Essa escolha se deve à postura inclusiva da Fiocruz em relação às pessoas com deficiência. A instituição possui política institucional de acessibilidade e inclusão, lançada em 2019 pelo Comitê Fiocruz pela Acessibilidade e Inclusão das Pessoas com Deficiência que tem como objetivo melhorar a inclusão e acessibilidade na instituição através de princípios, ações estratégicas e diretrizes. (Fundação Oswaldo Cruz, 2019a). Uma referência deste processo é o projeto Empregabilidade Social da Pessoa Surda, que atualmente é implementado através de convênio entre a Fiocruz e a Organização Não-Governamental (ONG) Centro de Vida Independente (CVI-Rio). Esse projeto existe desde 1994 e conta com cerca de 110 trabalhadores surdos atuando na Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz, 2019b).

Outro fator determinante para essa escolha foi o nível de acesso que o pesquisador tem em relação ao código-fonte da ATV do Castelo Fiocruz, o que permitiu o desenvolvimento de um protótipo baseado na versão disponível na *web* e utilizado nos testes com usuários.

3.1.3 Definição do Público-Alvo

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), "A inclusão é um imperativo moral" e "é um pré-requisito para sociedades sustentáveis" (UNESCO, 2020). Já a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, no Artigo 4º, estabelece que "Toda pessoa com deficiência tem direito à igualdade de oportunidades com as demais pessoas e não sofrerá nenhuma espécie de discriminação" (Brasil, 2015). No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) realizada em 2019 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), existem 2,3 milhões de pessoas com deficiência auditiva e que possuem muita dificuldade ou não conseguem ouvir de nenhuma forma. Também se observou que cerca de 2,9% das pessoas com 18 anos ou mais, que não concluíram o ensino fundamental ou possuem nível fundamental incompleto, tinham deficiência auditiva. (Agência IBGE, 2021). Já a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada em 2022, contabiliza que 1,2% da população se queixa de dificuldade para ouvir, mesmo usando aparelhos auditivos (Agência IBGE, 2023a).

Como a Fiocruz possui um grupo de colaboradores surdos, e com base nos dados apresentados, o critério para seleção do público a ser estudado foi definido pelas seguintes características:

Amostra do público surdo:

- ser surdo profundo pré-linguístico, tendo a Libras como primeira língua;
- ter no mínimo experiência computacional básica;
- possuir escolaridade mínima do ensino fundamental;
- ter mais de 18 anos;

Para efeitos comparativos, serão observados usuários ouvintes, executando as mesmas tarefas dos surdos. Para isso, eles devem ter características semelhantes.

Amostra do público ouvinte:

- ter no mínimo experiência computacional básica;

- possuir escolaridade mínima do ensino fundamental;
- ter mais de 18 anos;
- não possuir deficiência visual.

3.1.4 Definição dos Métodos de Avaliação

Foram definidos dois métodos: inspeção e teste (observação) com usuários.

3.1.4.1 Inspeção

Para verificar se o produto testado possuía problemas relacionados à usabilidade e acessibilidade e identificar quais seriam esses problemas, foram realizadas inspeções *ad-hoc*, com *check list* baseado nas heurísticas de usabilidade para RV semi-imersiva. Estas inspeções foram executadas por três especialistas em usabilidade e acessibilidade que se voluntariaram e pelo pesquisador, que também é especialista nestas áreas. Essa avaliação não envolveu os usuários e visou analisar o produto de forma criteriosa, levando em consideração diretrizes e padrões de usabilidade para realidade virtual semi-imersiva e acessibilidade, a fim de identificar possíveis obstáculos que poderiam gerar dificuldades de uso pelos usuários.

Com base nessa inspeção, foi possível identificar os principais desafios de usabilidade e possíveis barreiras de acessibilidade e utilizar essas informações como referência para a construção das tarefas do teste com os voluntários.

3.1.4.2 Teste com Usuários

Para a realização da avaliação da interação dos usuários com o protótipo da ATV selecionada foi utilizado o método de avaliação empírico, aplicado através de testes com os voluntários. Para os testes, foram definidas tarefas a serem aplicadas no contexto dos usuários e executadas em dispositivos computacionais (smartphone ou computador).

Para compreender as reais necessidades dos usuários foi fundamental a observação dessa interação, pois nem sempre os usuários conseguem expressar totalmente sua experiência de uso (Ferreira, 2020).

Ao observar os grupos de pessoas surdas e ouvintes, foi possível apontar se um problema encontrado é comum a todos (usabilidade) ou só para um grupo (acessibilidade), permitindo assim, a tipificação do problema.

Após os testes, foi realizada uma coleta de opiniões por meio de entrevistas semiestruturadas para que os voluntários pudessem lembrar as atividades realizadas e pontuar seus comentários livremente. Esta etapa da avaliação e entrevista foi gravada em áudio e vídeo para posterior análise. O detalhamento dos testes é apresentado no Capítulo 4.

3.1.5 Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisas

Para qualquer pesquisa que envolva seres humanos, seja de forma direta ou indireta, como é comum em estudos na área de IHC, é imprescindível submeter o projeto à análise e aprovação pelo comitê de ética em pesquisas (CEP) antes do início de qualquer etapa. Essa prática é importante para garantir a proteção dos participantes envolvidos, assim como a integridade e validade dos resultados obtidos (Brasil, 2012).

Portanto, foi necessário a submissão do projeto de pesquisa para aprovação pelo CEP através da plataforma Brasil, base nacional responsável por registrar todas as pesquisas que envolvem seres humanos. Assim, esta pesquisa foi aprovada pelo CEP da UNIRIO com o Parecer Consubstanciado de número 6.464.948 emitido em vinte e sete de outubro de 2023.

3.1.6 Realização do Estudo Exploratório

O estudo foi organizado em cinco etapas: a) Planejamento do estudo exploratório; b) Seleção dos participantes; c) Realização da Inspeção por especialistas; d) Realização dos testes com os usuários; e e) Análise dos resultados.

a) Planejamento do estudo exploratório;

Nesta etapa da pesquisa, foi proposta a utilização de questionários, observações espontâneas e entrevistas como fontes de dados para o estudo exploratório (Gil, 2017).

Considerando que o pesquisador não possui um conhecimento aprofundado em Libras, foi necessário contar com a presença de intérprete de Libras voluntário para apoiar a comunicação com os usuários surdos.

Para convidar os participantes, foi elaborada uma carta convite (Apêndice A) contendo informações relevantes sobre a pesquisa (objetivo da pesquisa, a importância da participação dos surdos pré-linguísticos e ouvintes, e os procedimentos envolvidos). Também foi destacado

neste convite os benefícios e a relevância geral da pesquisa, inclusive para a comunidade surda. O convite foi compartilhado por meio de contatos do pesquisador.

Conjuntamente, foi elaborado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B), que também contém todas as informações relevantes sobre a pesquisa, com o objetivo de garantir que os participantes compreendam e concordem em participar.

Também foi organizada uma inspeção de usabilidade e acessibilidade, conduzida pelo pesquisador e três especialistas voluntários, abrangendo dois tipos de dispositivos computacionais: smartphones e computadores. Esses dispositivos foram recomendados como opções para os voluntários utilizarem nos testes, baseando-se nos resultados da pesquisa PNAD Contínua de 2022 (Agência IBGE, 2023b). Segundo essa pesquisa, 98,9% das 161,6 milhões de pessoas com mais de 10 anos de idade utilizaram a internet por meio do smartphone, enquanto 35,5% desse público também acessou via computador. O Tablet não foi incluído, pois sua utilização tem diminuído nos últimos anos, passando de 16,4% em 2016 para 7,6% em 2022 (Agência IBGE, 2023b).

Para a realização da inspeção, foram adotadas as heurísticas para aplicações de realidade virtual semi-imersivas propostas por Parreiras (2021), juntamente com as recomendações de acessibilidade para *websites* voltadas para surdos pré-linguísticos propostas por Flor (2016).

Os resultados da inspeção e as diretrizes foram a base para a definição das tarefas do teste de uso. Além disso, foi preparado um questionário (Apêndice C) estruturado com perguntas abertas e fechadas, aplicado no formato de entrevista antes do teste, visando obter uma melhor compreensão sobre o a familiaridade dos voluntários com ATVs e seus propósitos.

Esse questionário foi dividido em três partes. A primeira parte contém perguntas simples para coletar o perfil dos participantes, como idade, nível de escolaridade, nível da perda auditiva e grau de conhecimento da língua portuguesa. Já a segunda parte visa coletar dados sobre o nível de experiência computacional (com relação aos dispositivos smartphone e computador). A terceira parte aborda as experiências dos participantes com relação ao ambiente de tour virtual. Esta contém perguntas sobre o conhecimento prévio, a frequência de uso e as preferências em relação aos recursos disponíveis nas ATV.

Os voluntários que concordaram em participar da pesquisa foram contatados para agendar o teste em uma data e horário mais compatíveis com suas rotinas.

Nas atividades que envolviam interações pessoais, como avaliações e entrevistas, os participantes foram convidados a realizar essas atividades nas instalações do CCET (Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas) da UNIRIO, em salas de aula, laboratórios, salas de reunião ou no auditório designado para uso do PPGI (Programa de Pós-Graduação em Informática). No entanto, para minimizar possíveis riscos relacionados ao desconforto ou dificuldades de acesso dos participantes ao local de encontro, foi dada prioridade à escolha deles quanto ao formato (por exemplo, presencial ou remoto) e ao local (por exemplo, na residência do participante, caso fosse de sua preferência). Desta forma, a maioria optou por realizar o teste em seu local de trabalho, na Fiocruz.

Após a avaliação, foi realizada uma entrevista para obter mais informações que complementassem as observações feitas durante o teste. Para esta entrevista foi elaborado um questionário contendo perguntas estruturadas abertas sobre a experiência do usuário com a aplicação e formato do teste (Apêndice D).

b) Seleção dos participantes;

Os participantes foram selecionados com base nos critérios estabelecidos para o público-alvo, considerando as características específicas apresentadas na etapa 3 (Definição do público-alvo).

Na realização de testes de usabilidade, o primeiro usuário já apresenta cerca de um terço das descobertas de problemas existentes. À medida que mais usuários participam, o percentual de novos problemas diminui, prevalecendo problemas já identificados anteriormente. Este estudo também aponta que, com até cinco participantes, já é suficiente para identificar aproximadamente 85% dos problemas (Nielsen; Landauer, 1993; Nielsen 2000). Dessa forma, seis voluntários surdos pré-linguísticos foram selecionados, juntamente com seis usuários ouvintes sendo um participante de cada grupo designado para o teste piloto. A escolha de um usuário surdo e um ouvinte como pilotos para os testes seguiu os critérios de seleção do perfil principal da pesquisa, mas com características semelhantes às dos demais participantes.

c) Realização da inspeção por especialistas;

Para a realização da inspeção, o pesquisador da presente dissertação analisou as heurísticas para RV semi-imersivas (Parreiras, 2021) e selecionou quinze heurísticas que se adequavam ao tipo de aplicação escolhida para esta pesquisa. Esta seleção está representada no Quadro 7. Já o Quadro completo com todas as heurísticas pode ser consultado no Anexo A.

Quadro 7 – Heurísticas selecionadas para a inspeção.

ID	Nome/Categoria	Definição
Fatores gerais		
H-1	Facilidade de uso	O sistema de RV deve ser fácil de utilizar, fácil de aprender, e fácil de entender suas normas, e regras. Simplicidade - A interface do sistema e os controles de hardware devem ter um design e navegação simples e intuitivos. Assim como os elementos e informações contidos no ambiente de RV. Clareza - O ambiente virtual deve ter clareza, e oferecer elementos que sejam de fácil compreensão para o usuário.
H2	Navegação	O sistema de RV deve fornecer ferramentas e recursos para que o usuário possa se localizar dentro dele, saber sua posição atual, e possa encontrar caminhos, ou retornar a lugares onde já esteve.
H3	Precisão e controle do usuário	O usuário precisa sentir que controla o ambiente, e esse controle deve ocorrer o mais natural possível, e da forma mais rápida (imediata) possível. O sistema deve apresentar o máximo de precisão com respeito às ações do usuário, simulações físicas, e animações. Deve responder rapidamente (imediatamente) às ações do usuário, possuir física semelhante ao mundo real, e animações bem executadas e condizentes com o mundo real também.
Fatores técnicos		
H4	Erros do sistema	O sistema de RV deve promover uma experiência o máximo possível livre de falhas de sistema (software) como travamentos, atrasos, e movimentos estranhos, ou elementos comportando-se de maneira diversa.
H5	Minimizar a alternância entre o real e o virtual	O sistema deve ser capaz de ser autossuficiente para todos os usos, mantendo todas as tarefas e informações necessárias para o usuário dentro do próprio ambiente da RV, em vez de criar tarefas ou informações, que o usuário só poderá executar ou acessar caso tenha que se desconectar do ambiente de RV.
H6	Fidelidade representacional	Os elementos representados no ambiente virtual 3D devem possuir qualidade visual, gráfica, e serem fiéis aos seus representantes reais, ou imaginários. Deve-se ter qualidade de modelos 3D, texturas, materiais, e realismo nestes elementos.
H7	Interação	O sistema de RV deve apresentar elementos interativos, e possuir mecanismos que possibilitem ao usuário interagir com estes elementos, com o máximo de naturalidade possível, e o mais próximo possível de como seria no mundo real. O ambiente de RV deve proporcionar estímulos para mais de um sentido, principalmente visão, audição e tato e de preferência, concomitantemente.
H8	Flexibilidade	O sistema de RV deve fornecer recursos para customização da experiência para diferentes usuários, como por exemplo, a customização de atalhos, ou de elementos da interface, que facilitem a utilização por usuários com características diferentes.
Fatores cognitivos		
H9	Redução da carga cognitiva	O ambiente de RV não deve sobrecarregar a memória de trabalho do usuário, apresentando um excesso e informações de uma vez só. As informações fornecidas em forma de texto devem ser legíveis, possuir hierarquia e serem organizadas.
Fatores afetivos		

H10	Aprendizagem facilitada e percebida	O sistema de RV deve fornecer dicas, pistas, ou informações que auxiliem o usuário a ter a percepção de que aprendeu algo. O conteúdo de informações apresentado ao usuário, para qualquer fim, deve ser apresentado de forma lógica, coerente, apresentando uma sequência, e da parte mais fácil para a mais difícil.
Fatores visuais		
H12	Consistência e persistência dos padrões	O ambiente virtual deve ter consistência em todos os seus aspectos, de uma maneira geral. Deve apresentar padrões que podem ser previstos, pela forma como fluem seguindo um aspecto coerente e consistente.
H13	Pistas visuais - "cues"	As dicas visuais, ou "cues" (pistas) utilizam recursos que sinalizam ou sobre diversos aspectos dentro do ambiente de RV, e ressaltam elementos mais importantes, destacando as informações mais importantes para o usuário em determinado momento.
Feedback		
H14	Feedback do aprendizado	Para sistemas de RV que envolvam algum aprendizado, seja de habilidade, conhecimento prático, ou teórico, é importante que o sistema possua mecanismos para dar um feedback deste aprendizado para o usuário.
Erros e ajuda		
H15	Ajuda e documentação	O Sistema de RV deve ter um sistema de ajuda, com informações que auxiliem o usuário a entender o ambiente de RV e solucionar problemas por conta própria, aumentando sua autossuficiência e autoeficácia.
H16	Conserto de erros	A tolerância a erros se divide em dois aspectos: a prevenção de erros, e a recuperação de erros. Ambos auxiliam o usuário a poder evitar e recupera-se de situações problemáticas.

Fonte: adaptada pelo autor.

Com relação às recomendações de acessibilidade para surdos pré-linguísticos (Flor, 2016), embora sejam originalmente direcionadas a *websites*, cuja dinâmica de utilização diferencia do produto selecionado, o pesquisador entendeu que essas recomendações se aplicavam amplamente ao produto escolhido, uma vez que compartilhavam características informacionais semelhantes. Outro fator que influenciou a escolha dessas recomendações foi a constatação de que elas ofereciam maior quantidade de diretrizes específicas para a acessibilidade de pessoas com surdez, em comparação com as propostas pelo WCAG e e-MAG.

Para facilitar o processo de inspeção, foi elaborada uma planilha contendo abas que possuíam a classificação, descrição, definição e explicação das heurísticas selecionadas, bem como seu checklist facilitando a consulta, contabilização e registro das observações dos problemas encontrados em cada heurística de realidade virtual semi-imersiva. Não foi necessário a criação de planilha semelhante contendo as recomendações de acessibilidade, devido à inexistência de recursos de acessibilidade na aplicação selecionada.

Apesar da complexidade do produto, foi estabelecido que seria mais enriquecedor para o processo realizar uma inspeção de usabilidade abrangente, cobrindo todo o produto. A

inspeção de acessibilidade não foi realizada visto que o produto avaliado não possuía nenhum recurso de acessibilidade.

Em concordância com Nielsen e Landauer (1993), que recomendam a realização de avaliação heurística de usabilidade com pelo menos três especialistas para obter um resultado satisfatório (Nielsen; Landauer, 1993; Moran; Gordon, 2023), foram convidados três especialistas em usabilidade e acessibilidade para auxiliarem o pesquisador na inspeção.

Dentre os especialistas, um possui formação em Design e mestrado em IHC, outro possui formação em Sistemas de Informação, mestrado em IHC e está doutorando na mesma área, enquanto o terceiro possui especialização em Qualidade de Software e está cursando mestrado em IHC, ambos com amplo conhecimento sobre usabilidade e acessibilidade e experiência intermediária em inspeções.

Antes de iniciar a inspeção de usabilidade, foi necessário que os especialistas convidados estudassem e se familiarizassem com as heurísticas propostas, a fim de treinar o olhar para identificar corretamente os problemas durante a navegação (Moran; Gordon, 2023). Após essa etapa, realizou-se uma reunião para alinhamento sobre as heurísticas, visando aprimorar a identificação dos possíveis problemas correspondentes a cada uma delas (Moran; Gordon, 2023).

Após os especialistas concluírem a inspeção de usabilidade e a identificação dos problemas, o pesquisador realizou uma última verificação na aplicação para detectar algum outro problema não identificado pelos especialistas.

Para definir as prioridades das correções, os especialistas foram solicitados a classificar os problemas de acordo com os níveis de gravidade para problemas de usabilidade estabelecidos por Nielsen (1994). Após a conclusão das classificações, foi calculada a média das classificações para facilitar a priorização das correções.

Por fim, o pesquisador e os especialistas se reuniram para discutirem as possíveis soluções para os problemas identificados. Com base no resultado desta reunião, o pesquisador implementou as correções e melhorias no protótipo da ATV.

A realização das inspeções, bem como os ajustes realizados na aplicação estão detalhados no Capítulo 4.

d) Realização dos testes com usuários.

Para verificar a necessidade de eventuais ajustes e validar as tarefas, foi conduzido um teste com um usuário piloto pertencente a cada grupo, seguindo os seguintes passos:

1. Breve explicação sobre o objetivo da pesquisa e sua importância;
2. Apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
3. Aos voluntários que concordaram em participar da pesquisa foi solicitada a assinatura do TCLE;
4. Entrevista pré-teste;
5. Breve explicação sobre a dinâmica da avaliação ao participante;
6. Solicitação de uma breve navegação exploratória pela aplicação de Tour Virtual, com duração aproximada de cinco minutos, para que o usuário possa se familiarizar com o ambiente e a dinâmica de uso;
7. Em seguida, o participante foi convidado a seguir as instruções para a realização das tarefas do teste;
8. Entrevista pós-teste.

O primeiro teste foi realizado com o usuário piloto ouvinte para verificar o tempo total gasto para a conclusão dos passos do teste e, após essa verificação, o mesmo formato foi aplicado ao usuário piloto surdo. A única diferença na aplicação dos testes foi o apoio dos intérpretes de Libras junto ao usuário piloto surdo. Assim, o pesquisador observou a interação dos participantes piloto de ambos os grupos com o produto em questão e anotou todas as questões relevantes durante todo o teste. Todo o processo de realização dos testes foi gravado em áudio e vídeo.

Em seguida, o pesquisador confirmou com os demais voluntários o local e horário da avaliação, conforme a preferência do participante, que poderia ser em uma sala na UNIRIO, no local de trabalho, ou na casa do participante, por exemplo.

Durante o encontro, foram seguidos os mesmos passos realizados com os usuários piloto. Isso garantiu que todos os participantes tivessem a mesma experiência de teste e possibilitou a coleta de dados consistentes para análise.

Todo o detalhamento dos testes está apresentado no Capítulo 4.

e) Análise dos resultados

Nesta etapa, os dados e informações coletados na pesquisa foram analisados usando a metodologia de análise de conteúdo do tipo temática-categorial (Minayo, 2012; Vilella; Taquete; Borges, 2020), onde primeiro leu-se as transcrições para entender o conteúdo delas e em seguida identificou-se as ideias principais. Depois, o pesquisador selecionou as informações observadas em categorias para descobrir o significado das ideias. Finalmente, os dados foram organizados para poder responder às perguntas da pesquisa. Isso ajudou a entender o que foi dito nas entrevistas.

A análise dos resultados é apresentada no Capítulo 4.

3.1.7 Elaboração de Melhorias e Novos Testes

Com base na análise dos resultados obtidos na primeira rodada de testes, foi elaborado uma planilha simples contendo a lista de problemas identificados durante o processo, juntamente com as sugestões de possíveis alternativas de melhoria referentes a cada problema listado e representada pelo Capítulo 5. O objetivo foi tornar a ATV mais intuitiva em seu uso e acessível para a comunidade surda.

Dado o perfil interdisciplinar do projeto, foi fundamental reunir expertises das áreas de design, comunicação e informação, tecnologia da informação e acessibilidade para discutir as melhores formas de implementar as sugestões de melhoria em um protótipo.

Para a nova avaliação das melhorias implementadas no protótipo, foram selecionados mais dois participantes surdos e dois ouvintes, respeitando os mesmos critérios empregados na primeira seleção. Desta forma, o pesquisador seguiu os mesmos passos realizados na etapa de testes com os usuários para realizar a segunda rodada de testes a fim de verificar se os problemas apontados nos testes foram resolvidos satisfatoriamente.

O Capítulo 5 detalha todo o processo de implementação das melhorias em protótipo e segunda rodada de testes com usuários.

3.2 Limitações da Pesquisa

Apesar da proposta desta pesquisa também contemplar avaliações com smartphones, este processo ocorreu apenas na etapa de inspeção, pois nenhum voluntário optou por realizar os testes nesse tipo de dispositivo. Assim, como os recursos desenvolvidos não puderam ser testados em smartphones, não foi possível confirmar seu êxito nesse contexto.

Devido à realização da pesquisa com base em uma única ATV, alguns problemas específicos descobertos podem ocorrer apenas na ATV testada. Entretanto, as soluções propostas podem servir de base para resolver outros problemas que possam surgir em outras ATVs, mesmo que esses problemas não existam na ATV avaliada.

CAPÍTULO 4 – ESTUDO EXPLORATÓRIO

Este capítulo detalha a inspeção por especialistas realizada no estudo exploratório, apresenta os detalhes sobre o processo dos testes do protótipo com os usuários e os dados e resultados obtidos.

4.1 Inspeção por Especialistas

Parreiras (2021) propôs heurísticas para avaliar a usabilidade em aplicações de realidade virtual (ATVs) semi-imersivas baseadas em modelagem 3D (Anexo A). No entanto, a aplicação estudada neste trabalho se baseia em imagens equirretangulares (panorâmicas 360°). Assim, para aplicar as heurísticas propostas por Parreiras na presente pesquisa, o pesquisador as analisou, selecionou e realizou ajustes na interpretação de algumas delas, de acordo com as regras apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 – Regras para aplicação das heurísticas.

Regra	Descrição	Exemplo
Aplica-se totalmente (AT)	Significa que a heurística pode e deve ser aplicada totalmente.	Na heurística H-2, ambos os tipos de aplicação (baseada em modelagem 3D ou imagem equirretangular) devem possuir forma de se movimentar no ambiente representado.
Aplica-se parcialmente (AP)	Significa que a heurística não se adequa plenamente ao tipo de aplicação avaliada, possuindo alguma observação ou item que deve ser ignorado no processo de avaliação.	Na heurística H-3, a definição propõe que a aplicação deve possuir física semelhante ao mundo real. Para um ambiente construído através de modelagem 3D, isso faz sentido, mas para um ambiente representado por imagem equirretangular ou panorâmica, não há interação com objetos de forma semelhante ao mundo real que exija emprego de física.
Não se aplica (NA)	Significa que a heurística não deve ser empregada na avaliação, pois não se adequa completamente à proposta da pesquisa ou à aplicação avaliada.	A heurística H-11 não se aplica, pois não é pertinente ao escopo desta pesquisa.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Das dezesseis heurísticas propostas, seis precisaram de pequenas adequações, conforme apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Heurísticas propostas por Parreiras (2021) que sofreram adequações.

ID	Nome/Categoria	Regras	Adequações
H-3	Precisão e controle do usuário	AP	Deve ser ignorada a exigência de possuir física semelhante ao mundo real, pois o tipo de aplicação avaliada não dispõe desse recurso.

H-4	Erros do sistema	AP	Deve ser ignorada a exigência de possuir física semelhante ao mundo real, pois o tipo de aplicação avaliada não dispõe desse recurso. Por ser um produto <i>web</i> , não há controle sobre como ou onde será utilizado, portanto toda referência a <i>hardware</i> deve ser ignorada.
H-6	Fidelidade representacional	AP	Onde se referencia a ambiente virtual 3D, entende-se como ambiente representado por imagem equirretangular (Panorama).
H-7	Interação	AP	Deve ser ignorado a interação próxima do mundo real por não se tratar de ambiente modelado em 3D.
H-11	Gamificação e fluxo	NA	Deve ser ignorada completamente pois recursos de gamificação não fazem parte do escopo desta pesquisa.
H-12	Consistência e persistência dos padrões	AP	Adaptado para consistência na qualidade das imagens e iluminação dos ambientes.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com base nas regras para aplicação das heurísticas, o pesquisador se reuniu com os especialistas convidados para alinhar o entendimento das particularidades de cada heurística. Após essa reunião, foi enviado aos especialistas uma planilha eletrônica, elaborada no Excel pelo pesquisador, contendo todas as heurísticas e checklists propostos por Parreiras (2021), campos para anotações dos resultados e observações, além do endereço *web* da ATV semi-imersiva a ser inspecionada (<https://fiocruz360.iciet.fiocruz.br/vtcastelofiocruz>).

Os especialistas foram orientados a, inicialmente, se familiarizarem com as heurísticas e, caso surgissem dúvidas, deveriam entrar em contato com o pesquisador para esclarecimentos.

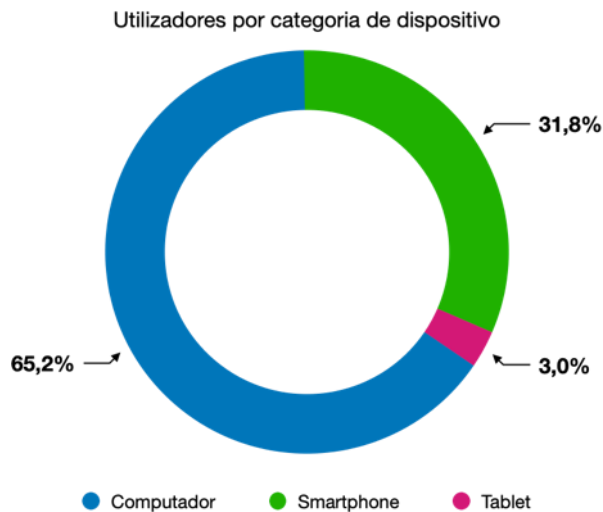
Somente após esse estudo, os especialistas realizaram um passeio completo pela ATV, observando os elementos gráficos, formatos e funcionalidades. Ao mesmo tempo, fizeram anotações na planilha sobre os problemas que encontraram durante esse passeio. Foi dada a liberdade para que os especialistas repetissem esse processo quantas vezes achassem necessário, visando ampliar o número de problemas encontrados.

Para facilitar a verificação dos problemas, os especialistas poderiam consultar o checklist, que continham sugestões de possíveis problemas (Anexo B). No entanto, cada especialista teve autonomia para pontuar o que achasse relevante fora do checklist.

Por conta das limitações de tempo dos especialistas para a inspeção, ficou acordado que ela seria realizada em apenas um dispositivo de sua preferência. Todos optaram por realizar a inspeção através do computador devido à facilidade de acesso e ao conforto de visualização proporcionado pelo tamanho da tela.

Essa escolha foi confirmada pelas estatísticas de acesso da ATV do Castelo Fiocruz (Figura 6), que mostraram que a maioria dos acessos foi realizada a partir de computadores.

Figura 6 – Estatística de acesso da aplicação de *tour* virtual do Castelo Fiocruz por categoria de dispositivo.



Fonte: Google Analytics.

Os especialistas utilizaram computadores com sistema operacional *Windows*, ambos conectados à internet.

Após a conclusão da inspeção e a consolidação dos problemas identificados pelos especialistas, o pesquisador realizou uma última inspeção na aplicação para detectar possíveis problemas ainda não identificados. Para isso foi utilizado um notebook com sistema operacional MacOS, onde foram simuladas telas de diferentes tamanhos e dispositivos, uma vez que a aplicação pode ser acessada por meio de computadores e smartphones. Desta maneira, o pesquisador procurou ampliar o escopo de correções possíveis antes dos testes com os usuários.

4.1.1 Problemas de Usabilidade

Como resultado, os especialistas identificaram trinta problemas consolidados, aos quais foram adicionados quatro problemas identificados pelo pesquisador, totalizando 34 problemas de usabilidade (Quadro 10).

Quadro 10 – Problemas encontrados pelos especialistas e pesquisador.

ID	Nome/Categoria	Problemas encontrados			
		Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Pesquisador
H-1	Facilidade de uso	Os ícones subir para o castelo, H da vista aérea,	Ícone VR na ajuda está sem descrição.	Os ícones do menu são ofuscados quando se movimenta o ambiente	Nenhum problema adicional encontrado.

		cúpula, drone, entrar e sair do elevador estão sem descrição.	No mapa não tem opção para fechar ou minimizar. Livro de visitas apresenta o layout quebrado.	dificultando o entendimento. Texto “Lorem ipsum” como exemplo de informação na ajuda.	
H-2	Navegação	Não há uma forma de saber onde você já passou.	O recurso de radar para alguns pontos não é mostrado no mapa. Não há uma forma de saber onde você já passou. No 1º andar não há uma informação indicando o que o usuário vai encontrar em cada andar do Castelo. Exposição Castelo de Inspirações e Exposição Carlos Chagas não apresentam a sinalização para facilitar a saída. Não há uma informação clara sobre a possibilidade de acessar os demais andares superiores e que esse acesso é apenas pelo elevador.	Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Carlos Chagas. Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Castelo de Inspirações. Dificuldade em encontrar o elevador no 3º andar.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-3	Precisão e controle do usuário	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-4	Erros do sistema	Nenhum problema encontrado.	A tela (ambiente) se movimenta sozinha após ficar um tempo parada.	Quando o mouse fica parado por um tempo, a tela (ambiente) começa a girar.	Os textos das informações ficam comprimidos quando visualizados em smartphone.
H-5	Minimizar alternância entre o real e o virtual	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-6	Fidelidade representacional	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-7	Interação	Nenhum som ou barulho na interação e nenhuma indicação para ligar o som.	Nenhum problema encontrado.	As placas parecem ser "clacáveis", mas não são.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-8	Flexibilidade	Nenhuma opção de customização.	Não foi encontrado nenhuma possibilidade de personalização.	Não foi identificado nenhum recurso de customização.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-9	Redução da carga cognitiva	O vídeo de apresentação apareceu automaticamente, sem ser acionado por um botão.	Os textos dos painéis físicos das exposições são pequenos e não apresentam opção para ampliação.	Alguns textos de informação são escritos em letras muito pequenas e com o mínimo espaçamento entre as linhas.	O formato da ajuda contém muitas informações.

H-10	Aprendizagem facilitada percebida	Não possui barra de progresso para mostrar, por exemplo, quantos locais faltam serem visitados.	Não foi encontrado dicas, nem pistas que facilitasse o aprendizado.	Não foi encontrado nenhum recurso que facilite a aprendizagem.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-11	Gamificação e fluxo	Devem ser ignorados completamente pois recursos de gamificação não fazem parte do escopo desta pesquisa.			
H-12	Consistência dos padrões	Em alguns momentos, há descrição ao passar o mouse sobre o ícone, mas em outros não.	No 5º pavimento não tem placa na porta do gabinete da presidência, porém em outros lugares apresentam a descrição na porta.	Nenhum problema encontrado.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-13	Pistas visuais "cues"	O elevador apresenta dois ícones: um ilustrativo e outro com o título "Elevador" que é destinado à função de entrada.	O posicionamento do ícone com drone não está muito visível.	Nenhum problema encontrado.	Setas abaixo do nível médio de visão. Escondidas da visão.
H-14	Feedback aprendido	Não foi encontrado recursos de feedback do aprendizado.	Nenhum recurso de feedback do aprendizado.	Não apresenta recursos de feedback do aprendizado.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-15	Ajuda documentação	Nenhuma instrução de navegar para esquerda e direita, clicando e arrastando.	Nenhum problema encontrado.	Dificuldade em achar a ajuda no menu.	Nenhum problema adicional encontrado.
H-16	Conserto de erros	Não foi identificado no <i>tour</i> virtual recursos para recuperação de erros.	Não foi identificado mecanismos para recuperação de erros. Ex.: Exposições não sinalizam de forma clara a saída.	Não foi identificado nenhum recurso para recuperação de erros.	Poucas placas indicativas de direção para orientar sobre a localização dos ambientes.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para auxiliar na definição das prioridades das correções, foi solicitado aos especialistas que classifikassem os problemas de acordo com os níveis de gravidade para problemas de usabilidade propostas por Nielsen (Nielsen, 1994) (Capítulo 3, Seção 3.1.6), conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Classificação dos problemas por níveis de gravidade.

Gravidade	Classificação	Ação
0	Não é considerado problema	Não impacta na usabilidade
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução
2	Simple	Problema de baixa prioridade (pode ser reparado)
3	Grave	Problema de alta prioridade (deve ser reparado)
4	Catastrófico	Muito grave, deve ser reparado com urgência

Fonte: Nielsen, 1995.

Para o processo de classificação, o pesquisador criou um formulário eletrônico no *Google Forms* (<https://forms.gle/BpDDTM6j4P4LPyUL9>) contendo todos os problemas consolidados (Figura 7). Esse formulário foi compartilhado com cada especialista para que pudessem avaliar e classificar individualmente todos os problemas identificados.

Figura 7 – Formulário eletrônico para a classificação dos problemas.

Classificação de Gravidade dos Problemas Encontrados - Tour Virtual do Castelo Focruz

leonardo.as@edu.unirio.br [Mudar de conta](#)

Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

Heurística H-1 - Facilidade de uso

Endereço do Tour Virtual: <https://focruz360.icict.focruz.br/vtcastelofocruz>

1 - Os ícones subir para o castelo, H da vista aérea, cúpula, drone, entrar e sair do elevador estão sem descrição.

Gravidade	Classificação	Descrição
0	Não é considerado problema	Não impacta na usabilidade
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução
2	Simples	Problema de baixa prioridade (pode ser reparado)
3	Grave	Problema de alta prioridade (deve ser reparado)
4	Catastrófico	Muito grave, deve ser reparado com urgência

0 1 2 3 4

5 - Os ícones do menu são ofuscados quando se movimenta o ambiente dificultando o entendimento.

Gravidade	Classificação	Descrição
0	Não é considerado problema	Não impacta na usabilidade
1	Cosmético	Não há necessidade imediata de solução
2	Simples	Problema de baixa prioridade (pode ser reparado)
3	Grave	Problema de alta prioridade (deve ser reparado)
4	Catastrófico	Muito grave, deve ser reparado com urgência

0 1 2 3 4

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Após a conclusão das classificações, o pesquisador exportou os resultados para uma planilha eletrônica, onde calculou a média das classificações, contribuindo para melhorar a qualidade da classificação final (Nielsen, 1994). Essa média serviu como base para priorizar os problemas a serem corrigidos (Quadro 12).

Quadro 12 – Priorização dos problemas consolidados.

Ordem	Problema	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Média
1	H2 - 4 - Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Carlos Chagas.	4	4	4	4,0
2	H2 - 5 - Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Castelo de Inspirações.	4	4	4	4,0
3	H2 - 6 - Dificuldade em encontrar o elevador no 3º andar.	3	2	4	3,0
4	H13 - 3 - Setas abaixo do nível médio de visão, escondidas da visão.	3	3	3	3,0
5	H2 - 7 - Não foi encontrada uma informação clara sobre a possibilidade de acessar os demais andares superiores e não foi informado que esse acesso é apenas pelo elevador.	2	3	3	2,7
6	H16 - 2 - Havia poucas placas indicativas de direção para orientar sobre a localização dos ambientes.	2	3	3	2,7

7	H2 - 2 - O recurso de radar para alguns pontos não foi exibido no mapa.	2	3	3	2,7
8	H9 - 1 - O vídeo de apresentação apareceu automaticamente, sem ser acionado por um botão.	4	2	2	2,7
9	H12 - 2 - O 5º Pavimento não tinha placa na porta do gabinete da presidência, porém em outros lugares apresentavam a descrição na porta.	3	2	3	2,7
10	H13 - 2 - O posicionamento do ícone com drone não estava muito visível.	3	2	3	2,7
11	H16 - 1 - Não foram identificados mecanismos para recuperação de erros.	1	4	3	2,7
12	H1 - 4 - Livro de visitas apresentava o layout quebrado.	3	1	4	2,7
13	H1 - 6 - Texto “Lorem ipsum” como exemplo de informação na ajuda.	4	2	2	2,7
14	H13 - 1 - O elevador apresentava dois ícones: um ilustrativo e outro com o título "Elevador" que era destinado à função de entrar.	3	2	3	2,7
15	H1 - 5 - Os ícones do menu ficavam ofuscados quando se movimentava o ambiente dificultando o entendimento.	2	2	3	2,3
16	H10 - 1 - Não foi encontrado nenhum recurso para facilitar a aprendizagem.	2	2	3	2,3
17	H15 - 1 - Não havia instrução de navegar para esquerda e direita, clicando e arrastando.	2	2	3	2,3
18	H1 - 3 - Não havia opção para fechar ou minimizar o mapa.	3	1	3	2,3
19	H2 - 3 - No 1º Pavimento não havia informação indicando o que o usuário encontraria em cada pavimento do Castelo.	2	2	3	2,3
20	H9 - 2 - Os textos dos painéis físicos das exposições eram pequenos e não apresentavam opção para ampliação.	3	2	2	2,3
21	H1 - 1 - Os ícones subir para o castelo, “H” da vista aérea, cúpula, drone, entrar e sair do elevador estavam sem descrição.	2	2	3	2,3
22	H1 - 2 - Ícone VR na ajuda estava sem descrição.	3	1	3	2,3
23	H4 - 1 - Quando o mouse ficava parado por um tempo, a tela (ambiente) começava a girar.	4	1	2	2,3
24	H4 - 2 - Os textos das informações ficavam comprimidos quando visualizados em smartphone.	1	2	3	2,0
25	H7 - 2 - As placas pareciam ser "clicáveis", mas não eram.	2	2	2	2,0
26	H9 - 4 - O formato da “Ajuda” continha muitas informações, o que poderia gerar confusão.	1	2	3	2,0
27	H12 - 1 - Em alguns momentos, havia descrição ao passar o mouse sobre o ícone, mas em outros não.	2	2	2	2,0

28	H15 - 2 - Dificuldade em achar a ajuda no menu.	2	1	3	2,0
29	H2 - 1 - Não havia uma forma de saber onde o usuário tinha passado.	0	3	2	1,7
30	H9 - 3 - Os textos de informação estavam escritos em letras muito pequenas e com o mínimo espaçamento entre as linhas.	2	1	2	1,7
31	H10 - 2 - Não possuía barra de progresso para mostrar quantos locais faltavam ser visitados (Não solucionado para os testes com os usuários).	1	2	2	1,7
32	H7 - 1 - Não foi encontrada nenhuma indicação para ligar o som, nem foi ouvido qualquer barulho durante a interação (Não solucionado para os testes com os usuários).	0	2	2	1,3
33	H14 - 1 - Não foi encontrado recursos de feedback do aprendizado (Não solucionado para os testes com os usuários).	0	2	2	1,3
34	H8 - 1 - Não foi encontrado opção de customização (Não solucionado para os testes com os usuários).	0	1	2	1,0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Definidas as prioridades dos problemas a serem corrigidos, foi realizada uma última reunião com os especialistas para discutir sobre as possíveis soluções para cada problema identificado. Com base no resultado desta reunião, o pesquisador iniciou as implementações das melhorias em uma cópia da ATV original, gerando um protótipo funcional que foi utilizado para a condução dos testes com os usuários.

4.1.1.1 Problemas Solucionados

As melhorias efetuadas no protótipo são apresentadas a seguir e organizadas pela prioridade:

1 – **Problema:** Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Carlos Chagas.

Esse problema ocorreu devido a um ponto de imagem de transição estar invertido. Quando as pessoas se dirigiam para a saída, eram redirecionadas de volta para dentro da exposição, causando confusão sobre a direção correta para sair.

Solução: Foram incluídas placas com a indicação da saída e corrigido o problema da transição invertida (Figura 8).

Figura 8 – Placa indicativa de saída da Exposição Carlos Chagas.



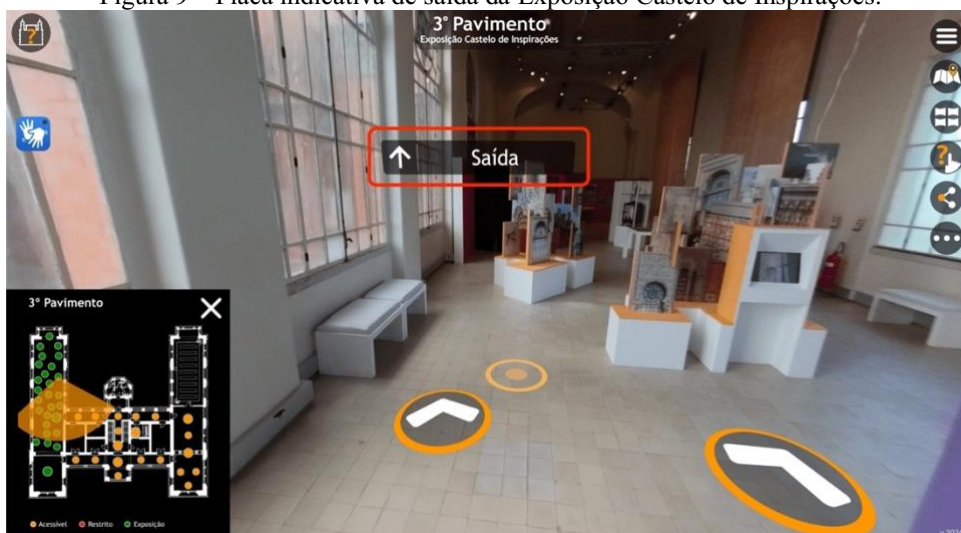
Fonte: Elaborado pelo Autor.

2 – **Problema:** Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Castelo de Inspirações.

Este problema foi causado pela longa extensão da exposição e pela falta de uma referência clara da posição do usuário.

Solução: Foram incluídas placas com a indicação da saída (Figura 9).

Figura 9 – Placa indicativa de saída da Exposição Castelo de Inspirações.

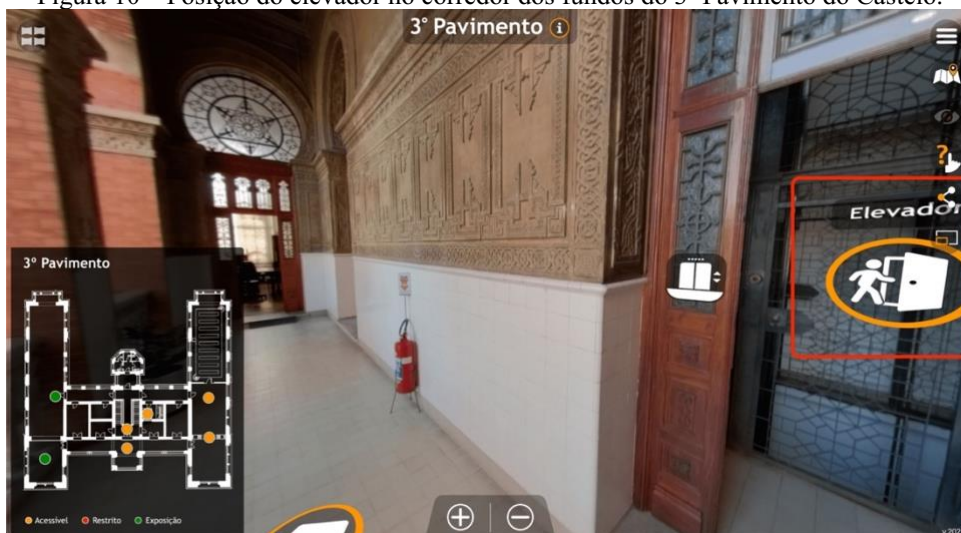


Fonte: Elaborado pelo Autor.

3 – **Problema:** Dificuldade em encontrar o elevador no 3º Pavimento (Figura 10).

Este problema ocorreu devido à entrada do elevador estar localizada na parte dos fundos do Castelo Fiocruz. Sua arquitetura única dispõe de acessos distintos ao elevador em diferentes localizações, dependendo do pavimento.

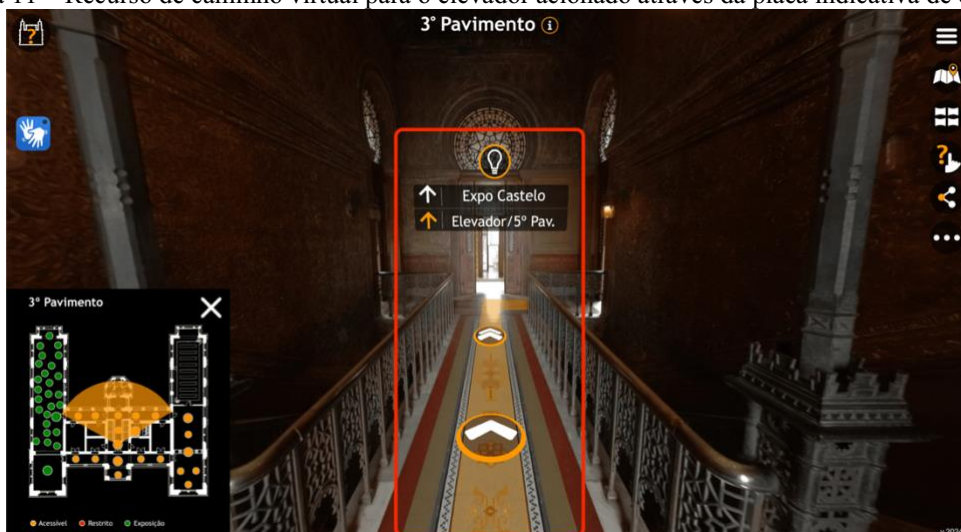
Figura 10 – Posição do elevador no corredor dos fundos do 3º Pavimento do Castelo.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Para tentar solucionar o problema da dinâmica para acessar o elevador no 3º Pavimento, foram desenvolvidos recursos de caminho virtual desenhados no chão (Figura 11 e 12). Estes recursos também foram implementados para os outros pavimentos.

Figura 11 – Recurso de caminho virtual para o elevador acionado através da placa indicativa de direção.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 12 – Caminho levando para o elevador no corredor de fundos do Castelo.

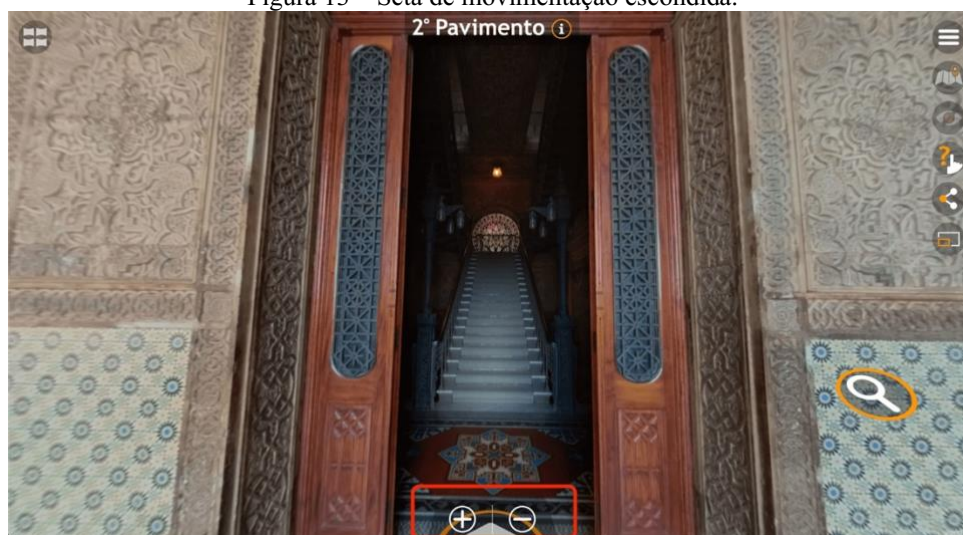


Fonte: Elaborado pelo Autor.

4 – **Problema:** Setas abaixo do nível médio de visão, escondidas da visão (Figura 13).

Este problema aconteceu porque como as setas estão posicionadas abaixo do nível da visão, o visitante necessitou deslocar sua visão para baixo, o que pode causar desconforto e insatisfação se ocorrer repetidamente.

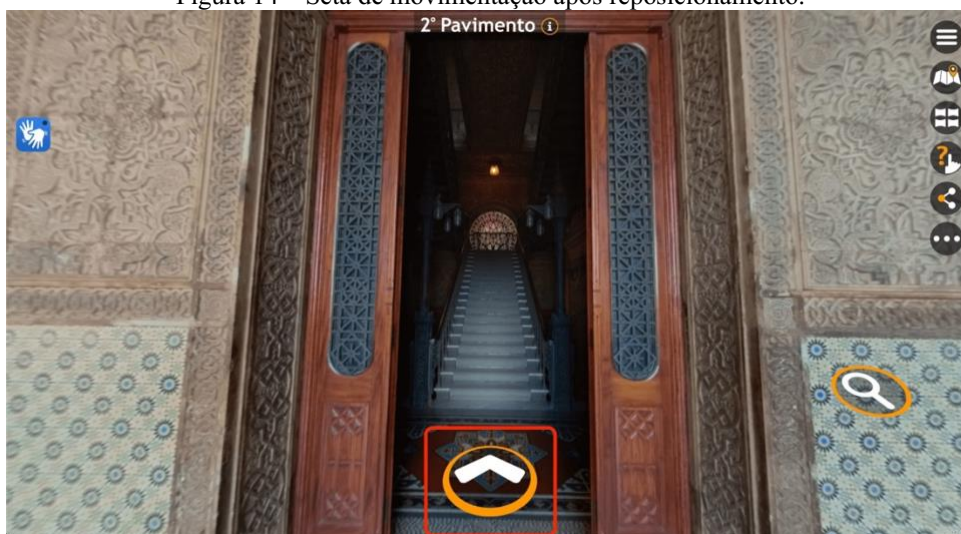
Figura 13 – Seta de movimentação escondida.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: O elemento de movimentação (seta) foi reposicionado para que ficasse visível aos usuários sem que precisassem deslocar a visão para baixo. Durante a varredura feita pelo pesquisador, outros locais com o mesmo problema também foram ajustados (Figura 14).

Figura 14 – Seta de movimentação após reposicionamento.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

5 – **Problema:** Não foi encontrada uma informação clara sobre a possibilidade de acessar os demais andares superiores e não foi informado que esse acesso é apenas pelo elevador.

O Castelo Fiocruz tem uma disposição específica para acessar os pavimentos. Construído originalmente como um laboratório de pesquisa, os três primeiros pavimentos foram projetados para terem o acesso livre por escadas e elevador, pois abrigavam os laboratórios dos pesquisadores. Os pavimentos superiores, dedicados ao estúdio fotográfico e dormitórios, eram acessíveis apenas por elevador ou escada de emergência.

Solução: Como solução para este problema foi criada uma dica ao lado da escada do 3º Pavimento informando ao visitante sobre a existência dos pavimentos superiores e como acessá-los (Figura 15). Essa dica foi colocada neste pavimento, pois é onde as escadas terminam.

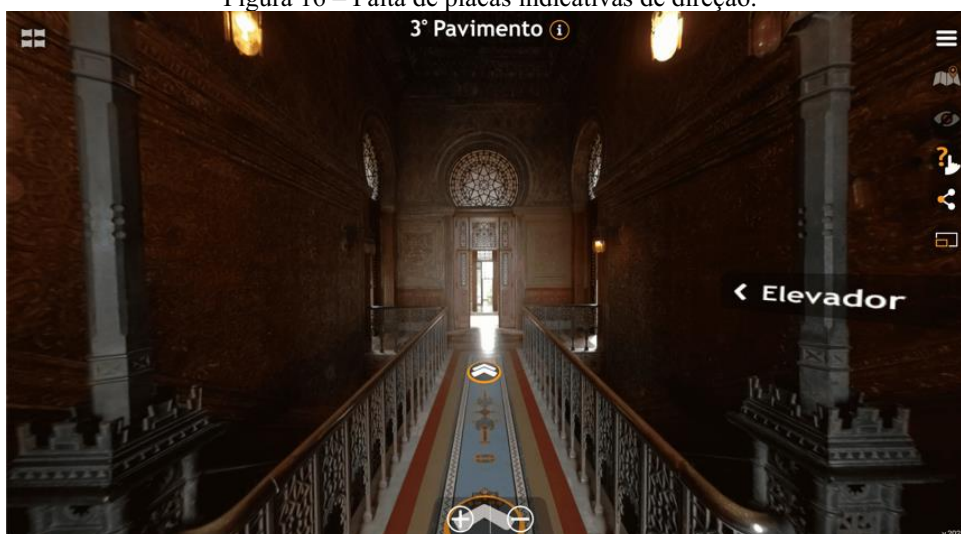
Figura 15 – Dica para informar sobre o acesso aos pavimentos superiores. Fonte: do Autor.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

6 – **Problema:** Havia poucas placas indicativas de direção para orientar sobre a localização dos ambientes (Figura 16).

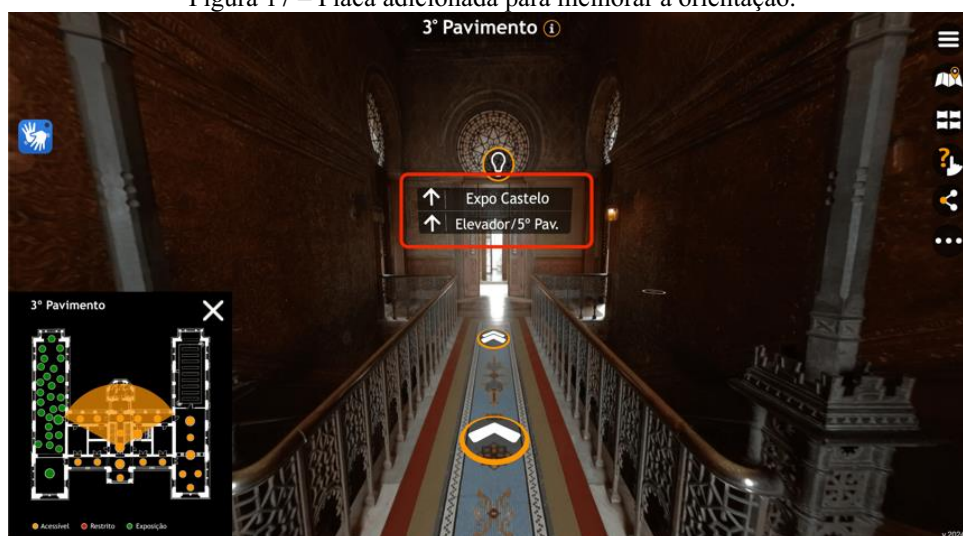
Figura 16 – Falta de placas indicativas de direção.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Para solucionar este problema, foram adicionadas novas placas indicativas de direção em pontos estratégicos do passeio, orientando os visitantes sobre a direção de cada local, bem como a direção de saída de cada um dos ambientes (Figura 17).

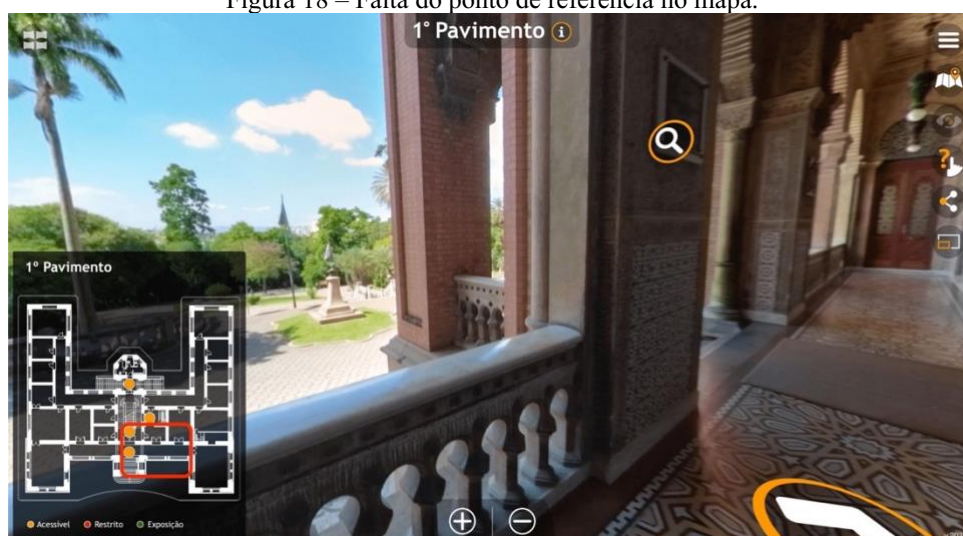
Figura 17 – Placa adicionada para melhorar a orientação.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

7 – **Problema:** O recurso de radar para alguns pontos não foi exibido no mapa (Figura 18).

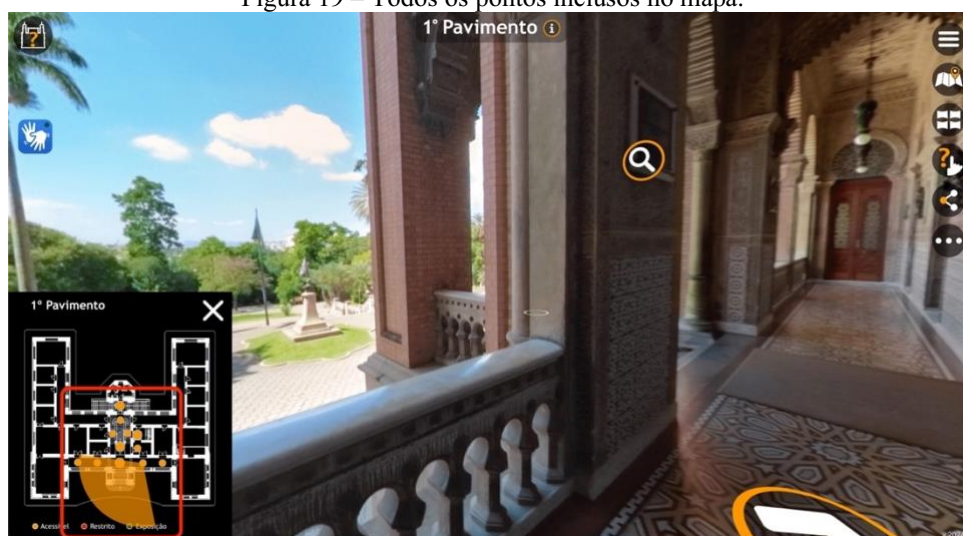
Figura 18 – Falta do ponto de referência no mapa.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Foram adicionados todos os pontos de referência faltantes para todos os ambientes e em todos os mapas e incluído o radar em todos esses pontos (Figura 19).

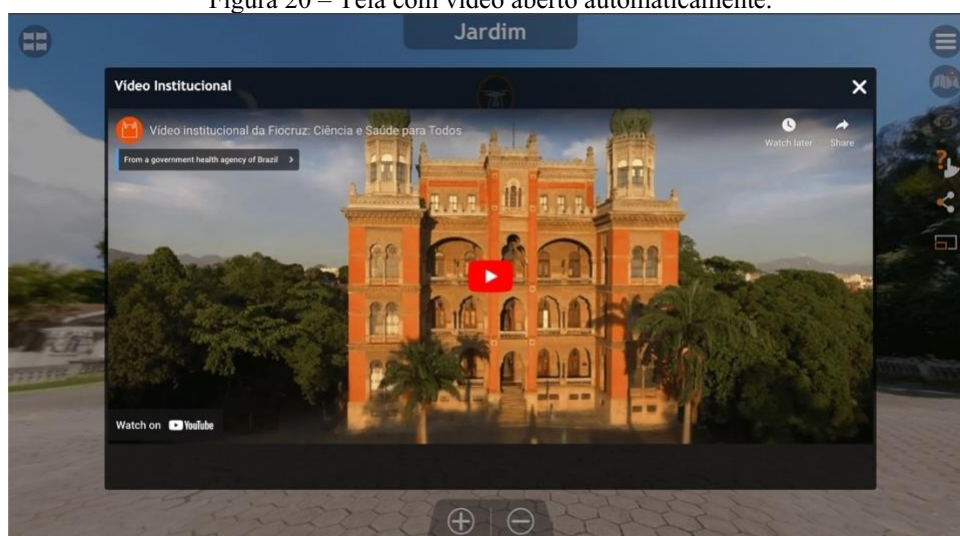
Figura 19 – Todos os pontos inclusos no mapa.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

8 – **Problema:** O vídeo de apresentação apareceu automaticamente, sem ser acionado por um botão (Figura 20).

Figura 20 – Tela com vídeo aberto automaticamente.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Como solução, foi implementado um recurso que exibe o vídeo somente por meio de um botão (Figura 21).

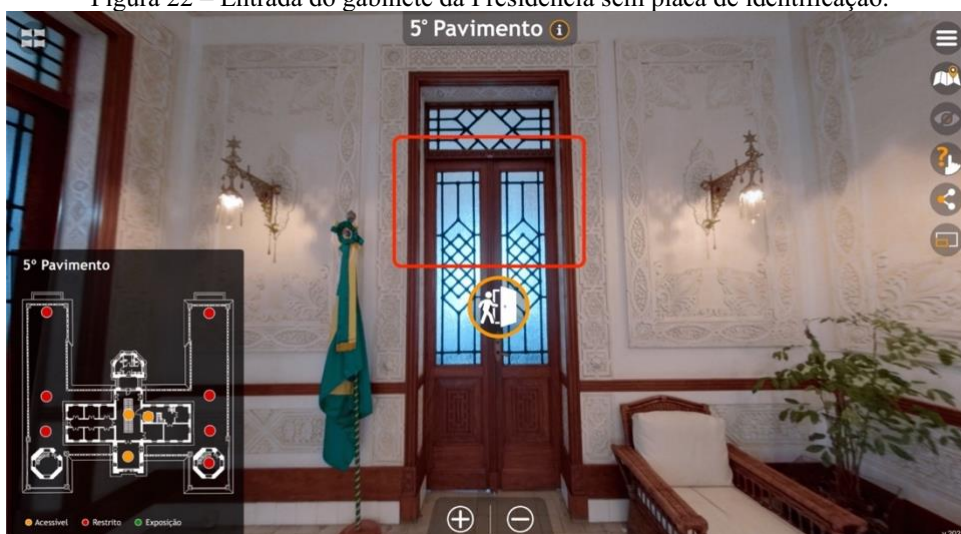
Figura 21 – Botão para ativar o vídeo.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

9 – **Problema:** O 5º Pavimento não tinha placa na porta do gabinete da presidência, porém em outros lugares apresentavam a descrição na porta (Figura 22).

Figura 22 – Entrada do gabinete da Presidência sem placa de identificação.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Foi criada a placa de identificação do local (PIL) (Figura 23).

Figura 23 – Entrada para o gabinete da Presidência com a placa de identificação.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

10 – **Problema:** O posicionamento do ícone com drone não estava muito visível (Figura 24).

Figura 24 – Posicionamento do ícone de drone.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Este problema foi resolvido ao alterar o posicionamento do ícone do drone para o lado oposto ao ícone do vídeo (Figura 25).

Figura 25 – Ícone de drone após o reposicionamento.



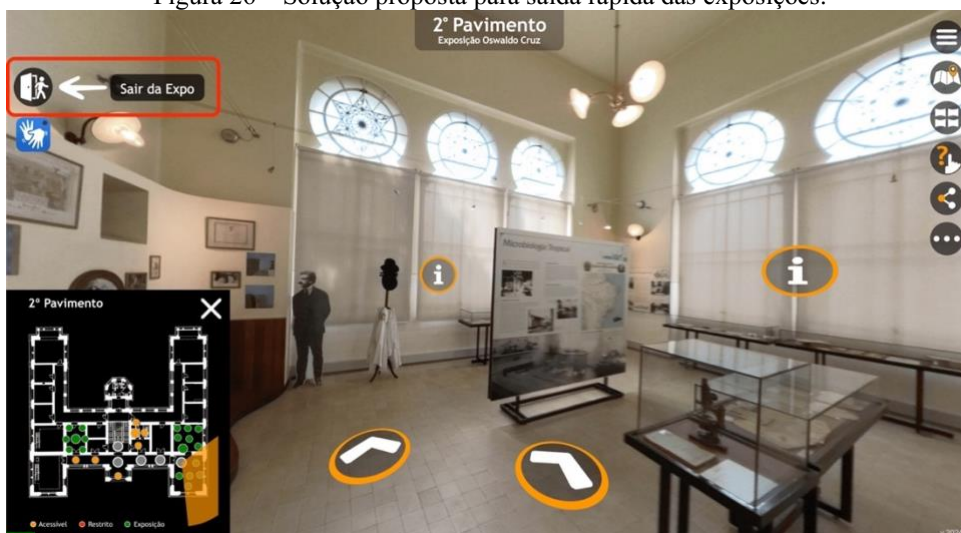
Fonte: Elaborado pelo Autor.

11 – **Problema:** Não foram identificados mecanismos para recuperação de erros.

Um possível problema identificado pelos especialistas foi que os visitantes podiam ter dificuldade em sair rapidamente de alguma das exposições existentes devido à falta de informações adequadas.

Solução: Como proposta para minimizar este problema, foi criado um botão que possibilitou a saída imediata de qualquer exposição (Figura 26).

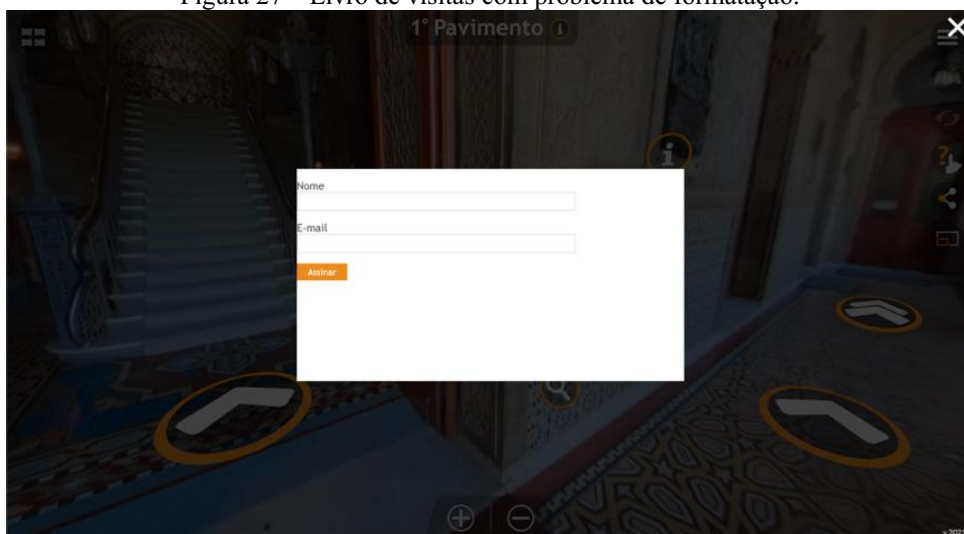
Figura 26 – Solução proposta para saída rápida das exposições.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

12 – **Problema:** Livro de visitas apresentava layout quebrado (Figura 27).

Figura 27 – Livro de visitas com problema de formatação.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Este recurso foi originalmente criado para permitir que os visitantes registrassem sua visita no *tour* virtual do Castelo da Fiocruz e o respectivo *link* original permaneceu na aplicação. No entanto, devido à baixa adesão, essa função foi removida do protótipo.

13 – **Problema:** Texto “Lorem ipsum” como exemplo de informação na ajuda (Figura 28).

Este problema pode causar confusão no usuário, pois pode considerar que é um texto real e que não consegue decifrar, desviando o propósito de um recurso de ajuda. Usar texto real sempre é a melhor opção (Nielsen, 2024; Farrell, 2015).

Figura 28 – Painel de Ajuda com problema nos textos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Este problema foi resolvido com a alteração do formato da ajuda, onde o *layout* de painel (Figura 28) foi substituído por um formato limpo e objetivo (Figura 29). Como aprimoramento para o recurso de ajuda, foi introduzido o formato de ajuda dinâmica gradual, onde as informações sobre recursos e elementos são apresentadas progressivamente durante o passeio. A informação básica de operação é disponibilizada ao clicar no botão de ajuda como ilustrado no Problema 26 (O formato da “Ajuda” continha muitas informações, o que poderia gerar confusão).

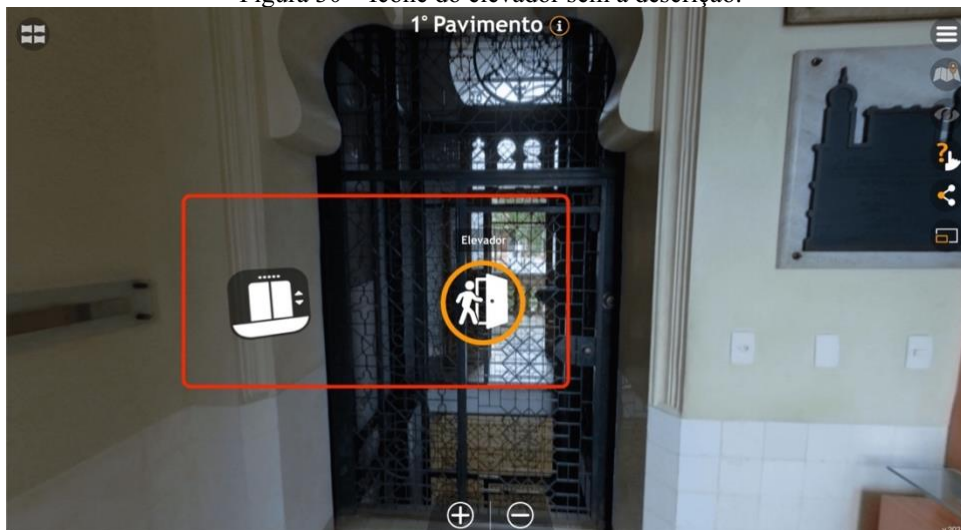
Figura 29 – Novo formato do recurso da Ajuda.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

14 – **Problema:** O elevador apresentava dois ícones: um ilustrativo e outro com o título "Elevador" que era destinado à mesma função de entrar (Figura 30).

Figura 30 – Ícone do elevador sem a descrição.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: O texto acima do ícone de “entrar no elevador” foi reposicionado próximo ao ícone que representa o elevador sem texto (Figura 31).

Figura 31 – Ícone do elevador com a descrição.



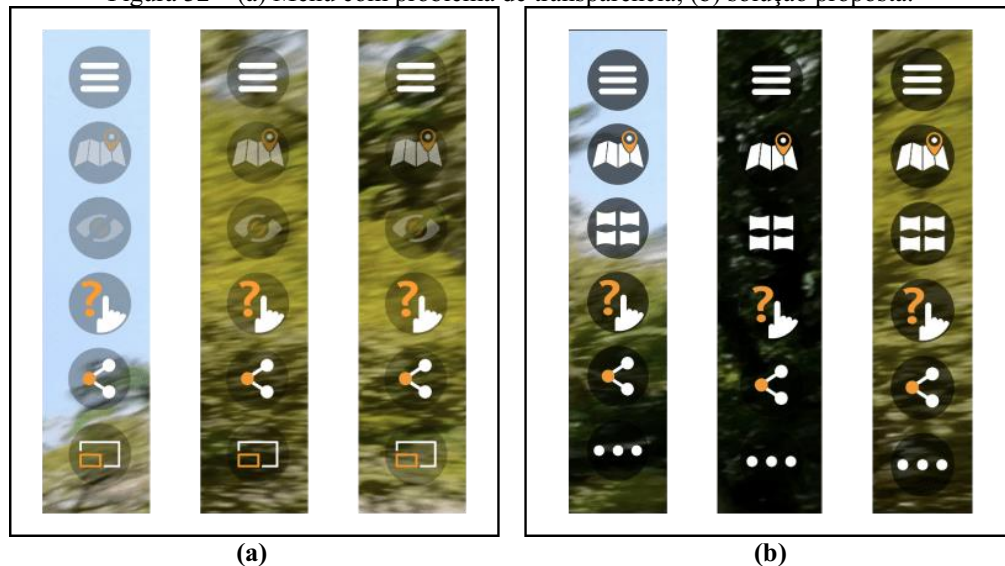
Fonte: Elaborado pelo Autor.

15 – **Problema:** Os ícones do menu ficavam ofuscados quando se movimentava o ambiente dificultando o entendimento (Figura 32a).

Este problema foi causado devido à transparência excessiva do fundo dos ícones quando sobrepostos a diferentes tonalidades dos ambientes.

Solução: Como solução para este problema, o fundo dos ícones foi escurecido para transparência de 70% (Figura 32b).

Figura 32 – (a) Menu com problema de transparência; (b) solução proposta.

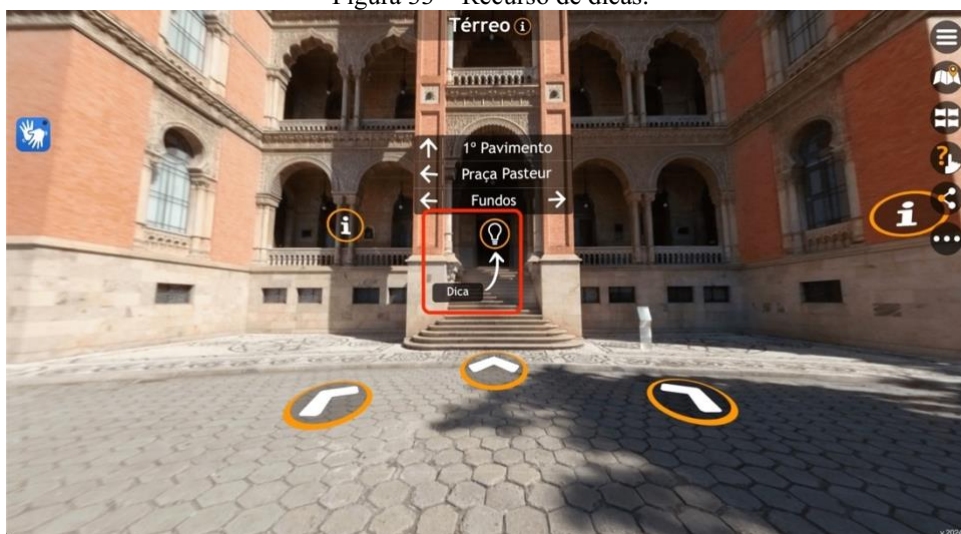


Fonte: Elaborado pelo Autor.

16 – **Problema:** Não foi encontrado nenhum recurso para facilitar a aprendizagem.

Solução: Para implementar esse recurso, foram inseridas informações em formato de vídeo ou texto em pontos estratégicos do passeio, orientando os visitantes sobre questões essenciais ou a dinâmica de uso (Figura 33).

Figura 33 – Recurso de dicas.

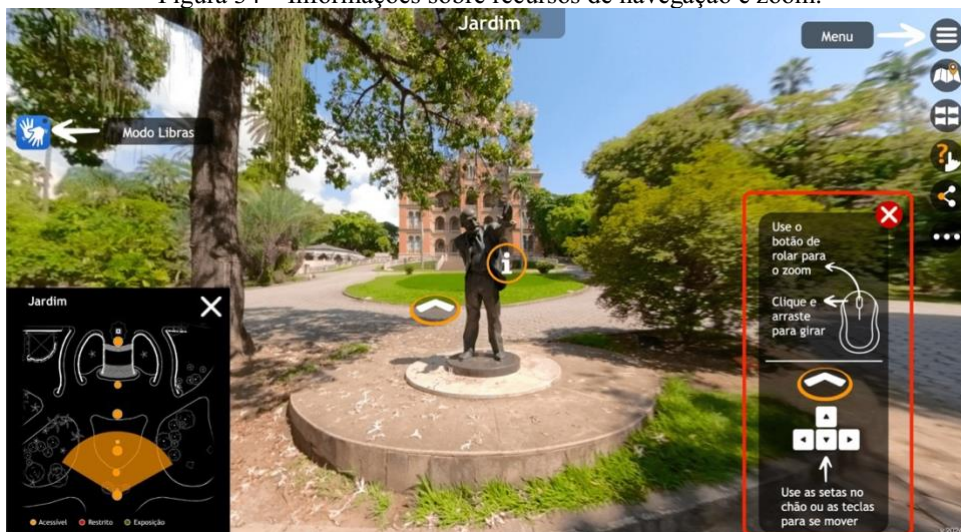


Fonte: Elaborado pelo Autor.

17 – **Problema:** Não havia instrução de navegar para esquerda e direita, clicando e arrastando.

Solução: Esta informação foi adicionada ao recurso de ajuda (Figura 34).

Figura 34 – Informações sobre recursos de navegação e zoom.

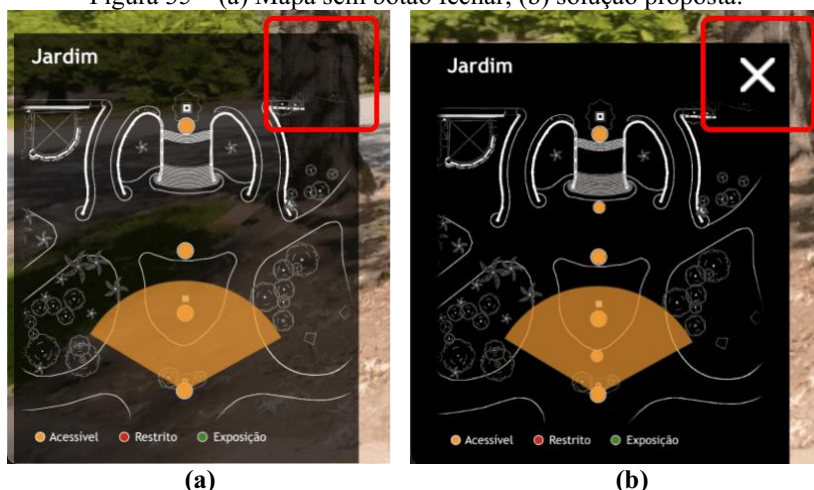


Fonte: Elaborado pelo Autor.

18 – **Problema:** Não havia opção para fechar ou minimizar o mapa (Figura 3 5a).

Solução: Foi adicionado a funcionalidade para fechar a janela do mapa (Figura 3 5b).

Figura 35 – (a) Mapa sem botão fechar; (b) solução proposta.

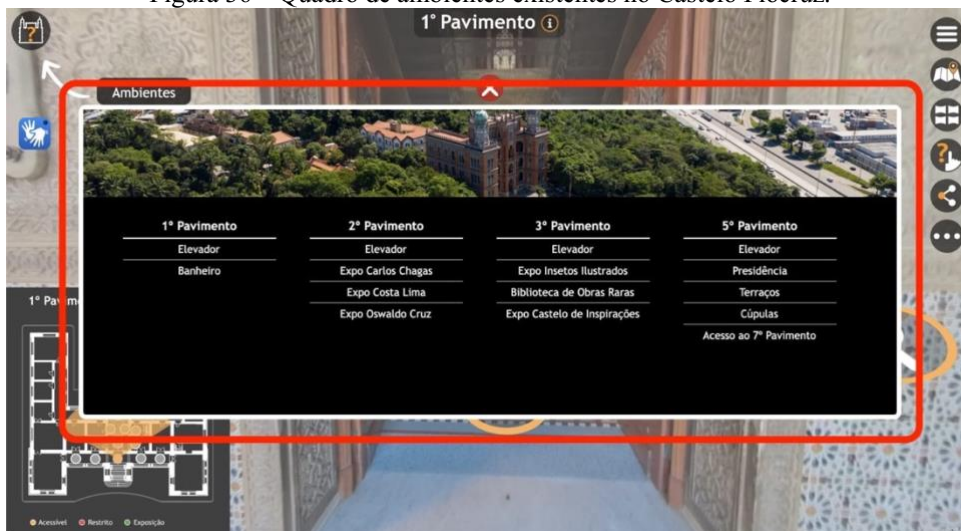


Fonte: Elaborado pelo Autor.

19 – **Problema:** No 1º Pavimento não havia informação indicando o que o usuário encontraria em cada pavimento do Castelo.

Solução: Para resolver este problema, foi implementado um painel com a lista de todos os ambientes existentes no Castelo Fiocruz. Para permitir o acesso rápido a este quadro, foi criado um botão, no canto esquerdo superior da tela, que era exibido somente quando o visitante estava dentro do Castelo Fiocruz (Figura 36).

Figura 36 – Quadro de ambientes existentes no Castelo Fiocruz.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

20 – **Problema:** Os textos dos painéis físicos das exposições eram pequenos e não apresentavam opção para ampliação (Figura 37).

Figura 37 – Recurso de zoom limitado para a leitura dos textos dos painéis físicos



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Como solução parcial para esse problema, o alcance do zoom na aplicação, foi ampliado. No entanto, em certos locais, essa ampliação não foi suficiente para garantir uma leitura clara, já que a imagem não possuía definição suficiente para permitir uma leitura adequada, como ilustrado na Figura 38.

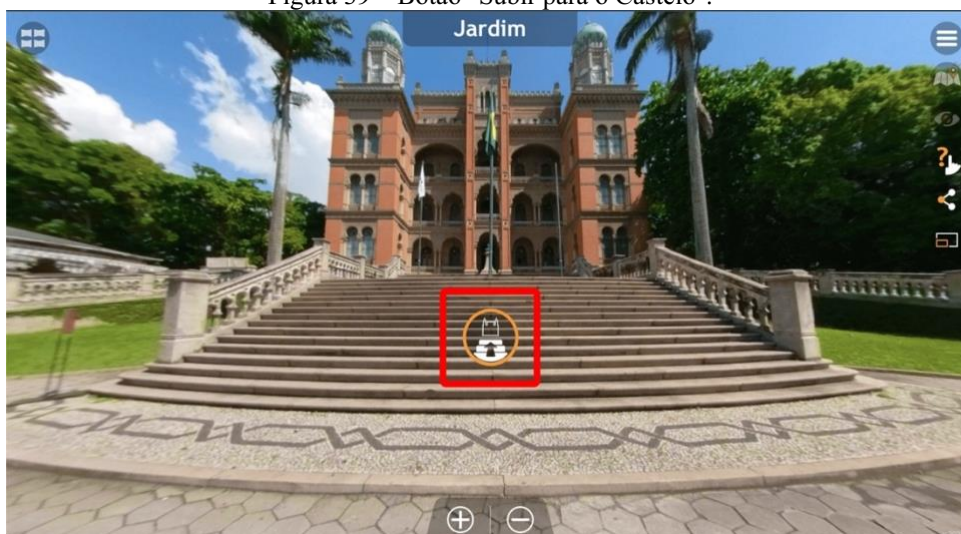
Figura 38 – Recurso de máximo zoom prejudicado pela resolução insuficiente das imagens.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

21 – **Problema:** Os ícones “Subir para o Castelo” (Figura 39), "H" da vista aérea, cúpula, drone, entrar e sair do elevador estavam sem descrição.

Figura 39 – Botão "Subir para o Castelo".



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Para resolver o problema do ícone "Subir para o Castelo", ele foi substituído pelo ícone de movimentação (seta), pois já era familiar aos usuários (Figura 40). O recurso de ajuda dinâmica foi fundamental para auxiliar na resolução deste problema, já que cada novo elemento gráfico apresentado durante a experiência do visitante vinha acompanhado de uma descrição de sua função (Figura 41).

Figura 40 – Uso de seta como alternativa ao botão "Subir para o Castelo".



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 41 – Recurso de dica para novo elemento gráfico.



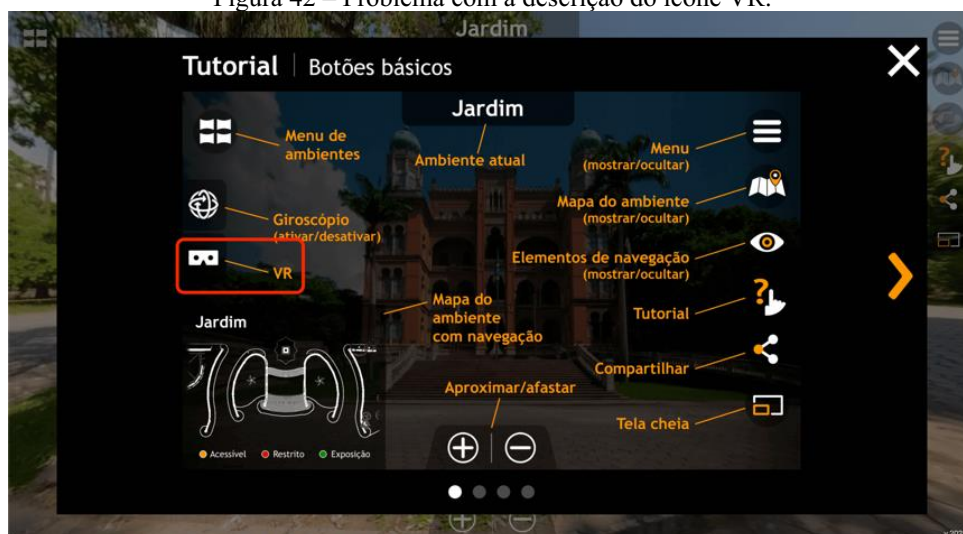
Fonte: Elaborado pelo Autor.

22 – **Problema:** Ícone VR na ajuda estava sem descrição (Figura 42).

Este ícone representava o recurso de Realidade Virtual que permitia a visualização da aplicação de *tour* virtual pelos óculos de realidade virtual para smartphones. Desta forma, a descrição “VR” poderia não ser compreendida por todos os usuários.

Embora estivesse representado no Painel de Ajuda (igual para todos os dispositivos), este ícone somente era exibido nos smartphones (Figura 43a), ativando assim o recurso de realidade virtual do sistema operacional (Figura 43b).

Figura 42 – Problema com a descrição do ícone VR.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 43 – (a) Ícone VR; (b) recurso de realidade virtual para smartphones



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Com a reestruturação da “Ajuda”, o ícone para o recurso de realidade virtual foi movido para o submenu “Mais opções...” (Figura 44), tornando a correção do Painel de Ajuda desnecessária. Essa alteração possibilitou a inclusão do botão "Modo Libras" no local ocupado anteriormente pelo botão do recurso de realidade virtual.

Figura 44 – Recurso de Realidade Virtual no menu “Mais opções”.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

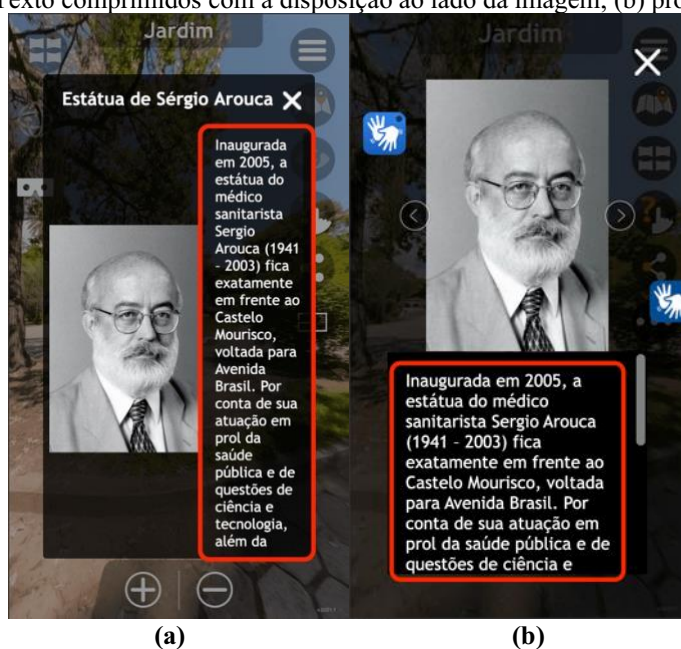
23 – **Problema:** Quando o mouse ficava parado por um tempo, a tela (ambiente) começava a girar.

Solução: Para resolver este problema, foi desativada a função de giro automático.

24 – **Problema:** Os textos das informações ficavam comprimidos quando visualizados em smartphone (Figura 45a).

Solução: Este problema foi solucionado alterando o alinhamento da imagem e texto para vertical, onde o texto ficou posicionado abaixo da imagem (Figura 45b).

Figura 45 – (a) Texto comprimidos com a disposição ao lado da imagem; (b) proposta de solução.

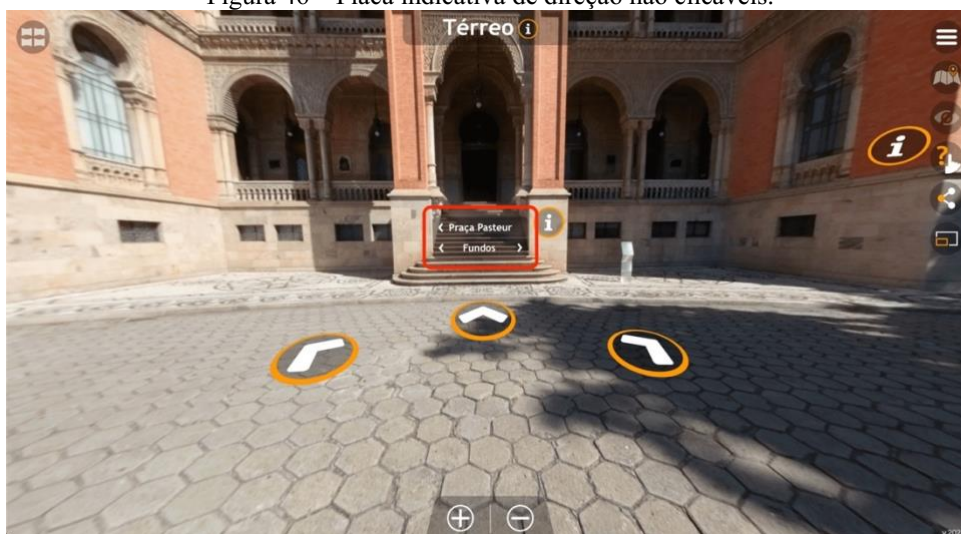


Fonte: Elaborado pelo Autor.

25 – **Problema:** As placas pareciam ser "clicáveis", mas não eram (Figura 46).

As placas indicativas de direção foram pensadas e projetadas para orientar o usuário sobre os locais existentes no castelo e por este motivo, não eram clicáveis.

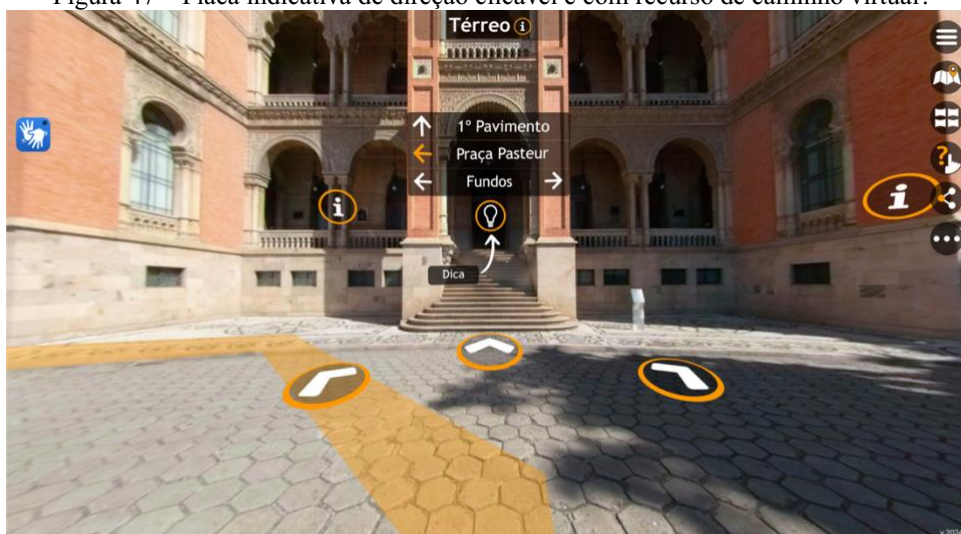
Figura 46 – Placa indicativa de direção não clicáveis.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Uma solução discutida para tentar resolver este problema foi a possibilidade de tornar as placas clicáveis. Numa primeira proposta, quando o usuário clicasse no nome do local contido na placa indicativa de direção, ele seria teletransportado diretamente para o ambiente desejado. No entanto, a implementação deste recurso poderia gerar um problema significativo de teletransporte não-intencional, onde o usuário poderia clicar acidentalmente em algum *link* sem perceber e seria teletransportado para um ambiente desconhecido, causando uma sensação de estar perdido. Portanto, esta solução foi descartada, pois tinha grande potencial para gerar um problema ainda mais grave. Assim, foi pensado uma segunda proposta de solução, na qual, quando o usuário clicasse no item da placa indicativa de direção, um “Caminho Virtual” era ativado, orientando a direção para chegar ao destino desejado. Essa solução foi escolhida para a implementação na aplicação, pois não gerava nenhum problema colateral (Figura 47).

Figura 47 – Placa indicativa de direção clicável e com recurso de caminho virtual.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

26 – **Problema:** O formato da “Ajuda” continha muitas informações, o que poderia gerar confusão (Figura 48).

Este problema poderia gerar sobrecarga de memória no usuário, visto a grande quantidade de informação contida em um espaço limitado.

Figura 48 – Formato da ajuda confuso.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: O recurso do botão de “Ajuda” localizado no menu foi simplificado, orientando o usuário somente sobre a informação básica de operação (de acordo com o dispositivo de acesso) e sobre os recursos do “Modo Libras” e “Menu principal” (Figura 49).

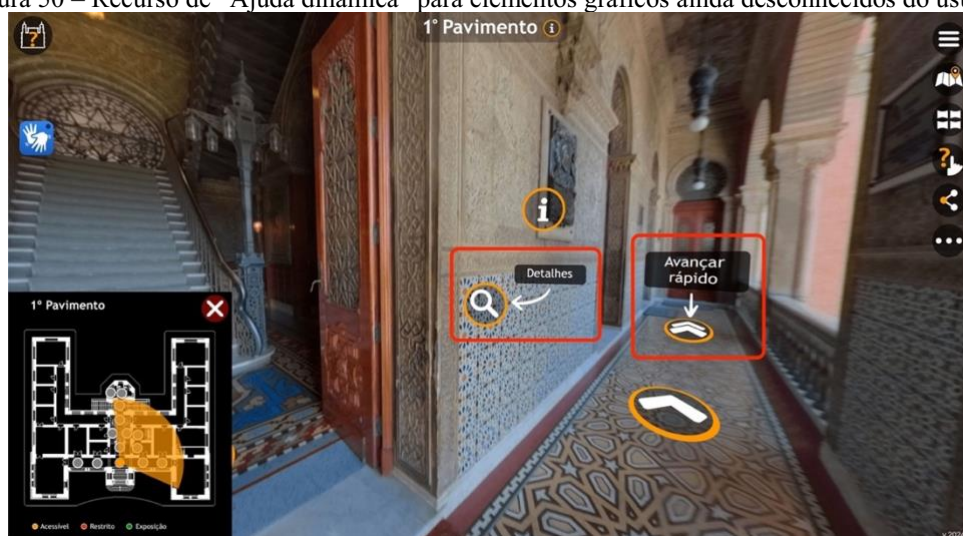
Figura 49 – Novo formato do recurso da Ajuda.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para aprimorar este recurso de “Ajuda”, foi introduzido o formato de ajuda dinâmica gradual, onde as informações sobre recursos e elementos passaram a ser apresentadas progressivamente durante o passeio, tornando o aprendizado mais natural (Figura 50).

Figura 50 – Recurso de “Ajuda dinâmica” para elementos gráficos ainda desconhecidos do usuário.

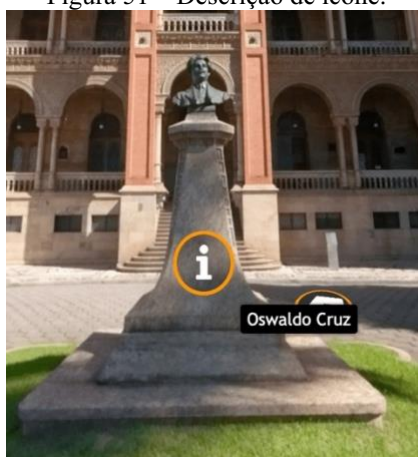


Fonte: Elaborado pelo Autor.

27 – **Problema:** Em alguns momentos, havia descrição ao passar o mouse sobre o ícone, mas em outros não.

Solução: Foi realizada uma varredura na aplicação para identificar quais ícones apresentavam esse problema e, logo após foram adicionadas as descrições faltantes (Figura 51).

Figura 51 – Descrição de ícone.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

28 – **Problema:** Dificuldade em achar a “Ajuda” no menu.

Solução: Com o ajuste na transparência do fundo dos ícones realizado para solucionar o problema do menu (Problema 15), este problema foi resolvido.

29 – **Problema:** Não havia uma forma de saber onde o usuário já tinha passado.

Como os ambientes do castelo são semelhantes em sua aparência, não saber os ambientes já visitados poderia causar um efeito de desorientação ou gerar dúvidas nos usuários. Isto poderia influenciar o visitante a uma possível insatisfação e eventual desistência na continuidade do passeio.

Solução: Para resolver esse problema, foi implementado um recurso em que os pontos no mapa referentes aos ambientes, estavam inicialmente em cinza, indicando que o visitante ainda não os tinha explorado. Conforme o usuário acessava um novo ambiente, o ponto correspondente no mapa era imediatamente colorido de laranja, indicando que o local já tinha sido visitado (Figura 52).

Figura 52 – Marcação de onde o visitante já visitou.

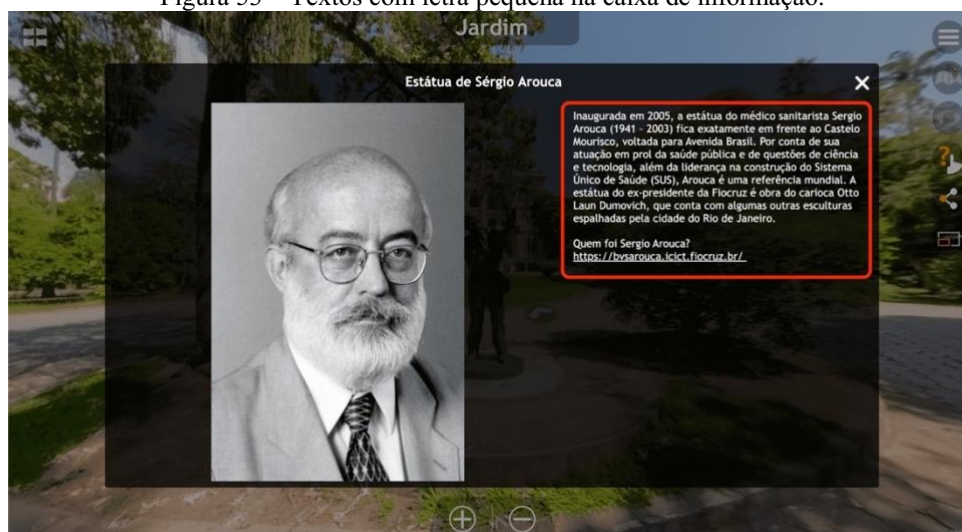


Fonte: Elaborado pelo Autor.

30 – **Problema:** Os textos de informação estavam escritos em letras muito pequenas e com o mínimo espaçamento entre as linhas (Figura 53).

Esse problema poderia ter sido causado pelo tamanho da tela usada para a visitação, o que poderia ter dificultado a leitura.

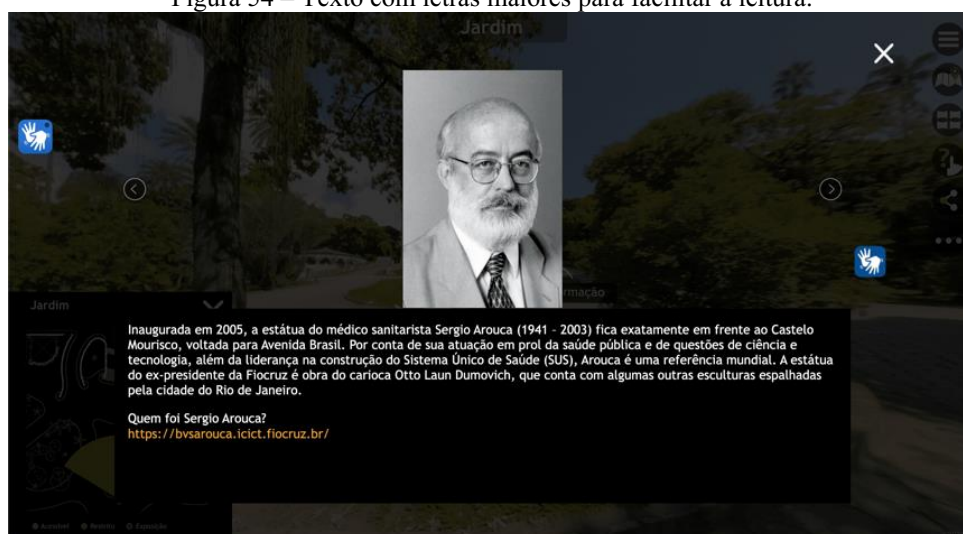
Figura 53 – Textos com letra pequena na caixa de informação.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Para evitar que esse problema ocorresse novamente, o tamanho da fonte nos textos dos painéis de informação foi aumentado em dois pontos, passando de dezessete para dezenove, e o espaçamento entre as linhas foi ampliado em 5% (Figura 54).

Figura 54 – Texto com letras maiores para facilitar a leitura.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.1.1.2 Problemas Não Solucionados

31 – **Problema:** A aplicação de *tour* virtual não possuía barra de progresso para mostrar quantos locais faltavam ser visitados.

Esse problema poderia levantar dúvidas sobre a conclusão da visita, levando o usuário a questionar se ele realmente explorou todos os locais disponíveis. Isso poderia resultar na desistência antecipada do usuário.

Solução: Não foi possível implementar este recurso para os testes com os usuários devido à complexidade e ao tempo necessário para sua implementação.

32 – **Problema:** Não foi encontrada nenhuma indicação para ligar o som, nem foi ouvido qualquer barulho durante a interação.

Quanto maior o número de sentidos estimulados, como visão, audição e tato, maior poderia ser a sensação de imersão em uma aplicação de realidade virtual (Parreiras, 2021). Assim, a ausência de algum tipo de áudio para o ambiente poderia provocar a sensação de imersão limitada ou até mesmo a sua falta, não atingindo a proposta de uma aplicação de *tour* virtual que seria transportar o usuário para um ambiente virtual ser ele estar presente fisicamente.

Solução: Uma solução viável para esse problema seria a adição de um som ambiente característico do Castelo Fiocruz. No entanto, devido à especificidade desse som, à utilização de equipamentos apropriados e ao tempo necessário para a sua captação, não foi possível implementar esse recurso para os testes com os usuários.

33 – **Problema:** Não foi encontrado recursos de feedback do aprendizado.

Esse problema poderia gerar insegurança no usuário em relação ao que ele realmente aprendeu durante a exploração do castelo. O feedback poderia estar relacionado às informações disponíveis ou mesmo à dinâmica de uso.

Solução: Não foi possível implementar este recurso para os testes com os usuários devido à complexidade e ao tempo necessário para sua implementação.

34 – **Problema:** Não foi encontrado opção de customização.

A ausência de recursos de customização poderia ocasionar problemas para públicos específicos, como pessoas com capacidade motora reduzida ou baixa visão.

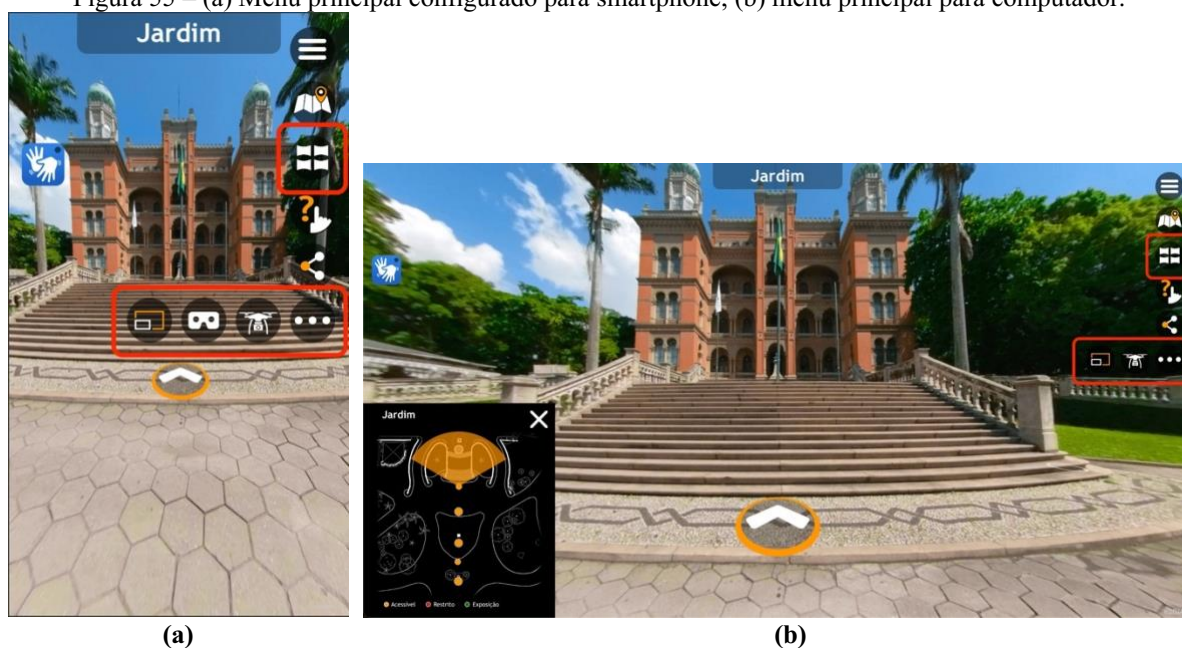
Solução: Atualmente, a aplicação não oferece opções de personalização de atalhos ou controles de navegação. No entanto, foram feitas adaptações com base no perfil do usuário estudado. Por exemplo, para pessoas surdas, todo o conteúdo textual era acompanhado pela tradução em Libras. Além disso, conforme necessário, podem ser implementadas traduções para outros idiomas para atender a perfis com idiomas diferentes do português.

4.1.1.3 Aprimoramentos Extras

Além das melhorias sugeridas pelos especialistas, o pesquisador realizou as seguintes alterações para aprimorar a interface e as funcionalidades antes dos testes:

1 – **Aprimoramento:** O menu principal foi reestruturado, onde foi adicionado o botão de “Menu de Ambientes” com atalhos para todos os principais locais de visita. Além disso, foi introduzido o botão “Mais opções”, que permitiu o acesso a funcionalidades adicionais, como “Vista aérea”, “Tela cheia” e “Realidade virtual”, sendo este último específico para smartphones. As modificações no menu para smartphones e computadores são apresentadas nas Figura 55a e Figura 55b respectivamente.

Figura 55 – (a) Menu principal configurado para smartphone; (b) menu principal para computador.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

2 – **Aprimoramento:** Para otimizar o espaço na tela, os botões de zoom localizados na parte inferior foram removidos, uma vez que foram adicionadas instruções na “Ajuda” sobre como controlar o zoom utilizando o mouse (Figura 56).

Figura 56 – Botões de zoom retirados no protótipo.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

3 – **Aprimoramento:** Visando melhorar a dinâmica de navegação da aplicação, foi ativado o modo "Click & Go". Esse recurso permitiu que a movimentação entre os ambientes

fosse feita com clique próximo da seta no chão, sem a necessidade de clicar diretamente na seta, o que facilitou o processo de movimentação entre os ambientes.

4 – **Aprimoramento:** Com o objetivo de ampliar o acesso à vista aérea, foram distribuídos mais atalhos para este ambiente ao longo do passeio, posicionados em pontos estratégicos.

4.1.2 Problemas de Acessibilidade para Surdos Pré-linguísticos

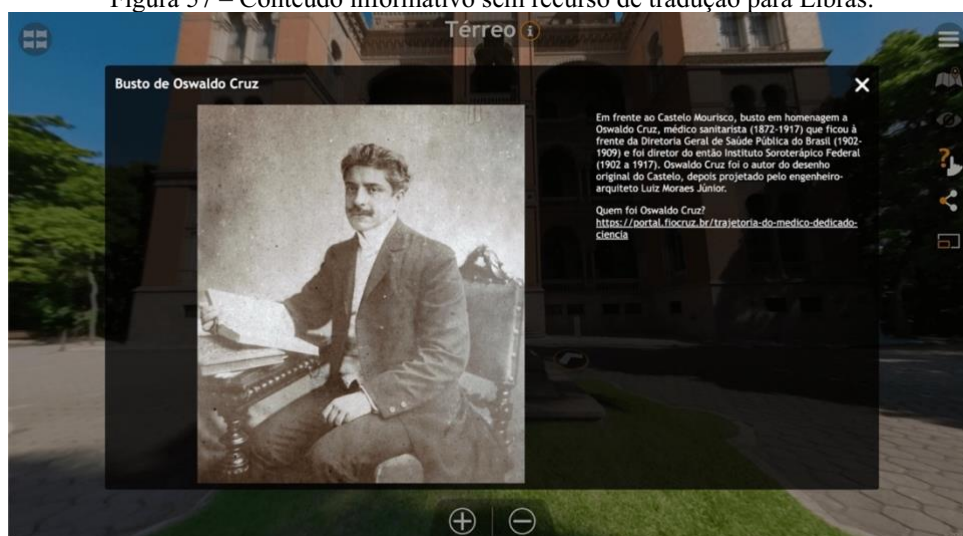
Sobre a inspeção de acessibilidade, os especialistas confirmaram a ausência de recursos de acessibilidade específicos para pessoas surdas pré-linguísticas. No entanto, para os testes com os usuários, o pesquisador implementou alguns recursos no protótipo, seguindo as recomendações de acessibilidade propostas por Flor (2016).

Garantindo o cumprimento das Diretrizes 1, 2 e 3, que se referem à qualidade, clareza e formato da comunicação por meio da língua de sinais, todos os vídeos das traduções para Libras foram produzidos por profissionais especializados nessa área, com experiência em tradução para mídias digitais.

A seguir são apresentados os problemas de acessibilidade apontados pelos especialistas e as respectivas propostas de solução:

1 – **Problema:** Os textos das janelas de informação não tinham a tradução para Libras (Figura 57).

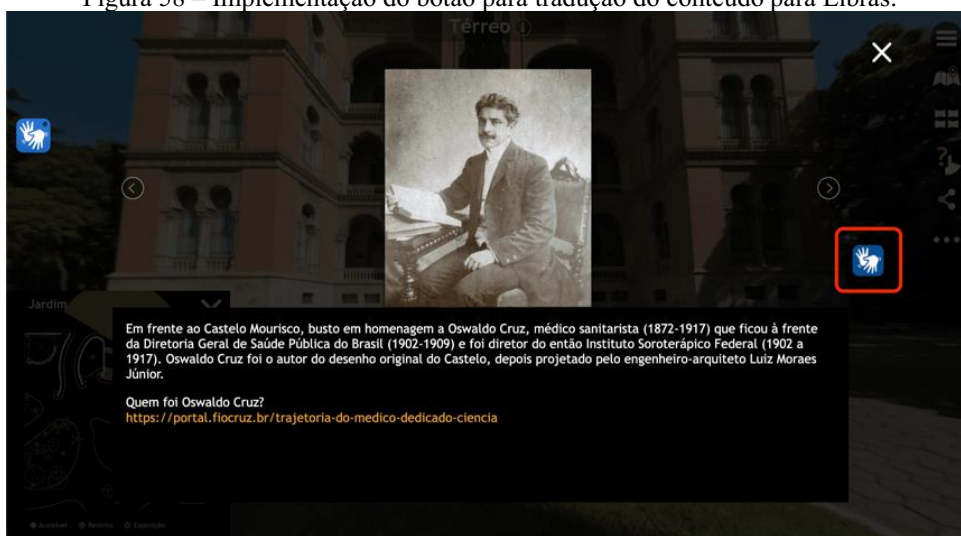
Figura 57 – Conteúdo informativo sem recurso de tradução para Libras.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Foi criado um botão que representasse Libras (Diretrizes 4.3.2 e 4.4), o qual, ao ser clicado, abria em tela cheia o vídeo com a tradução do texto em Libras. A Figura 58 ilustra a implementação do botão de Libras para o painel de informação.

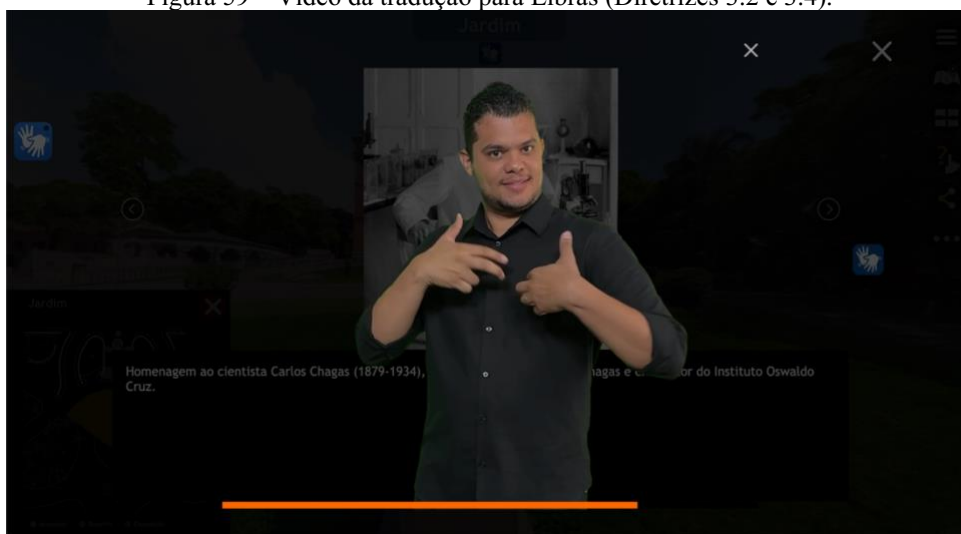
Figura 58 – Implementação do botão para tradução do conteúdo para Libras.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Para estar de acordo com a Diretriz 3.2, todos os vídeos foram configurados para serem exibidos em tela cheia, garantindo a visualização clara dos sinais. O fundo escuro foi definido para contrastar com a cor da pele do intérprete, seguindo a Diretriz 3.4. Ambas as soluções estão representadas pela Figura 59.

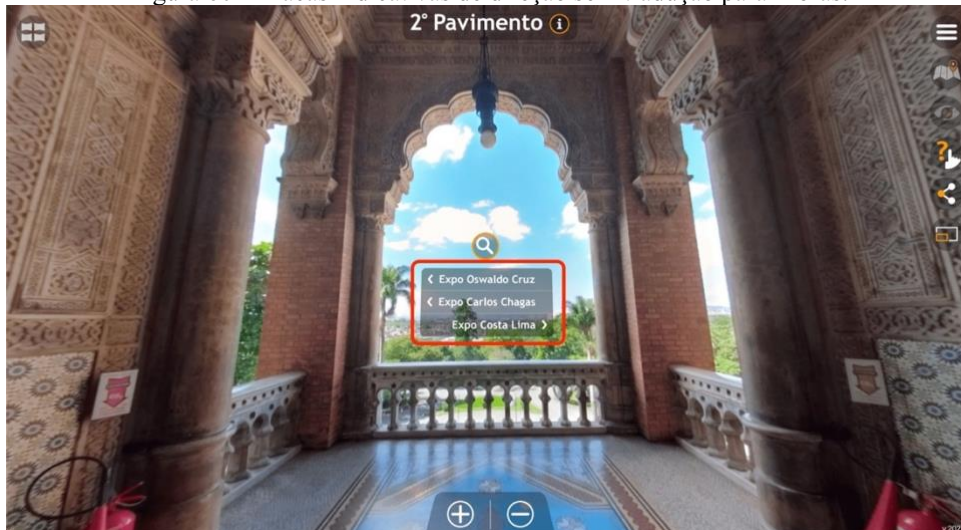
Figura 59 – Vídeo da tradução para Libras (Diretrizes 3.2 e 3.4).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

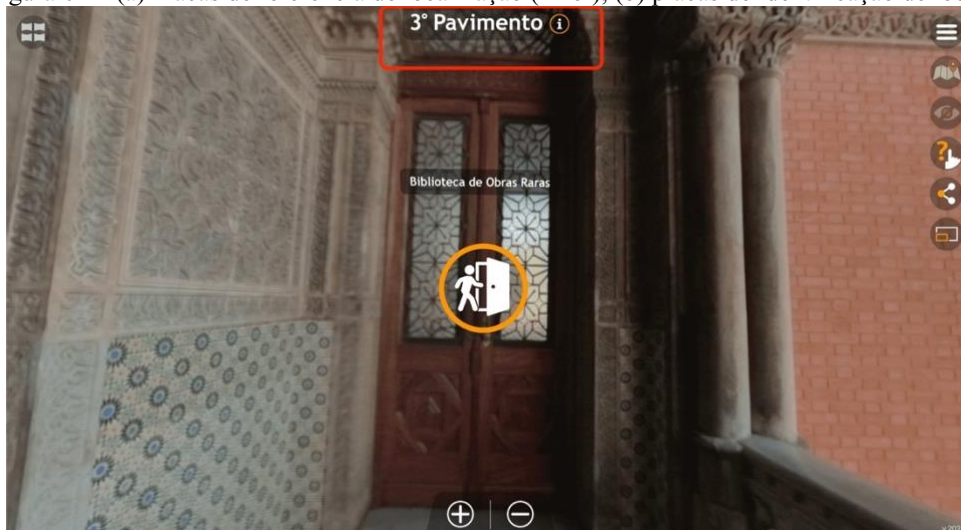
2 – **Problema:** Não existia a tradução para Libras dos seguintes itens: placas indicativas de direção (PIDs) referentes aos ambientes (Figura 60), placas de referência de localização (PRefs) (Figura 61a), placas de identificação de local (PILs) (Figura 61b), placas georreferenciadas (PGeos) localizadas na vista aérea e as descrições dos recursos de ajuda.

Figura 60 – Placas indicativas de direção sem tradução para Libras.

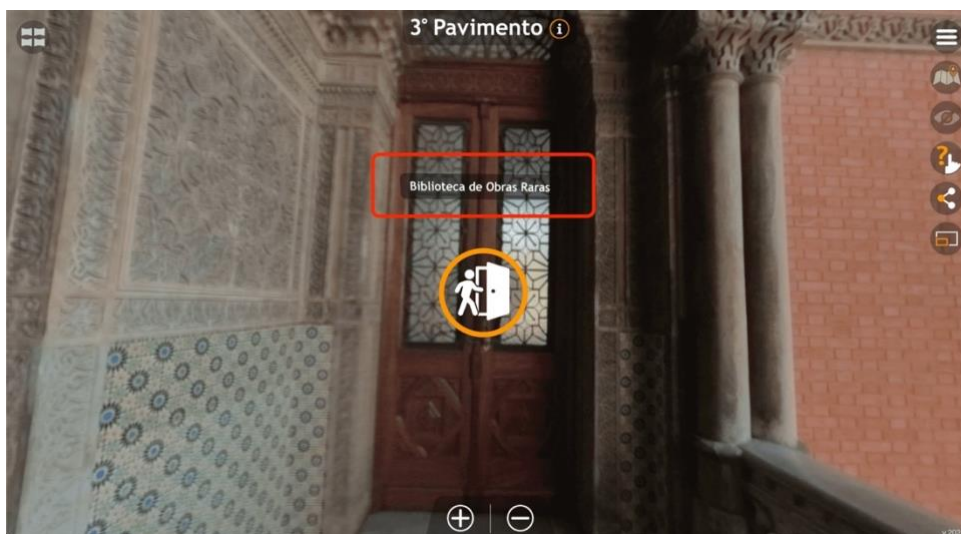


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 61 – (a) Placas de referência de localização (PRef); (b) placas de identificação de local.



(a)

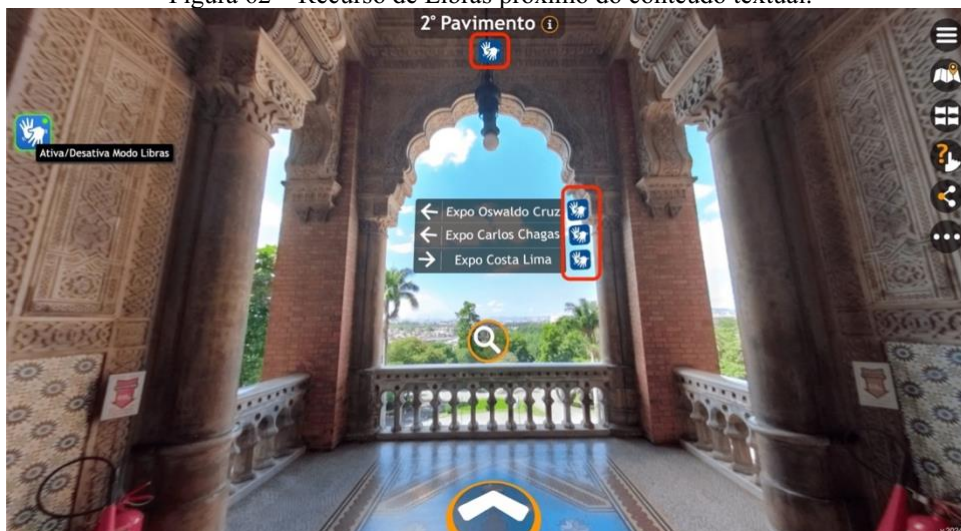


(b)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Um botão com o símbolo de Libras foi adicionado próximo a cada conteúdo textual. Similar ao recurso de tradução para Libras utilizado para o painel de informação, quando o usuário clicava no botão de Libras, a tradução correspondente ao item da placa era exibida, facilitando a compreensão de cada item textual (Figura 62).

Figura 62 – Recurso de Libras próximo do conteúdo textual.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

3 – **Problema:** A solução implementada para o problema anterior acabou gerando uma nova questão. Os recursos de tradução para Libras relacionados aos elementos gráficos de tela, como placas indicativas de direção e local, PRef, PGeo e recursos de ajuda dinâmica, estavam sendo exibidos permanentemente, independentemente do perfil do usuário.

Solução: Para solucionar esta questão, foi desenvolvido um recurso denominado “Modo Libras”, que, ao ser ativado, exibia um botão de Libras próximo a todo o conteúdo textual da aplicação, permitindo que a pessoa surda pré-linguística pudesse consultar a tradução de qualquer conteúdo textual sempre que desejasse. O funcionamento do recurso “Modo Libras” está ilustrado nas Figuras 63a e 63b.

Figura 63 – (a) “Modo Libras” desativado; (b) “Modo Libras” ativado.



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O recurso “Modo Libras” priorizou a exibição de todo o conteúdo em Libras, sendo exibido sempre em primeiro plano. Contudo, se o usuário desejasse ter acesso ao conteúdo textual, bastava fechar a janela da tradução para Libras. Este recurso atendeu à Diretriz 7.1, que

propôs a possibilidade de habilitar e desabilitar os vídeos em língua de sinais para toda a aplicação.

Finalizadas as implementações das melhorias no protótipo da ATV, este foi hospedado no endereço eletrônico https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vtcastelofiocruz2024_teste para facilitar o acesso durante o processo dos testes com os usuários.

4.2 Testes com o Protótipo

De posse dos resultados da inspeção realizada pelos especialistas, o pesquisador, elaborou as tarefas para os testes com os usuários de forma que englobassem todas as heurísticas utilizadas na inspeção, além de procurar responder às questões de pesquisa.

Para a realização dos testes, o pesquisador utilizou o protótipo gerado após a inspeção (https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vtcastelofiocruz2024_teste).

Com o intuito de facilitar o entendimento sobre os ambientes e recursos existentes na aplicação de *tour* virtual (ATV), o pesquisador utilizou a seguinte definição nas transcrições dos testes com os usuários:

- os ambientes existentes no castelo foram citados com formatação em itálico e entre aspas (ex.: “*Exposição Oswaldo Cruz*”).
- as funcionalidades existentes na aplicação foram citadas com formatação em itálico (ex.: *caminho virtual*).

Em complemento, foram disponibilizados *links* para vídeos demonstrativos referentes a alguns recursos específicos, visando facilitar o entendimento. Os *links* foram posicionados junto a citação do recurso.

4.2.1 Definição das Tarefas

As tarefas foram elaboradas com o intuito de minimizar o tempo que o usuário passaria executando os testes, evitando assim causar desconforto e cansaço devido a um tempo excessivo. Ao mesmo tempo, buscaram avaliar amplamente os recursos de usabilidade e acessibilidade implementados no protótipo.

Foram criadas quatro tarefas para atender ao roteiro principal, focando preferencialmente nos três primeiros pavimentos utilizados para as visitas presenciais guiadas. Além disso, o acesso aos pavimentos superiores, normalmente restrito a pessoas autorizadas, também foi incluído no roteiro de teste, pois possui uma dinâmica de acesso específica e de difícil entendimento. As tarefas e seus objetivos estão apresentados no Quadro 13.

Quadro 13 – Tarefas e objetivos.

ID	Descrição	Objetivos
1	Seguir até a “ <i>fachada do castelo</i> ” e acessar a <i>dica</i> .	Analisar a compreensão da dinâmica de utilização da aplicação. Analisar a compreensão da dinâmica dos recursos de dicas. Analisar a compreensão do funcionamento do recurso de <i>mapa</i>. Analisar a compreensão do recurso de clique nas placas para mostrar o <i>caminho virtual</i>. Analisar a compreensão dos ícones. Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento dos recursos de <i>ajuda</i> (Básica e dinâmica). Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>menu</i>.
2	Seguir para a “ <i>exposição Oswaldo Cruz</i> ”, localizada no “ <i>segundo pavimento</i> ” e acessar o recurso de <i>Libras</i> dentro de alguma <i>informação</i> sobre a exposição.	Analisar a compreensão da dinâmica de utilização da aplicação. Analisar a aceitação do formato adotado para o vídeo de <i>tradução para Libras</i>. Analisar a compreensão da dinâmica dos recursos de dicas. Analisar a compreensão do funcionamento do recurso de <i>mapa</i>. Analisar a compreensão do recurso de clique nas <i>placas indicativas de direção</i> (PIDs) para mostrar o <i>caminho virtual</i>. Analisar a compreensão dos ícones. Analisar a compreensão sobre a diferença entre o recurso de <i>seta simples e seta dupla</i>. Analisar a compreensão sobre a existência de “<i>elevador</i>”. Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>ajuda</i> (Básica e dinâmica). Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>tradução para Libras</i>. Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>menu</i>. Analisar a compreensão sobre as <i>placas indicativas de direção</i> (PIDs). Analisar a compreensão sobre o <i>painel informativo de locais</i> (PInfo). Analisar a compreensão sobre o recurso de <i>informações</i>. Analisar o entendimento sobre o recurso de <i>caminho virtual</i>. Avaliar a necessidade da implementação de mais <i>placas indicativas de direção</i> (PIDs).
3	Se dirigir ao “ <i>terraço sul</i> ”, localizado no “ <i>quinto pavimento</i> ” e encontrar a “ <i>torre sul</i> ” do castelo.	Analisar a compreensão da dinâmica de utilização da aplicação. Analisar a compreensão da dinâmica dos recursos de dicas. Analisar a compreensão dos ícones. Analisar a compreensão sobre a dinâmica de acesso ao “<i>quinto pavimento</i>”. Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>tradução para Libras</i>.

		Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>ajuda</i> (Básica e dinâmica). Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>menu</i>. Analisar a compreensão sobre a existência, localização e dinâmica de funcionamento do “<i>elevador</i>”. Analisar a compreensão sobre as <i>placas indicativas de direção</i> (PIDs). Analisar o entendimento e eficácia do recurso de <i>caminho virtual</i>. Avaliar a necessidade da implementação de mais <i>placas indicativas de direção</i> (PID).
4	Acessar a “ <i>vista aérea</i> ” e ativar o <i>modo Libras</i> .	Analisar a compreensão da dinâmica de utilização da aplicação. Analisar a compreensão da dinâmica dos recursos de <i>dicas</i>. Analisar a compreensão dos ícones. Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>ajuda</i> (Básica e dinâmica). Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>tradução para Libras</i>. Analisar a compreensão sobre a existência e funcionamento do recurso de <i>menu</i>. Analisar a compreensão sobre a proposta das <i>placas georreferenciadas</i> (PGeo). Analisar a compreensão sobre o recurso <i>Modo Libras</i>. Analisar a compreensão sobre recurso de camadas de localizações.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com as tarefas e objetivos definidos, o pesquisador deu início à realização dos testes com os usuários.

4.2.2 Realização dos Testes

Para a realização dos testes foram convidadas pessoas surdas pré-linguísticas e ouvintes do conhecimento do pesquisador, além daquelas que aceitaram participar por meio da carta convite ou indicadas pelos próprios participantes.

Como o pesquisador é servidor da Fiocruz, a maioria das pessoas que concordaram em participar foram os trabalhadores da própria instituição. Do total de doze voluntários, apenas um não atuava na Fiocruz e optou por realizar o teste em sua residência.

Para apoiar os testes com o grupo de usuários surdos, o pesquisador contatou o Centro de Vida Independente do Rio de Janeiro (CVI-Rio) (Fundação Oswaldo Cruz, 2019b) (<https://www.cvi-rio.org.br/site/cvirio>), uma associação sem fins lucrativos conveniada à Fiocruz. Neste contato, foi apresentada a proposta da pesquisa e consultada a viabilidade de disponibilizar intérpretes de Libras.

Em resposta, o CVI-Rio atendeu ao pedido, reconhecendo a importância da iniciativa e do suporte aos colaboradores surdos, e disponibilizou dois intérpretes para apoiarem a comunicação durante os testes.

4.2.2.1 Testes Piloto

Para validar os passos empregados nos testes definitivos, foram realizados dois testes piloto com o objetivo de refinar as etapas avaliativas (Schade, 2015).

Para os testes piloto, foram seguidos os passos (Capítulo 3):

- 1) Breve explicação sobre o objetivo da pesquisa e sua importância;
- 2) Apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- 3) Foi solicitada a assinatura do TCLE;
- 4) Entrevista pré-teste;
- 5) Breve explicação sobre a dinâmica da avaliação ao participante;
- 6) Solicitação de uma breve navegação exploratória pelo protótipo, com duração aproximada de 5 minutos, para que o usuário pudesse se familiarizar com o ambiente e a dinâmica de uso;
- 7) Em seguida, o participante foi convidado a seguir as instruções para a realização das tarefas do teste;
- 8) Entrevista pós-teste.

4.2.2.1.1 Usuário Piloto Ouvinte

O primeiro teste foi conduzido com um voluntário ouvinte, com o objetivo de identificar problemas de entendimento das tarefas e mensurar o tempo gasto em cada etapa. Esse procedimento foi essencial para balizar o teste piloto com o usuário surdo, pois considerou-se que o tempo para a realização da avaliação com este voluntário seria maior devido à participação do intérprete de Libras.

O participante ouvinte tinha 46 anos, fotógrafo, pós-graduado e com boa experiência computacional em ambos os dispositivos avaliados (computador e *smartphone*). Estava familiarizado com o *Google Maps* e já havia utilizado o recurso do *Street View* do *Google* (visualização de ruas em 360°). Além disso, tinha entendimento do que seria um passeio virtual

(*tour* virtual) pois já havia visitado outra aplicação além do *Street View*. Ele relatou que nenhuma aplicação de *tour* virtual que visitou possuía recursos de acessibilidade.

Como o usuário optou em realizar o teste em seu local de trabalho, o pesquisador se encaminhou para a sala onde o voluntário trabalha e lá montou os equipamentos de gravação de áudio e vídeo. Para estas gravações foram utilizados:

- um monopé com suporte para smartphone;
- um smartphone com sistema operacional Android para a gravação da tela do computador do usuário;
- um smartphone com sistema operacional iOS para gravação do *backup* de áudio.

O pesquisador também levou os documentos (TCLE, roteiro das entrevistas e tarefas) impressos. A Figura 64 ilustra o cenário padrão utilizado para os testes e suas características.

Figura 64 – Representação ilustrativa dos testes.



Fonte: Elaborado por inteligência artificial e adaptado pelo Autor.

Seguindo os passos para o teste, o pesquisador iniciou explicando o objetivo da pesquisa e sua relevância, seguido pela leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a sua posterior assinatura. Em seguida, questionou sobre a preferência do dispositivo (smartphone, computador do pesquisador ou computador do usuário) para a realização do teste, obtendo a confirmação do usuário sobre a utilização de seu computador, em seu local de trabalho. Continuando, o pesquisador fez uma breve explicação sobre a entrevista pré-teste,

iniciou a gravação e coletou os dados demográficos, experiência computacional e familiaridade com ATVs.

Antes do início das tarefas, o pesquisador perguntou ao participante se ele tinha alguma dúvida sobre o que havia sido explicado sobre a pesquisa, reforçando que o objetivo do teste era avaliar a aplicação e que sua participação ajudaria a compreender como melhorá-la. Após confirmar que o participante entendeu as instruções, o pesquisador pediu que ele navegasse pela ATV por cerca de 5 minutos de forma exploratória, como se estivesse em casa e com tempo disponível, podendo realizar qualquer ação que desejasse.

Ao término do tempo de exploração, o pesquisador interrompeu a navegação e explicou sobre o fluxo das tarefas, deixando claro que o usuário poderia se expressar a qualquer momento. Também foi explicado que o pesquisador não poderia responder perguntas sobre o que estava certo ou errado em cada tarefa, reforçando que o objetivo era avaliar a aplicação, não o desempenho do usuário. Assim, deu-se início ao processo de realização das tarefas, durante o qual o pesquisador observou as ações dos participantes e realizou os registros.

Com a conclusão das tarefas, o pesquisador iniciou a entrevista pós-teste, coletando dados sobre a percepção dos usuários com relação à experiência de uso da aplicação utilizada, finalizando assim o teste. O voluntário, ao ser questionado sobre desconforto ou cansaço relatou que se sentiu confortável com a abordagem e não sentiu cansaço.

Todo o processo foi cronometrado pelo pesquisador, sendo os passos 1, 2 e 3 (breve explicação sobre a pesquisa, apresentação e assinatura do TCLE) tiveram duração total de aproximadamente 5 minutos. O passo 4 (entrevista pré-teste) teve duração aproximada de 7 minutos. Já os passos 5, 6 e 7 (breve explicação sobre o teste, breve navegação e execução das tarefas) tiveram duração total de 17 minutos. Por fim, o passo 8 (entrevista pós-teste) teve duração aproximada de 7 minutos. No total, foram gastos aproximadamente 36 minutos para a realização de todo o teste piloto.

Com o encerramento do teste piloto, o pesquisador descarregou as gravações para dois dispositivos de armazenamento desconectado da internet a fim preservar o sigilo e integridade dos dados coletados.

Como resultado do primeiro teste piloto, o usuário conseguiu completar todas as tarefas em tempo satisfatório. Após esse teste, foram realizados pequenos ajustes no texto das tarefas, com o apoio de um intérprete de Libras, de forma a simplificar e facilitar a comunicação com o participante surdo.

4.2.2.1.2 Usuário Piloto Surdo

O segundo teste piloto foi realizado com uma pessoa com 61 anos, que nasceu surdo e possui perda auditiva profunda. Possui ensino fundamental, entretanto entende pouco a língua portuguesa. Sua experiência computacional em ambos os dispositivos (computador e smartphone) foi considerada por ele como mediana.

Com relação a sua experiência com aplicações de *tour* virtual, o usuário estava familiarizado com o *Google Maps*, mas nunca tinha usado o recurso do *Street View*. Entretanto, o usuário piloto já havia utilizado uma aplicação de *tour* virtual uma vez. Ele relatou que teve muita dificuldade com a referência de localização na aplicação que ele tinha utilizado, uma vez que não entendia de onde ele veio ou para onde ele tinha que ir.

Para o teste, este usuário também escolheu realizá-lo em seu local de trabalho. Assim, o pesquisador seguiu o mesmo procedimento do primeiro teste piloto, com a única diferença sendo a participação dos intérpretes de Libras.

Este participante, ao ser perguntado sobre a preferência do dispositivo para realizar o teste, optou pelo seu computador de trabalho, explicando que preferia a tela maior devido ao conforto visual.

No teste com este segundo usuário, os passos 1, 2 e 3 (breve explicação sobre a pesquisa, apresentação e assinatura do TCLE) tiveram duração de aproximadamente 15 minutos. O passo 4 (entrevista pré-teste) teve duração aproximada de 10 minutos. Já os passos 5, 6 e 7 (breve explicação sobre o teste, breve navegação e execução das tarefas) tiveram duração total de 30 minutos. Por fim, o passo 8 (entrevista pós-teste) teve duração aproximada de 9 minutos. No total, foram gastos aproximadamente 64 minutos para a realização de todo o teste piloto.

Como a comunicação com este participante dependia da tradução do intérprete, o tempo total do teste foi maior que o do usuário ouvinte. Esta diferença já era esperada devido à pouca experiência com ATVs e pela necessidade da tradução do intérprete. Contudo, o resultado do segundo teste piloto foi satisfatório pois o usuário conseguiu cumprir todas as tarefas em tempo confortável segundo o próprio voluntário. O pesquisador adotou a atitude de perguntar sobre o bem-estar do participante entre as tarefas e sempre que uma tarefa ultrapassasse 10 minutos.

Durante a execução das tarefas, o pesquisador observou as ações dos usuários piloto visando validar os objetivos propostos para cada tarefa (Quadro 13), e os resultados obtidos conseguiram atender a esses objetivos.

Como resultado dos testes piloto, todas as tarefas foram cumpridas de forma aceitável, não ocorrendo a necessidade de ajustes para os testes com os demais voluntários.

Por ser um teste piloto, os dados coletados foram desconsiderados nesta pesquisa.

4.2.2.2 Teste com os Usuários

Os testes com os demais voluntários seguiram o formato realizado nos testes piloto, onde o pesquisador solicitava a execução das tarefas de forma gradual evitando sobrecarga de memória. Ao todo foram realizados dez testes, sendo cinco com usuários surdos e cinco com usuários ouvintes.

Para garantir o anonimato, os participantes foram codificados de acordo com seu grupo. Para o grupo de surdos, foram codificados como S1, S2, S3, S4 e S5 e o de ouvintes como O1, O2, O3, O4 e O5.

Os testes foram realizados de acordo com a disponibilidade dos participantes, entretanto, para os surdos, o pesquisador teve que acordar as disponibilidades com a dos intérpretes.

Nesta pesquisa, foram aplicados dois questionários: um questionário pré-teste e um pós-teste. O questionário pré-teste foi utilizado para traçar o perfil dos participantes, incluindo informações demográficas, da experiência computacional e do conhecimento na utilização de

aplicações de *tour* virtual. O questionário pós-teste objetivou a coleta de informações adicionais às observações realizadas nos testes.

O público selecionado para os testes foram adultos, com idade entre 22 e 77 anos.

Os perfis dos voluntários surdos e ouvintes são apresentados nos Quadros 14 e 15 respectivamente.

Quadro 14 – Perfis dos voluntários surdos.

ID	Idade	Escolaridade	Profissão	Nível de perda auditiva	Idade que ficou surdo?	Entendimento da língua portuguesa	Experiência computacional	
							Computador	Smartphone
S1	47	Superior Incompleto	Designer	Perda auditiva profunda	Nasceu surdo	Pouco	Muito bom	Mediana
S2	35	Pós-graduação Incompleta	Auxiliar administrativo e Professor de Libras	Perda auditiva profunda	Antes de 1 ano	Parcial	Muito bom	Bom
S3	53	Superior Completo	Designer	Perda auditiva profunda	Antes de 1 ano	Parcial	Bom	Bom
S4	48	Ensino Médio Completo	Auxiliar administrativo	Perda auditiva profunda	1 ano	Parcial	Bom	Bom
S5	51	Pós-graduação Completa	Assistente Administrativo e Professor de Libras	Perda auditiva profunda	Nasceu surdo	Parcial	Bom	Bom

Fonte: Elaborado pelo Autor.

De acordo com o Quadro 14, todos os usuários surdos perderam a audição antes de completarem um ano de vida e nenhum compreendia bem a língua portuguesa.

Quadro 15 – Perfis dos voluntários ouvintes.

ID	Idade	Escolaridade	Profissão	Experiência computacional	
				Computador	Smartphone
O1	30	Superior Completo	Fotógrafo e Publicitário	Bom	Bom
O2	77	Ensino Médio Completo	Aposentado	Mediana	Mediana
O3	22	Superior Incompleto	Estudante	Bom	Bom
O4	62	Superior Incompleto	Fotógrafo	Mediana	Bom
O5	27	Superior Completo	Bibliotecário	Muito bom	Muito bom

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Observando os Quadros 14 e 15, com relação à escolaridade, apenas dois participantes possuíam ensino médio completo, sendo os demais, no mínimo curso superior incompleto.

Focando na experiência computacional, nenhum participante possuía nível considerado ruim para ambos os dispositivos.

As informações sobre a experiência no uso de ATVs são apresentadas no Quadro 16.

Quadro 16 – Experiência no uso de ATVs.

ID	Conhece o aplicativo Google Maps?	Utilizou o recurso de passeio virtual do Google Maps?	Sabe o que é uma aplicação de <i>tour</i> virtual?	Já utilizou alguma aplicação de <i>tour</i> virtual?	Teve alguma dificuldade em entender como funciona?	Qual foi a aplicação de <i>tour</i> virtual que utilizou?	Algum deles tinha recursos de acessibilidade?
Surdos pré-linguísticos							
S1	Não	Não	Não	----	----	----	----
S2	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não lembra	Não
S3	Sim	Não	Não	----	----	----	----
S4	Sim	Sim	Não	----	----	----	----
S5	Sim	Sim	Sim	Não	----	----	----
Ouvintes							
O1	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Museu	Não
O2	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Museu	Não
O3	Sim	Sim	Sim	Não	----	----	----
O4	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Centro Cultural / Escola / Turismo	Não
O5	Sim	Não	Sim	Não	----	----	----

Fonte: Elaborado pelo Autor.

O Quadro 16 apresenta os dados relacionados ao conhecimento sobre ATVs, onde apenas um participante surdo relatou não conhecer nada sobre o assunto, nem mesmo o *Google Maps*. Entre os que conheciam a ferramenta *Google Maps*, dois participantes de cada grupo nunca utilizaram o recurso de *tour* virtual do *Google* (*Street View*).

Um participante surdo que utilizou o recurso do *Street View* relatou não saber o que seria uma ATV. Dos sete que relataram saber o que seria uma ATV, um surdo e dois ouvintes nunca tinham utilizado. Entre os quatro voluntários que já haviam utilizado, apenas um ouvinte teve dificuldade de entender o funcionamento, sendo que a maioria se lembrou da utilização para visitas a museus virtuais.

Dentre as ATVs visitadas, os participantes relataram que nenhuma delas possuía recursos de acessibilidade.

Com relação ao conhecimento presencial do Castelo Fiocruz, os voluntários S1, S3, O1, O3 e O4 já o haviam visitado presencialmente em alguma ocasião, mas somente o usuário S1 já havia acessado o 5º Pavimento.

A realização dos testes com os demais usuários seguiu o mesmo formato empregado nos testes piloto, iniciando com a breve explicação sobre a pesquisa (passo 1), seguido da apresentação e assinatura do TCLE (passos 2 e 3). Após a assinatura, foi realizada a entrevista pré-teste (passo 4), seguida por uma breve explicação sobre o teste (passo 5). Em sequência, foi solicitado ao usuário que realizasse uma breve navegação pela aplicação e, logo após, a execução das tarefas (passos 6 e 7), finalizando com a entrevista pós-teste (passo 8).

É importante ressaltar que todo o processo dos testes com os usuários surdos foi apoiado pela tradução de dois intérpretes de Libras, que intermediaram a comunicação entre pesquisador e os voluntários surdos. Estes intérpretes se revezavam durante os testes para evitarem o cansaço.

Para dar início aos testes, o intérprete sempre se posicionava em local que facilitasse a visualização da sinalização pelo usuário surdo. Em seguida o pesquisador posicionava os equipamentos para as gravações em local que possibilitasse capturar apenas a tela do dispositivo escolhido para o teste.

4.2.2.2.1 Teste com o Usuário S1

O usuário S1 optou por realizar o teste em seu computador de trabalho.

Ao finalizar os procedimentos iniciais de posicionamento (usuário, intérprete, equipamentos e pesquisador) e dos passos 1, 2, 3, 4 e 5 do teste (breve explicação sobre a pesquisa, apresentação e assinatura do TCLE, entrevista pré-teste e breve explicação sobre o teste), o pesquisador deu início à navegação exploratória solicitando que o usuário realizasse a exploração da aplicação durante aproximadamente 5 minutos e simultaneamente, o intérprete traduziu toda a informação para Libras ao usuário.

a) Navegação exploratória

No início do teste, quando o pesquisador abriu o protótipo da ATV no navegador *Google Chrome*, o usuário, ao observar a tela, imediatamente indicou o *mapa* sinalizando em Libras que aquele elemento era uma forma de *ajuda*.

Ao iniciar a navegação exploratória, seguiu em direção ao castelo e clicou no *ícone de informação* sobre Oswaldo Cruz. Quando exibida a janela com as informações, o usuário tentou ler o texto. Em seguida, apontou para o *botão de Libras* e clicou, exibindo o vídeo de tradução do conteúdo para Libras. Expressou sua satisfação com o formato do vídeo de *tradução para Libras*, destacando como isso facilitou o entendimento das informações, uma vez que nem todo surdo consegue interpretar um texto em português. Também elogiou o recurso de *mapa*, pois auxiliou na compreensão da localização, proporcionando suporte a orientação espacial.

Quando chegou em frente à “*fachada do castelo*”, notou a presença das *placas indicativas de direção* (PIDs) e enfatizou sua importância, pois poderiam ajudar na orientação dos visitantes a encontrarem os diferentes locais existentes. O usuário sinalizou que tentaria clicar nesta PID e ao clicar no item “*Fundos*”, ativou o recurso *caminho virtual* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)) que indicou a direção que ele deveria seguir até o destino. Imediatamente, o usuário sinalizou que este recurso era muito interessante.

Explorando os elementos que constavam na tela, o usuário identificou o ícone de dica e em seguida, observou os itens do *menu principal* e acessou a *ajuda*, destacando seu entendimento sobre as ações que poderiam ser realizadas com o mouse e teclado.

Prosseguiu explorando o interior do castelo, observando as *informações* visuais e os detalhes da edificação.

Seguiu para o “*segundo pavimento*” pelas escadas e clicou no botão do *modo Libras* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), mas inicialmente não compreendeu sua função, desativando-o em sequência. Avançou para a “*varanda*” e acessou nova *informação*, e novamente clicou no *botão de Libras* para visualizar a tradução. Neste momento, o intérprete apontou a necessidade da existência de legenda no vídeo de *tradução para Libras*, porém o usuário enfatizou que, para ele, a legenda atrapalhava, preferindo a tradução sem a adição da legenda, argumentando que não fazia sentido adicionar uma legenda se o texto já estava disponível.

Questionado sobre sua compreensão do texto da *informação*, o usuário sinalizou que havia palavras e termos que ele não reconhecia. Neste momento, o pesquisador interrompeu a navegação e passou para a etapa das tarefas.

b) Tarefas

Após completar a navegação exploratória, o pesquisador explicou, com o apoio do intérprete, que passaria à etapa das tarefas e que a solicitação das ações seria passada de forma gradual para facilitar a memorização. Assim, o pesquisador leu a primeira tarefa (“Seguir até a *“fachada do castelo”* e acessar a *dica.*”) e o intérprete a traduziu simultaneamente ao usuário.

O usuário não teve dificuldades para cumprir a primeira tarefa, uma vez que já a havia realizado as ações intuitivamente na navegação exploratória.

Prosseguiu para a segunda tarefa (“Seguir para a *“exposição Oswaldo Cruz”*, localizada no *“segundo pavimento”* e acessar o recurso de Libras dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), acessando o castelo. Fechou o *painel informativo de locais* (PInfo) ([Link para o vídeo demonstrativo](#)) e utilizando as escadas, acessou a *“varanda do segundo pavimento”*. Se orientando pelas PIDs, seguiu diretamente para a *“exposição Oswaldo Cruz”*. Logo que entrou, consultou uma *informação* e em sequência a *tradução de Libras* referente ao conteúdo.

Na terceira tarefa (“Se dirigir ao *“terraço sul”*, localizado no *“quinto pavimento”* e encontrar a *“torre sul”* do castelo.”), dirigiu-se ao *“terceiro pavimento”* pelas escadas, clicando na PID do *“elevador”* e seguiu o *caminho virtual* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)) até encontrá-lo sem dificuldade. Ao acessar o *“quinto pavimento”*, em uma das PIDs, manifestou desconhecimento em relação ao termo “Pavimento”. Prontamente o intérprete sinalizou explicando que era o mesmo que “Andar”, e exemplificou sinalizando “sétimo andar”. Em seguida acessou o *“saguão da presidência”* e de lá seguiu direto para o *“terraço sul”* e encontrou a *“torre sul”*. Demonstrou facilidade na navegação e compreensão da dinâmica de funcionamento.

Na quarta tarefa (“Acessar a *“vista aérea”* e ativar o *modo Libras.*”), para acessar a *“vista aérea”*, o usuário entrou na *“torre sul”* e seguiu para a *“cúpula”*, acessando a vista externa. De lá, clicou no ícone para ir direto ao *“sétimo pavimento”* e acessou a *“vista aérea”*

através de um atalho existente neste local. Localizou prontamente o botão *modo Libras* e ficou entusiasmado ao perceber que todo o conteúdo textual estava traduzido para Libras.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 7 minutos e 42 segundos.

c) Entrevista pós-teste

Ao término das tarefas, o pesquisador, com o auxílio do intérprete de Libras, explicou ao usuário que a próxima etapa seria uma conversa em que ele poderia expressar livremente sua opinião sobre o teste. Desta forma, o pesquisador iniciou perguntando sobre a opinião do usuário em relação ao seu sentimento durante o processo do teste, sobre as facilidades e dificuldades percebidas nas tarefas, sugestões de melhorias e finalizando com conversas informais sobre questões observadas durante as tarefas.

Durante a conversa, o usuário ressaltou que essa aplicação pode desempenhar um papel crucial na orientação de surdos sobre os diferentes locais existentes no castelo, e considerou isso extremamente importante. Além disso, destacou a facilidade de uso da aplicação, enfatizando que não teve dificuldades em compreender seu funcionamento e as localizações apresentadas.

Sugeriu a que a aplicação fosse instalada nas portarias para ajudar os surdos a encontrarem os prédios no campus usando a “*vista aérea*”. Isso seria útil, já que os recepcionistas e seguranças geralmente não sabem Libras, dificultando a comunicação.

Considerou que o produto está praticamente pronto. Ele elogiou o visual e enfatizou a importância da tradução para Libras.

4.2.2.2.2 Teste com o Usuário S2

O usuário S2 optou por realizar o teste no computador do pesquisador, em sala cedida pelo Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Icict/Fiocruz).

Assim como realizado para o primeiro teste, o pesquisador, juntamente com os intérpretes, organizou-se para o dar início aos passos que antecedem a navegação exploratória (do passo 1, explicação da pesquisa, até o passo 5, breve explicação sobre o teste).

Ao completar o passo 5, o pesquisador deu início à navegação exploratória (passo 6).

a) Navegação exploratória

O pesquisador, sempre com o apoio dos intérpretes, explicou sobre o formato desta etapa informando que seria dado aproximadamente cinco minutos para que o usuário explorasse a aplicação e se familiarizasse com o dispositivo (computador do pesquisador) e protótipo.

Ao iniciar a navegação exploratória, o usuário avançou em direção ao castelo. No caminho clicou na *informação* referente a Carlos Chagas e, em seguida, no botão de Libras, abrindo o vídeo da tradução. Ao assistir o vídeo, questionou se haveria uma maneira de isolar o vídeo da tradução, pois como o painel do vídeo era translúcido, estava gerando confusão com a *janela de informação* ao fundo. Também sugeriu a implementação de um botão com recurso que permitisse ao usuário ajustar as dimensões do vídeo. Depois, fechou a janela do vídeo e informação textual e seguiu o roteiro em direção ao castelo.

No ambiente do pátio, acessou a “*vista aérea*”, sinalizou que gostou bastante e destacou que os surdos apreciavam muito esse tipo de visão. Ele também indicou a importância da utilização de ícones representativos, que tornam mais fácil o entendimento do significado da informação, pois os surdos são muito visuais. O usuário considerou isso como uma boa alternativa ao texto. Ao final da tradução do intérprete, o pesquisador passou para a etapa das tarefas.

b) Tarefas

Para o início da primeira tarefa (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a *dica*.”), o pesquisador novamente repetiu todo processo realizado no teste com o primeiro voluntário, sempre com apoio de intérpretes.

Antes de iniciar a primeira tarefa, o usuário quis explorar a funcionalidade do *mapa* e os ícones da tela. Depois de testar o recurso do *mapa*, ativou o *modo Libras* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), mas não compreendeu seu funcionamento imediatamente. Ao observar que havia aparecido na tela novos ícones de Libras, clicou novamente no ícone do *modo Libras* e ao desativar o recurso, entendeu o seu propósito. Sinalizou indicando que estava pronto para começar as tarefas.

Durante a Tarefa 1, no caminho para o castelo, o usuário assistiu ao vídeo institucional e demonstrou satisfação sinalizando positivamente. Salientou a importância de ter a tradução para Libras, além da legenda, já que nem todo surdo consegue entender o texto em português. Em seguida, fechou o vídeo e seguiu para a “*fachada do castelo*” através do *ponto de referência no mapa* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)). Ao chegar lá, explorou os elementos da tela e clicou no ícone de dica. Ao assistir ao vídeo demonstrativo ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), entendeu imediatamente a informação e sinalizou que tinha achado muito interessante o recurso de “*Caminho virtual*” que mostrava como chegar a outros locais.

Na Tarefa 2 (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de Libras dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), ao entrar no castelo, logo que foi exibido o *painel informativo de locais* (PInfo) ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), ele clicou no item referente ao local que desejava acessar. Ao perceber que os itens do painel não eram clicáveis, o usuário sinalizou que havia pensado que eram. Em seguida desativou o *modo Libras* e fechou o painel, seguindo diretamente para o “*segundo pavimento*” através das escadas. Na varanda do “*segundo pavimento*”, clicou na *placa indicativa de direção* (PID) e, seguindo o *caminho virtual*, acessou a “*exposição Oswaldo Cruz*”. Dentro da exposição, ativou novamente o *modo Libras* e clicou no *ícone de informação*. Como o *modo Libras* estava ativado, o vídeo com a *tradução para Libras* foi exibido em primeiro plano.

Na Tarefa 3 (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “*quinto pavimento*” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), o participante foi diretamente para o “*terceiro pavimento*” pelas escadas e, com a orientação das *placas indicativas de direção* (PIDs), conseguiu encontrar o “*elevador*” sem muita dificuldade. Ao acessar o “*quinto pavimento*”, seguiu para o “*terraço norte*”, pois não tinha entendido completamente as instruções. Neste momento o pesquisador repetiu a instrução da tarefa com o apoio da tradução do intérprete. Logo que percebeu que estava no local errado devido à placa de identificação de local (PIL) da *Torre Norte*, retornou ao saguão e acessou o “*terraço sul*”, encontrando a “*torre sul*”.

Durante a Tarefa 4 (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), não teve dificuldade, pois já havia aprendido essa função anteriormente. Com o término das tarefas, o pesquisador deu início à entrevista pós-teste (passo 8).

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 19 minutos e 11 segundos.

c) Entrevista

Para a entrevista, o pesquisador repetiu o mesmo procedimento feito com o primeiro usuário surdo, realizando as perguntas e conversas para coletar as impressões e sugestões do usuário, sendo sempre apoiado pelos intérpretes de Libras.

Logo no início da entrevista, o usuário sinalizou, expressando sua satisfação com o teste e destacando o recurso de *tradução para Libras* como muito interessante, pois tornou fácil o acesso ao conteúdo para os surdos. Sinalizou que tinha gostado do uso de ícones para representar ações específicas e elogiou o processo dos testes com os surdos. Ele reiterou a questão da confusão visual do vídeo de Libras com o fundo e sugeriu que o botão do *modo Libras* fosse mais evidente para facilitar a compreensão dos surdos sobre sua existência. Além disso, mencionou que não teve dificuldade em entender a dinâmica de uso, mas reconheceu que isso poderia ser um desafio para alguém com menos experiência computacional ou baixo letramento. Por fim, lembrou a sugestão da implementação de um recurso para aumentar e diminuir o tamanho do vídeo na tela, assim como o recurso de ampliação do *mapa*.

4.2.2.2.3 Teste com o Usuário S3

O usuário S3 optou por realizar o teste em seu computador de trabalho.

Para este teste, foram realizados os mesmos procedimentos de posicionamento dos participantes, equipamento e pesquisador. Também foram seguidos os passos que antecedem a navegação exploratória da mesma maneira que o primeiro teste, sempre com o apoio dos intérpretes de Libras.

a) Navegação exploratória

Foi dado aproximadamente 5 minutos para que o usuário explorasse o protótipo e se familiarizasse com ela.

Durante este tempo, o usuário explorou os itens do *menu* e clicou no botão *ajuda*, examinou as informações e fechou-as em seguida. Logo na primeira *informação* (Estátua de Sérgio Arouca) utilizou o recurso de *tradução para Libras*. Seguindo em direção ao castelo,

acessou várias informações dispostas ao longo do caminho. Observou-se que ele, primeiro tentava ler o texto, e depois acessava a tradução para ter uma melhor compreensão, pois havia palavras no texto que ele não conhecia. Seguiu navegando até a “*fachada do castelo*”, demonstrando entender a dinâmica de uso. Assim, o pesquisador interrompeu a navegação para dar início à etapa das tarefas, dado que o tempo de 5 minutos já havia esgotado.

b) Tarefas

Na primeira tarefa (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a *dica*.”), o usuário explorou todos os ícones do *menu* em busca da *dica*. Como não encontrou, seguiu para a “*fachada do castelo*”, onde a identificou rapidamente, acessando-a. De início, ficou na dúvida sobre o vídeo, mas logo entendeu seu propósito.

Na Tarefa 2 (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de Libras dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), ao entrar no castelo, clicou no item “*exposição Oswaldo Cruz*” do *painel informativo de locais* (Pinfo) para seguir diretamente para lá. Como este elemento não era clicável, ele optou por ativar o *modo Libras*, traduzindo todo o conteúdo textual da tela, incluindo os itens do painel. Em seguida, acessou todas as traduções em Libras destes itens. Ao entender todo o conteúdo, fechou o painel e continuou o passeio pela escada até a o “*segundo pavimento*”. No caminho, acessou o *ícone de detalhes* da arquitetura (Lupa), exibindo uma fotografia detalhada do acabamento da escada. Ao chegar à varanda do “*segundo pavimento*”, acessou a *tradução em Libras* da *placa indicativa de direção* (PID) e se dirigiu para a “*exposição Oswaldo Cruz*”.

Ao acessar a “*exposição Oswaldo Cruz*”, o usuário seguiu diretamente para a “*exposição Carlos Chagas*”, não percebendo que estava acessando outra exposição. Lá, consultou a *tradução em Libras* da *placa de referência de localização* (PRef), situada na parte superior da tela e que exibe o nome do local em que o visitante está. Como o *modo Libras* estava ativo, o vídeo da *tradução para Libras* foi exibido prioritariamente.

O usuário teve dificuldade em encontrar a saída da “*exposição Carlos Chagas*” devido ao seu formato, mas com o auxílio das *placas indicativas de direção* (PIDs), que indicavam a saída, conseguiu retornar à “*exposição Oswaldo Cruz*”. Assim que retornou, acessou a *informação* sobre a exposição e sua *tradução para Libras*.

Sinalizou apontando a importância de ter algum recurso para ampliar as informações dos painéis reais da exposição. Enfatizou a necessidade da Libras, pois quase nenhum surdo entende perfeitamente a língua portuguesa. Relatou que, à medida que ia navegando e acessando os ícones, foi aprendendo sua função. Antes do início da próxima tarefa, explorou novamente os itens do *menu*.

Para a terceira tarefa (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “*quinto pavimento*” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), o usuário novamente acessou a “*exposição Carlos Chagas*” e como anteriormente teve dificuldade para encontrar a saída, resolveu explorar o *menu*. Nesta exploração, descobriu o *menu de ambientes* onde era exibido atalhos para os principais locais existentes no castelo. Identificou o item referente ao “*terceiro pavimento*” e o acessou, sendo teletransportado para o ambiente das escadas. Ao chegar ativou o recurso “*Caminho virtual*”, clicando no item “Elevador/5º Pav.” da *placa indicativa de direção* (PID) e continuou o trajeto seguindo o *caminho virtual* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)). Entretanto, não conseguiu encontrar o “*elevador*” do “*terceiro pavimento*”. Depois de quatro tentativas, optou por retornar ao “*segundo pavimento*”. Com o auxílio das *placas indicativas de direção* (PIDs) para o “*elevador*” deste pavimento, o usuário conseguiu encontrá-lo e acessá-lo, seguindo para o “*quinto pavimento*”. Ao sair do “*elevador*” no “*quinto pavimento*”, seguiu para o “*saguão da presidência*” e acessou a *informação* sobre aquele ambiente e em seguida a sua *tradução para Libras*. Fechou o vídeo da tradução e a *janela de informação*. Ao retomar a exploração do ambiente, clicou no item “*terraço sul*” da *placa indicativa de direção* (PID) e ativou o *caminho virtual* até o destino, concluindo o objetivo da Tarefa 3. Ao final da tarefa, sugeriu inserir um atalho para os pavimentos superiores por meio das escadas de emergência.

Na Tarefa 4 (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), o usuário acessou a “*vista aérea*” com facilidade e como o *modo Libras* já estava ativado, todo o conteúdo textual exibido no ambiente continha um ícone de Libras ao lado. Neste momento, o pesquisador solicitou que o usuário desativasse e ativasse o *modo Libras*. O usuário realizou a solicitação e em seguida explicou que havia observado os ícones de Libras sumirem quando o *modo Libras* estava desativado e reapareciam quando ativado novamente, sinalizando que tinha compreendido sua funcionalidade.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 34 minutos e 33 segundos.

c) Entrevista

O usuário destacou que teve dificuldade em perceber o botão do *modo Libras*, sugerindo que ele poderia ser maior e mais chamativo, talvez com uma borda vermelha para destacá-lo. Ele também mencionou que teve facilidade em entender o funcionamento da aplicação e achou que estava muito boa, precisando apenas de pequenos ajustes. Reforçou a sugestão de permitir o acesso aos pavimentos superiores pela escada de emergência. Considerou o uso da aplicação intuitivo e gostou da oportunidade de conhecer os locais do Castelo Fiocruz. Ele sugeriu criar um fundo que isolasse o *menu principal*, semelhante ao que é feito no *mapa*. Quanto aos vídeos em tela cheia para Libras, ele comentou que são melhores para visualizar os sinais, mas sugeriu escurecer o fundo para isolar melhor o intérprete.

4.2.2.2.4 Teste com o Usuário S4

O usuário S4 optou por realizar o teste no computador do pesquisador, em sala cedida pelo Iict/Fiocruz.

Seguindo o mesmo processo realizado para os testes anteriores e com o apoio dos intérpretes, o pesquisador deu início à navegação exploratória (passo 6).

a) Navegação exploratória

Durante o período estipulado para a navegação exploratória, o usuário clicou na *ajuda* referente ao novo elemento gráfico do *ícone de informação*, considerando que era um botão. Observou que nada aconteceu e logo percebeu que era uma descrição sobre a função do ícone. Em seguida, clicou na seta de navegação, avançando em direção ao castelo.

Ao acessar a varanda do “*primeiro pavimento*”, questionou sobre a função do *painel informativo de locais* (PIL). Devido ao *modo Libras* estar desativado, ele não conseguiu ler seu conteúdo, não compreendendo seu propósito. Assim, fechou o *painel* e prosseguiu para o “*segundo pavimento*” pelas escadas. No caminho clicou no *ícone de detalhes* (Lupa) e abriu a janela com a imagem do detalhe da escada. Após visualizar a imagem, a fechou e retornou ao “*primeiro pavimento*”, explorando os “*fundos do castelo*”.

Ao final desta exploração, o usuário retornou à varanda do “*primeiro pavimento*”, onde consultou as informações sobre as placas de homenagem póstuma a Oswaldo Cruz. Em

seguida, clicou na lupa para ver os detalhes dos azulejos do “*primeiro pavimento*”. Depois, subiu novamente as escadas até a varanda do “*segundo pavimento*”, onde consultou outro ícone de detalhe para visualizar as fotos antigas da vista da varanda em direção à baía de Guanabara. Antes que a navegação fosse interrompida, ele continuou explorando outros detalhes da arquitetura presentes na varanda.

b) Tarefas

Na primeira tarefa (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a *dica*.”), ao se aproximar do castelo, o usuário clicou em uma *informação*, observou-a e fechou-a logo em seguida para continuar a tarefa. Chegando próximo ao castelo, identificou o *ícone de dica* e clicou nele. Assistiu ao vídeo demonstrativo e questionou se deveria seguir algum dos caminhos mostrados no vídeo. O pesquisador perguntou sobre a compreensão do vídeo e o usuário respondeu que tinha entendido pouco. Antes que o pesquisador continuasse o teste, o usuário rapidamente fechou a janela do vídeo e seguiu para entrar no castelo, mas foi interrompido pelo pesquisador para dar continuidade ao teste.

Na segunda tarefa (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de Libras dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), ao acessar a “*varanda do castelo*”, o usuário fechou o *painel informativo de locais* (PIL) e subiu para o “*segundo pavimento*” pelas escadas. Na “*varanda do segundo pavimento*”, procurou a localização da exposição listada na *placa indicativa de direção* (PID), onde, ao reconhecer o texto “Oswaldo Cruz”, conseguiu localizá-la e acessá-la.

Ao entrar na exposição, imediatamente clicou no *ícone de informação* e acessou o recurso de *tradução para Libras*. Comentou que achou o recurso importante e se interessou bastante pela informação. Em seguida, explorou mais informações no ambiente. Notou-se que o usuário, ao perceber que todo conteúdo textual estava traduzido para Libras, ficou empolgado. Assim, foi permitido que ele acessasse algumas outras informações no ambiente. A cada *informação* acessada, o usuário explicava o que tinha entendido sobre o conteúdo.

Na terceira tarefa (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “*quinto pavimento*” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), o usuário questionou sobre a existência de um “*quinto pavimento*”, pois em sua visita presencial ao castelo realizada há muito tempo, não haviam

informado sobre isso. Ao tentar sair da “*exposição Oswaldo Cruz*”, acabou acessando a “*exposição Carlos Chagas*” procurando a porta de saída. Percebendo que estava em outra exposição, retornou para a “*exposição Oswaldo Cruz*”. Ao explorar o ambiente, não compreendeu a sinalização sobre a “*exposição Carlos Chagas*” e entrou novamente nela. Desta vez, navegou até o final da exposição procurando a porta de saída, mas como não encontrou, retornou no sentido oposto. Assim que viu uma placa indicando a direção da saída, reconheceu a palavra “Saída” e a seguiu até acessar novamente a “*exposição Oswaldo Cruz*”.

Na “*exposição Oswaldo Cruz*”, ao explorar ao redor, conseguiu encontrar rapidamente a saída da exposição, acessando a varanda do “*segundo pavimento*”, seguindo em direção às escadas. Ao chegar em frente à escada para o “*terceiro pavimento*”, o usuário questionou a falta de informações para o “*quinto pavimento*”. Em seguida, subiu as escadas para o “*terceiro pavimento*” e navegou até a varanda, se direcionando para a *Biblioteca de Obras Raras*. Ao entrar na biblioteca, acessou a *informação* sobre o ambiente, explorou-o e seguiu para os fundos da biblioteca, onde consultou outra *informação*. Ao fechá-la, seguiu para a varanda dos fundos, em direção ao acesso do “*elevador*”, mas não entendeu onde ele ficava e retornou para a biblioteca.

Identificando que estava novamente na biblioteca, voltou para a varanda dos fundos e passou pela entrada do “*elevador*”, mas não o acessou. Notou-se que ele entendia as *placas indicativas de direção* (PID) e reconhecia o “5º”, mas não reconhecia a palavra “Elevador”. Ficava em dúvida se o local sinalizado era realmente o “*elevador*”. Após verificar o ambiente ao redor, clicou no ícone de entrada para o “*elevador*” e seguiu para o “*quinto pavimento*”. Ao chegar lá, considerou que o “*terraço sul*” ficava acima de onde se localizava, e assim, clicou no ícone de acesso ao “*sétimo pavimento*”.

Chegando ao “*sétimo pavimento*”, clicou no ícone que o levou para dentro da “*cúpula sul*” e de lá desceu para o “*terraço sul*”, passando por dentro da “*torre sul*”. Ao sair para o terraço, explorou ao redor e localizou a “*torre sul*”, completando a tarefa.

Na quarta tarefa (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), o usuário não associou o *ícone de drone* com a “*vista aérea*”. Ele apenas apontou para o ícone, sem clicar nele. Seguiu novamente para dentro da “*torre sul*”. Ao entrar na torre, percebeu que não era o

caminho correto e retornou ao “*terraço sul*”. Assim, seguiu para o “*terraço norte*” passando pelo “*saguão da presidência*”.

Ao acessar o “*terraço norte*”, encontrou um novo *ícone de drone* e clicou nele. Ao acessar a “*vista aérea*”, clicou na *dica* abrindo o vídeo demonstrativo. Em seguida o fechou e começou a explorar o ambiente aéreo. Neste momento, o pesquisador solicitou que o usuário encontrasse o botão do *modo Libras*. Assim, ao explorar os elementos na tela, o usuário rapidamente encontrou e clicou no botão *modo Libras* ativando-o. Em seguida clicou no ícone de Libras de uma das *placas georreferenciadas* (PGeo) para visualizar a *tradução pra Libras*, sinalizando que havia entendido o funcionamento.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 14 minutos.

c) Entrevista

De forma semelhante às demais entrevistas, o pesquisador conversou com o usuário realizando perguntas relativas ao teste.

O usuário, por sua vez expressou que gostou muito do teste, destacando a quantidade de informações sobre o castelo e sobre Oswaldo Cruz. Relatou que, apesar de enfrentar alguma dificuldade no início, logo se adaptou e se sentiu confortável durante o teste. Ele relembrou que teve um pouco de dificuldade em encontrar os locais solicitados, mas que, no geral, a experiência foi semelhante ao uso do *Google Street View*.

Especificamente sobre o acesso ao “*quinto pavimento*”, ele mencionou que achou mais difícil em comparação com os outros locais devido ao acesso pelo “*elevador*”.

Ao ser questionado pelo pesquisador sobre o motivo de procurar o “*elevador*”, o usuário explicou que decidiu usá-lo após explorar a área e visualizar a *placa indicativa de direção* (PID) contendo o texto “5”.

Por fim, ele enfatizou que gostou muito da aplicação de *tour* virtual e que o recurso de *tradução para Libras* estava bem claro e de fácil entendimento.

4.2.2.2.5 Teste com o Usuário S5

O usuário S5 optou por realizar o teste no computador do pesquisador, em sala cedida pelo Iict/Fiocruz.

Com o apoio dos intérpretes, o pesquisador repetiu todo o processo inicial do teste que precede a navegação exploratória (passo 6).

a) Navegação exploratória

No tempo aproximado de 5 minutos, o usuário começou a navegação clicando na seta para avançar e logo depois acessou a *informação* referente a Carlos Chagas. Ao exibir a *janela de informação*, ele ativou o *modo Libras* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), o que imediatamente exibiu o vídeo da *tradução em Libras* do conteúdo acessado juntamente com todos os *ícones para tradução em Libras* dos conteúdos textuais da aplicação. Após fechar a *janela de informação*, ele avançou e acessou o vídeo institucional. Assistiu metade do vídeo e o fechou. Continuou em direção ao castelo, acessando outras informações pelo caminho. Mais próximo ao castelo, ele clicou no *ícone de dica* e assistiu ao vídeo demonstrativo ([Link para o vídeo demonstrativo](#)). Após fechar o vídeo, clicou no ícone de Libras da *placa indicativa de direção* (PID). Em seguida, testou o recurso de *caminhos virtuais* demonstrado na *dica* e explorou outras informações disponíveis no ambiente auxiliado pela tradução para Libras. Observou-se que em alguns momentos o usuário navegava utilizando as setas do teclado. Ao final da exploração deste último ambiente, o pesquisador interrompeu a navegação para iniciar a etapa das tarefas.

b) Tarefas

Na Tarefa 1 (“Seguir até a *“fachada do castelo”* e acessar a *dica*.”), o usuário acessou a *informação* sobre Sergio Arouca, e ao abrir seu conteúdo, clicou no botão *modo Libras* para visualizar a *tradução em Libras*, assim como realizado na navegação exploratória. Ao fechar a *janela da tradução e informação*, seguiu diretamente para a *“fachada do castelo”*, mas teve dificuldade em identificar o *ícone da dica*, embora o tenha consultado na navegação exploratória. Após clicar no *ícone de informação* e explorar seu conteúdo, ficou hesitante em clicar no *ícone da dica*, mas após alguns segundos clicou. Ao término do vídeo demonstrativo, ele relatou que tinha entendido o que o vídeo havia ensinado.

Na segunda tarefa (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “segundo pavimento” e acessar o recurso de *tradução para Libras* dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), ao acessar o castelo, gostou do *painel informativo de locais* (PInfo) ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), mas achou que era clicável. No painel, explorou as traduções para Libras referentes aos locais existentes em cada pavimento. Logo fechou o painel e seguiu para o “segundo pavimento” utilizando as escadas. Ao chegar na varanda, clicou no botão de Libras ao lado da *placa indicativa de direção* (PID) para saber o que significava o texto contido nela. Como o *modo Libras* estava ativo, os ícones de Libras ficaram visíveis próximo aos conteúdos textuais por toda aplicação. O primeiro item da *placa indicativa de direção* (PID) era o da “*exposição Oswaldo Cruz*”. Desta forma, o usuário entendeu e se direcionou para este ambiente. Ao entrar na “*exposição Oswaldo Cruz*”, acessou a *informação* sobre o local e o vídeo em Libras foi exibido em primeiro plano devido ao *modo Libras* ativo.

Ao iniciar a Tarefa 3 (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “quinto pavimento” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), o usuário explorou o *menu* antes de começar a navegação. Em vez de sair da “*exposição Oswaldo Cruz*”, o usuário acessou a “*exposição Carlos Chagas*” e ao perceber que estava em outra exposição, retornou à “*exposição Oswaldo Cruz*” ([Link para o vídeo demonstrativo](#)). Nesse instante, o usuário observou a tela para encontrar uma forma de sair desta exposição. Ao perceber que havia um botão semelhante ao ícone usado para sair dos ambientes, clicou no atalho denominado “Sair da Expo” localizado no canto superior esquerdo para sair imediatamente da “*exposição Oswaldo Cruz*”. Logo seguiu para a parte das escadas, mas como não havia mais escadas para subir, ficou hesitante sobre o que fazer. Observou o *mapa* e notou que não havia indicação para acessar o “*quinto pavimento*”. Então resolveu descer para o “segundo pavimento” e lá encontrou uma *placa indicativa de direção* (PID) que orientava a direção do “*elevador*”. Ao clicar na *placa indicativa de direção*, seguiu o *caminho virtual* até a entrada do “*elevador*”, acessando-o ([Link para o vídeo demonstrativo](#)). Ao chegar no “quinto pavimento”, navegou diretamente para o “*terraço sul*” com facilidade e encontrou a “*torre sul*”.

Na Tarefa 4 (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), o usuário acessou a “*torre sul*” a partir do “*terraço sul*” e seguiu para a “*cúpula sul*”. de lá, acessou a vista externa da “*cúpula*” tentando encontrar uma forma de ir para a “*vista aérea*”. depois de um pouco de hesitação, acabou conseguindo acessar o “*sétimo pavimento*” e lá clicou no *ícone do drone*.

Como o *modo Libras* continuava ativado, todos os ícones de Libras estavam visíveis na tela. O usuário então começou a explorar a visão aérea, sinalizando que essa visão era muito interessante. Logo que localizou o *ícone de dica*, clicou e assistiu o vídeo demonstrativo sinalizando que tinha entendido a demonstração sobre a funcionalidade de camadas de localizações ([Link para o vídeo demonstrativo](#)). Seguidamente testou este recurso, desativando e ativando novamente as *placas georreferenciadas* (PGeos) de acordo com as classificações (Fiocruz, Entorno, Conjunto Arquitetônico, Mobilidade e Pontos Turísticos). Por fim, comentou que tinha gostado bastante.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 17 minutos e 46 segundos.

c) Entrevista

Durante o processo da entrevista, o usuário sinalizou que, devido a um problema de visão (síndrome de Usher, uma doença que causa a perda gradual da visão), a letra estava um pouco pequena para ele. No entanto, relatou que achou o teste tranquilo e que não teve dificuldades para cumprir as tarefas. Também destacou que os vídeos em Libras estavam em um formato que ele achou fácil de visualizar, sem encontrar dificuldades para entender seu conteúdo. Ele sugeriu apenas escurecer um pouco o fundo, mas ressaltou que gostou muito da experiência geral.

4.2.2.2.6 Teste com o Usuário O1

O usuário O1 (ouvinte) optou por realizar o teste em seu computador de trabalho.

Para o teste com o usuário O1, o pesquisador seguiu o processo adotado para todos os testes anteriores a navegação exploratória, porém, sem a necessidade de apoio dos intérpretes.

a) Navegação exploratória

Seguindo o critério adotado para este passo, o pesquisador concedeu aproximadamente 5 minutos para que o usuário explorasse a aplicação. Neste período o usuário começou sua navegação observando as funcionalidades de *mapa* e *menu*. Em seguida, clicou no *ícone de informação* sobre Sérgio Arouca e leu o conteúdo exibido. Após fechar a *janela de informação*, avançou acessando em seguida uma nova *informação* sobre Carlos Chagas. Novamente leu o conteúdo e fechou, seguindo adiante.

Durante sua navegação em direção ao castelo, ele acessou a “*vista aérea*” e realizou um giro completo pelo ambiente, observando as *placas georreferenciadas* (PGeo). Após concluir o giro de 360 graus, optou por retornar ao solo clicando no *ícone H* (representação do símbolo para heliponto). Assim, foi teletransportado de volta para a “*frente do castelo*”, onde explorou mais informações disponíveis. Em seguida, dirigiu-se para a lateral esquerda do castelo, passando pela “*praça Pasteur*” e seguindo para os “*fundos do castelo*”.

Ao encontrar uma *placa indicativa de direção* (PID) que orientava sobre a localização da “*frente do castelo*”, o usuário a seguiu. Ao chegar em frente ao castelo, clicou no *ícone de dica*. Após observar o vídeo ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), continuou sua navegação para dentro do castelo, acessando informações pelo caminho. Na “*varanda*”, inicialmente pensou que o *painel informativo de locais* (PInfo) fosse clicável, mas logo percebeu que não era, continuando sua navegação em direção ao “*banheiro*”, localizado nos “*fundos do castelo*”. Em seguida, retornou à parte interna do castelo, onde encontrou o “*elevador*” e o acessou. Nesse momento, a navegação foi interrompida pelo pesquisador para iniciar as tarefas.

b) Tarefas

Na Tarefa 1 (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a *dica*.”), o usuário dirigiu-se rapidamente à “*fachada do castelo*” e imediatamente clicou no *ícone de dica*. Observou o vídeo demonstrativo sobre a funcionalidade da *dica* e questionou se havia alguma maneira de mudar a posição da janela do vídeo. O pesquisador tomou nota dessa observação para possível avaliação futura. Em seguida, o usuário clicou no *ícone de informação* sobre o “*primeiro pavimento*”, localizado na *placa de referência de localização* (PRef) do ambiente. Leu a informação e depois a fechou.

Na Tarefa 2 (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de *tradução para Libras* dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), o usuário dirigiu-se ao “*segundo pavimento*” pelas escadas e, ao chegar na “*varanda*”, clicou na *placa indicativa de direção* (PID) referente à “*exposição Oswaldo Cruz*”. Falou sobre a expectativa de ser teletransportado diretamente para o local ao clicar na *placa*. Continuou a navegação em direção à “*exposição Oswaldo Cruz*”. Ao acessá-la, imediatamente clicou no *ícone de informação* e acessou o recurso de *tradução para Libras* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)).

Na Tarefa 3 (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “*quinto pavimento*” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), assim que recebeu a instrução, o participante navegou até o “*terceiro pavimento*” utilizando as escadas e, ao chegar, ficou em dúvida sobre como acessar o “*quinto pavimento*”. Ao visualizar a *placa indicativa de direção* (PID) sobre a localização do “*elevador*” e do “*quinto pavimento*”, seguiu-a até encontrar o “*elevador*” e o acessou. Após sair do “*elevador*”, já no “*quinto pavimento*”, explorou o ambiente e acessou o “*sétimo pavimento*”. Ao chegar lá, percebeu que estava no local errado devido à *placa de referência de localização* (PRef) do ambiente. Então, retornou ao ambiente de acesso ao “*elevador*” e de lá seguiu para o “*terraço sul*”, passando pelo “*saguão da presidência*”, sempre se orientando pelas *placas indicativas de direção* (PIDs). Ao acessar o “*terraço sul*”, conseguiu encontrar a “*torre*” com facilidade.

Na Tarefa 4 (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), o voluntário acessou a “*vista aérea*” e ativou o *modo Libras* sem dificuldade ([Link para o vídeo demonstrativo](#)). Ao concluir a tarefa, ainda quis explorar mais a “*vista aérea*” clicando no *ícone de Libras* e observando as *placas georreferenciadas* (PGeo). Também experimentou a funcionalidade de *camadas de localizações* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), onde foi possível ativar e desativar as PGeos de acordo com as classificações listadas (Fiocruz, Entorno, Conjunto Arquitetônico, Mobilidade e Pontos Turísticos). Ao final testou o *ícone menu de ambientes*, localizado no *menu principal* ([Link para o vídeo demonstrativo](#)).

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 2 minutos e 55 segundos.

c) Entrevista

Logo no início da entrevista, o usuário expressou sua ansiedade em completar as tarefas o mais rápido possível. No entanto, durante a navegação exploratória, permaneceu mais calmo. Ele destacou a qualidade das imagens e relatou que não teve dificuldades em navegar pela aplicação. Mencionou que, inicialmente, tentou acessar os locais diretamente clicando nas *placas indicativas de direção* (PIDs), mas logo compreendeu que não era possível, procurando por outras formas de acesso no *menu*. Desta maneira descobriu o *menu de ambientes*, acessando assim outros locais diretamente. Ele sugeriu que esse recurso poderia ser mais evidenciado, pois considerou importante para auxiliar a navegação. Além disso, ressaltou a importância da aplicação por permitir o acesso a locais restritos ao público em geral e elogiou os recursos de

detalhes da arquitetura e as informações fornecidas. Destacou ainda a importância do *modo Libras* para permitir que os surdos tenham acesso às informações sobre o castelo.

4.2.2.2.7 Teste com o Usuário O2

O usuário O2 optou por realizar o teste em seu computador pessoal com navegador Google Chrome.

Após a realização de todos os passos anteriores à navegação exploratória (passo 6), o pesquisador concedeu aproximadamente 5 minutos para o usuário realizar a exploração.

a) Navegação exploratória

O usuário começou sua exploração clicando em um *ponto de referência* no mapa ([Link para o vídeo demonstrativo](#)), sendo então teletransportado para o ambiente correspondente (“*pátio do castelo*”). Repetiu esse processo até chegar ao ambiente onde estava o busto de Oswaldo Cruz. Em seguida, avançou em direção ao castelo clicando na *seta de navegação* (seta no chão). Quando chegou em frente ao castelo, clicou no *ícone de dica* e assistiu ao vídeo demonstrativo. No começo, teve dificuldade para entender o vídeo, mas após assisti-lo novamente, conseguiu compreender e fechou a *janela de informação*.

Posteriormente, selecionou outro *ponto no mapa* que o levou para a parte dos “*fundos do castelo*”. A partir daí, dirigiu-se ao “*primeiro pavimento*” e acessou o “*banheiro*”. Após examinar a *informação* disponível no ambiente do “*banheiro*”, a exploração foi interrompida pelo pesquisador para dar início ao teste.

b) Tarefas

Na primeira tarefa (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a *dica*.”), o usuário dirigiu-se rapidamente para a “*fachada do castelo*” e acessou a *dica* sem dificuldades. Ele destacou que achou o vídeo muito esclarecedor e gostou do formato utilizado.

Na segunda tarefa (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de *tradução para Libras* dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), ao chegar à “*varanda do primeiro pavimento*”, observou o *painel informativo de*

locais (PInfo), mas não clicou em nenhum item. Em seguida fechou-o e prosseguiu com a navegação em direção ao “*segundo pavimento*” pelas escadas.

Quando chegou ao “*segundo pavimento*”, utilizou o recurso dos *pontos de referência do mapa* para ser teletransportado diretamente para a “*exposição Oswaldo Cruz*”. Na exposição, realizou um breve passeio e, em seguida, sem perceber, acessou a “*exposição Carlos Chagas*”. Ao notar que estava em outra exposição, retornou à “*exposição Oswaldo Cruz*”, orientando-se pelas *placas indicativas* (PID) de saída. Ao retornar para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, o participante ativou o *modo Libras*, pensando que era o recurso de *tradução para Libras* da informação. Nesse momento, o pesquisador leu novamente a descrição da tarefa para o usuário. Em seguida, o voluntário percebeu que ainda não havia completado a tarefa e começou a examinar o ambiente em busca de algum elemento que representasse uma *informação*. Desta forma, encontrou o *ícone de informação* e acessou-o, resultando na exibição do vídeo em libras em primeiro plano, devido ao *modo Libras* estar ativo.

Na terceira tarefa (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “*quinto pavimento*” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), novamente tentou localizar no *mapa* a indicação do “*quinto pavimento*”, mas como não encontrou, seguiu a navegação pelas *setas no chão*. No trajeto, acessou *informações e detalhes* sobre o castelo. Seguiu para o “*terceiro pavimento*” subindo as escadas e examinou o ambiente da chegada ao “*terceiro pavimento*”. Ao localizar a *placa indicativa de direção* (PID) com o texto “Elevador/5º Pav.”, clicou na placa e seguiu o *caminho virtual* até o ambiente de acesso ao “*elevador*”. Como não explorou este ambiente totalmente, não o encontrou, pois girou a visualização do ambiente para o lado oposto de onde se localizava o “*elevador*”. Assim, retornou para o ambiente das escadas. Lá acessou a *dica* e teve um pouco de dificuldade para entender no início, mas logo compreendeu e a fechou, seguindo diretamente o *caminho virtual* até o acesso do “*elevador*”. Desta forma conseguiu encontrá-lo e, imediatamente dirigiu-se para o “*quinto pavimento*”. Ao sair do “*elevador*”, explorou o ambiente e seguiu a orientação da *placa indicativa de direção* (PID) para os “*terraços*”, dirigindo-se no sentido do “*saguão da presidência*”, onde clicou na *informação* sobre o local. Após ler o conteúdo da *janela de informação*, explorou o ambiente para tentar encontrar alguma orientação sobre a localização do “*terraço sul*”. Assim, visualizou rapidamente a *placa indicativa de direção* (PID) para o “*terraço sul*” e o acessou, dirigindo-se diretamente para a “*torre sul*”, concluindo a tarefa.

Na tarefa 4 (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), conseguiu acessar rapidamente a “*vista aérea*”, mas como o *modo Libras* estava ativado, os *ícones de Libras* já se encontravam visíveis. O pesquisador então solicitou que o usuário encontrasse o botão *modo Libras* e o clicasse. O usuário buscou na tela o botão encontrando-o brevemente. Em sequência o clicou, desativando-o e fazendo com que os *ícones de Libras* desaparecessem da tela. Assim, o participante compreendeu a funcionalidade e apontou que no início não tinha entendido bem esse recurso, mas que achou muito importante.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 24 minutos e 36 segundos.

c) Entrevista

Na entrevista, o usuário expressou sua satisfação com o teste, destacando o recurso de *dica* como o mais interessante para ele. Mencionou que a Tarefa 3 foi a mais complexa devido à dificuldade em encontrar o “*elevador*”, mas que após compreender o conteúdo do vídeo, a tarefa ficou mais fácil. Comentou que, por outro lado, encontrou o “*terraço*” com facilidade. Ele enfatizou a satisfação em poder visitar remotamente o Castelo Fiocruz, pois isso lhe permitiu examinar detalhes arquitetônicos e adquirir conhecimento através das informações disponíveis. Além disso, expressou sua satisfação com o recurso de *lupa*, que possibilitou a visualização detalhada da arquitetura.

4.2.2.2.8 Teste com o Usuário O3

O usuário O3 optou por realizar o teste em seu computador de trabalho.

Assim como para os demais testes realizados, o pesquisador cumpriu todos os passos antecessores à navegação exploratória (passo 6).

a) Navegação exploratória

O usuário iniciou sua navegação avançando e explorando os arredores de cada ambiente que acessava. Ao chegar ao “*pátio do castelo*”, optou por acessar a “*vista aérea*”. Neste ambiente, localizou o *ícone de retorno ao solo* (H) e ao clicá-lo, desceu para a “*fachada do castelo*”. Dali, avançou em direção à entrada do “*primeiro pavimento*”. Ao ser exibido o *painel informativo de locais* (PInfo), tentou clicar nos itens, mas logo percebeu que não eram clicáveis e o fechou. Posicionou-se em frente à escada identificando a *placa indicativa de*

direção (PID) referente ao “*elevador*” e a clicou. Ao ser exibido o *caminho virtual*, o usuário o seguiu até o “*elevador*”. Em seguida, acessou o “*quinto pavimento*”.

No “*quinto pavimento*”, dirigiu-se ao “*saguão da presidência*” e observou o ambiente ao seu redor. Ao identificar a indicação para o “*gabinete da presidência*”, direcionou-se imediatamente para lá, demonstrando interesse em conhecer a “*sala da presidência*” da instituição. Explorou detalhadamente o ambiente e, em seguida, retornou ao “*elevador*” e acessou o “*quarto pavimento*”. Apesar deste pavimento não ser visitável, o usuário clicou na *informação* que explicava a história do local, leu o conteúdo e fechou a *janela de informação*. Neste momento, o pesquisador interrompeu a navegação exploratória para dar início à etapa das tarefas.

b) Tarefas

Na Tarefa 1 (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a *dica*.”), o usuário se dirigiu rapidamente à “*fachada do castelo*” e clicou em uma *informação*. Em seguida questionou o pesquisador se estava procedendo corretamente. Como resposta, o pesquisador devolveu a pergunta questionando o usuário sobre o entendimento da ação que ele havia acabado de executar. Após refletir por alguns segundos, o usuário fechou a *janela de informação* e identificou o *ícone de dica*, assistindo ao vídeo demonstrativo e indicando que havia compreendido o exemplo apresentado.

Na Tarefa 2 (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de *tradução para Libras* dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), ao avançar para a entrada do “*primeiro pavimento*”, o usuário tentou novamente clicar nos itens do *painel informativo de locais* (PInfo). Ao lembrar que não eram clicáveis, fechou o *painel* e seguiu para o “*elevador*”, indo para o “*segundo pavimento*”. Ao chegar na “*varanda*”, tentou acessar diretamente a “*exposição Oswaldo Cruz*” através da *placa indicativa de direção* (PID), mas não obteve sucesso. Então, se direcionou à exposição e avançou até acessá-la por meio das setas no chão. Dentro da exposição, clicou rapidamente na *informação*, porém não localizou o *ícone de Libras* e fechou a *janela de informação*. Após explorar um pouco o ambiente, acessou a “*exposição Carlos Chagas*”. Ao perceber que estava em outra exposição, retornou à “*exposição Oswaldo Cruz*” seguindo as *placas* (PIDs) de saída.

Ao retornar à “*exposição Oswaldo Cruz*”, acessou novamente a *informação* e localizou o recurso de *tradução para Libras*.

Na terceira tarefa (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “*quinto pavimento*” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), dirigiu-se rapidamente ao “*elevador do segundo pavimento*” e seguiu para o “*quinto pavimento*”. Ao chegar lá, rapidamente encontrou o “*terraço sul*” e a “*torre*”, seguindo as *placas indicativas de direção* (PIDs).

Na Tarefa 4 (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), acessou a “*vista aérea*” e ativou o *modo Libras* sem dificuldades.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 4 minutos e 25 segundos.

c) Entrevista

O usuário expressou grande interesse no recurso das *dicas*, especialmente no *caminho virtual*. Destacou que não encontrou dificuldades para completar as tarefas e gostou muito da oportunidade de conhecer o castelo, especialmente áreas restritas ao público. Observou que os recursos de *dicas* por vídeo e a *tradução para Libras* são importantes para democratizar o acesso à informação, facilitando a navegação na aplicação, especialmente para pessoas com limitações, como os idosos.

4.2.2.2.9 Teste com o Usuário O4

O usuário O4 optou por realizar o teste em seu computador de trabalho.

Após cumprir do primeiro ao quinto passo, o pesquisador deu início à navegação exploratória (sexto passo).

a) Navegação exploratória

Durante a navegação exploratória, o usuário dirigiu-se diretamente para o “*primeiro pavimento*” do castelo. Ao chegar à entrada, observou o *painel informativo de locais* (PInfo), mas não clicou em nenhum item. Depois de ler o conteúdo, fechou o *painel* e explorou os arredores do ambiente. Em seguida, subiu para o “*segundo pavimento*” pelas escadas. Ao chegar lá, examinou o ambiente e depois foi para a “*varanda*”, onde novamente observou ao redor. Após explorar completamente o ambiente da “*varanda*”, subiu para o “*terceiro pavimento*”

pelas escadas. Na “*varanda do terceiro pavimento*”, mais uma vez olhou ao redor e com a orientação da *placa indicativa de direção* (PID), seguiu até a “*exposição Insetos Ilustrados*” e a acessou. Depois de explorar esse ambiente, voltou para a “*varanda*” e entrou na “*biblioteca de Obras Raras*”. Ao concluir a exploração desse ambiente, o pesquisador interrompeu a navegação para iniciar as tarefas do teste.

b) Tarefas

Na Tarefa 1 (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a dica.”), o usuário navegou diretamente para a “*fachada do castelo*” e, ao chegar lá, clicou na descrição do “*ícone da dica*” pensando que fosse um botão. Em seguida, avançou para a entrada do castelo e considerou o *painel informativo de locais* (PInfo) como uma dica. Neste momento, o pesquisador decidiu investigar mais a fundo o entendimento do usuário em relação aos ícones. Nesta investigação, foi constatado que o usuário, ao clicar na descrição do *ícone de dica* e não observar nenhuma ação acontecendo, interpretou que a *dica* se referia a outro tipo de informação, como as *placas indicativas de direção* (PIDs). Por essa razão, ele não considerou os ícones na tela como elementos clicáveis. Diante disso, o pesquisador decidiu avançar para a segunda tarefa ao compreender o entendimento do usuário.

Na Tarefa 2 (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de *tradução para Libras* dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), o usuário dirigiu-se rapidamente ao “*segundo pavimento*” e, com a orientação da *placa indicativa de direção* (PID), acessou a “*exposição Oswaldo Cruz*” sem dificuldades. Dentro da exposição, o usuário iniciou uma exploração clicando nos painéis físicos da exposição real e que ele pensava serem informações, mas na verdade faziam parte do cenário e não eram clicáveis. Ao perceber isto, o usuário explorou ao redor e entrou na “*exposição Carlos Chagas*”. Logo percebeu que era outra exposição, retornando para a “*exposição Oswaldo Cruz*”. Em seguida, identificou o *ícone de informação* e o clicou. Embora tenha posicionado o mouse sobre o *ícone de tradução para Libras*, não o acessou, fechando em seguida a *janela da informação*. O pesquisador reforçou o objetivo da tarefa e perguntou sobre a identificação de símbolos relacionados à acessibilidade ou Libras, mas o usuário não conseguiu identificar o *ícone com a simbologia de Libras*. O pesquisador indagou sobre o conhecimento da representação gráfica de Libras. Em resposta, o usuário explicou o que era Libras e que já tinha

visto a representação em um evento, mas que não se lembrava da simbologia naquele momento. O pesquisador percebeu a dificuldade do usuário em reconhecer o *ícone de Libras* e com o intuito de evitar qualquer desconforto ou constrangimento, optou por avançar para a terceira tarefa.

Na Tarefa 3 (“Se dirigir ao “*terraço sul*”, localizado no “*quinto pavimento*” e encontrar a “*torre sul*” do castelo.”), o usuário seguiu diretamente para o “*terceiro pavimento*” pelas escadas e, com base na orientação da *placa indicativa de direção* (PID), encontrou o “*elevador*” facilmente, conseguindo chegar ao “*quinto pavimento*”. Ao sair do “*elevador*”, o usuário clicou na PID referente à indicação do “*terraço*” com a intenção de ser teletransportado para o local indicado. Como a ação esperada não ocorreu, o usuário explorou ao redor e localizou a direção dos “*terraços*”, seguindo para o “*saguão da presidência*” e de lá acessando o “*terraço sul*” com a orientação das PIDs. Em seguida, localizou a “*torre sul*”.

Na Tarefa 4 (“Acessar a “*vista aérea*” e ativar o *modo Libras*.”), o usuário conseguiu acessar a “*vista aérea*” sem dificuldade. No entanto, não conseguiu identificar o botão do *modo Libras* pelo mesmo motivo exposto na Tarefa 2.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 19 minutos e 49 segundos.

c) Entrevista

O usuário comentou que gostou do teste e se sentiu à vontade com o formato parecido com uma conversa informal. Relatou que a última tarefa foi a mais difícil porque teve dificuldade em encontrar o botão *modo Libras*. Apesar de saber da existência do símbolo de Libras, naquele momento não lembrou e não o associou ao recurso de acessibilidade. Explicou que estava mais focado na informação escrita do que na questão da acessibilidade, visto que esperava encontrar o *modo Libras* como parte das *placas georreferenciadas* (PGeos). O usuário relatou que gostou da forma de navegação que permite avançar clicando próximo do ícone de movimento, sem precisar clicar diretamente nele. Por fim, sugeriu que o ícone do *modo Libras* deveria ser um pouco maior para ter mais destaque.

4.2.2.2.10 Teste com o Usuário O5

O usuário O5 optou por realizar o teste em seu computador de trabalho.

O pesquisador realizou os cinco passos que antecedem a navegação exploratória, com nos testes anteriores.

a) Navegação exploratória

O usuário começou explorando os itens do *menu* e consultou a *ajuda*. Depois de ler as instruções, a fechou e acessou o *ícone de informação* referente a Sérgio Arouca, lendo o conteúdo e fechando a *janela de informação*. Em seguida, começou a explorar o ambiente, testando os recursos aprendidos na *ajuda*. Depois, clicou no *ícone de menu* onde ocultou todos os subitens e, observando o funcionamento, clicou novamente para exibi-los. Em seguida, avançou em direção ao castelo. No próximo ambiente que acessou, clicou no subitem do *menu* chamado “Mais opções...” e que exibe outras opções *tela cheia* e atalho para a “*vista aérea*”. Em seguida, clicou no botão de atalho para a “*vista aérea*” e explorou todo o ambiente. Ao ver a descrição do *ícone para descer ao solo* (H) e perceber que não era clicável, optou por clicar no *ícone de acesso à cúpula norte*, acessando o local. A partir da “*cúpula*”, explorou a “*vista externa da cúpula*”, onde pôde navegar como se estivesse flutuando no ar. Neste momento, o pesquisador interrompeu a navegação e deu início às tarefas.

b) Tarefas

Na primeira tarefa (“Seguir até a “*fachada do castelo*” e acessar a *dica*.”), o usuário avançou rapidamente em direção ao castelo e, ao chegar à sua “*fachada*”, clicou nos itens da *placa indicativa de direção* (PID), ativando o *caminho virtual* e seguindo imediatamente para a entrada do castelo. Neste momento, ao ser questionado pelo pesquisador se havia encontrado alguma *dica*, o usuário explicou que havia notado a indicação, mas havia pensado que era apenas um símbolo não clicável, interpretando-o como um alerta para as informações da PID, devido ao seu posicionamento próximo à PID. Em seguida, o usuário retornou ao local onde havia observado o *ícone da dica* e clicou nele. Assistiu ao vídeo demonstrativo e afirmou ter compreendido a ação ensinada, replicando-a.

Na segunda tarefa (“Seguir para a “*exposição Oswaldo Cruz*”, localizada no “*segundo pavimento*” e acessar o recurso de *tradução para Libras* dentro de alguma *informação* sobre a exposição.”), ao chegar à “*varanda do primeiro pavimento*”, o usuário tentou clicar no item do *painel informativo de locais* (PInfo) ([Link para o vídeo demonstrativo](#)) correspondente ao

ambiente desejado, mas percebeu imediatamente que não era clicável. Então, fechou o *painel* e continuou avançando para o “segundo pavimento” pelas escadas. Durante o percurso, parou para apreciar os detalhes da arquitetura e prosseguiu até o “segundo pavimento”. Ao acessar a “varanda”, clicou na *placa indicativa de direção* (PID) referente ao ambiente desejado, mas como não percebeu nenhuma ação, se direcionou à “exposição Oswaldo Cruz” e avançou. Antes de entrar na exposição, tentou clicar na *placa de identificação do local* (PIL), que também não era clicável, e então acessou a “exposição Oswaldo Cruz”, onde clicou no *ícone de informação* e acessou a *tradução para Libras*.

Na terceira tarefa (“Se dirigir ao “terraço sul”, localizado no “quinto pavimento” e encontrar a “torre sul” do castelo.”), o usuário foi rapidamente para o “terceiro pavimento”, acessando a “varanda”. Comentou sobre sua intuição de clicar nas *placas indicativas de direção* (PIDs) para ir diretamente aos ambientes, mas entendeu que tornar as *placas* clicáveis poderia privar o visitante da experiência de apreciar os detalhes dos corredores do castelo. Assim, retornou ao ambiente das escadas e clicou no item da PID referente à localização do “elevador” que ativou o caminho virtual para este local. Seguiu o caminho até encontrá-lo e acessá-lo. Depois, dirigiu-se ao “quinto pavimento”, acessou o “saguão da presidência”, avançou para o “terraço sul” e encontrou a “torre sul” sem dificuldades devido à orientação das PIDs.

Na Tarefa 4 (“Acessar a “vista aérea” e ativar o *modo Libras*.”), rapidamente identificou o *ícone para acessar a vista aérea* e o clicou, acessando o ambiente. Em seguida, encontrou o botão *modo Libras* e o ativou, demonstrando que havia compreendido a função do recurso.

O tempo total gasto para a conclusão das tarefas foi de 4 minutos e 45 segundos.

c) Entrevista

O usuário expressou que achou o teste tranquilo e valorizou o tempo dado para se familiarizar com a aplicação e seu funcionamento. Sentiu que conseguiu obter uma compreensão realista do castelo e da extensão do campus da Fiocruz. Gostou das funcionalidades, da *vista aérea* e dos diversos locais do castelo, sendo fácil o acesso. Ele também elogiou o *modo Libras*, considerando-o bem identificado e fácil de acionar. Relatou que não teve dificuldades para completar as tarefas, embora, na primeira tarefa tenha notado a

dica, mas pensou em clicá-la inicialmente. O usuário destacou que gostou de explorar a “*cúpula*”, pois despertou sua curiosidade para conhecer os locais restritos ao público, como o andar da “*presidência*”. Em geral, considerou a experiência completa e fácil de usar.

Ao final dos testes com os usuários, o pesquisador reuniu todas as gravações em dois dispositivos externos desconectados da internet para garantir a segurança dos dados coletados. Além disso, os nomes dos arquivos foram codificados conforme a nomenclatura definida para cada grupo de voluntários, assegurando o anonimato (Seção 4.2.2.2).

Ressalta-se que nenhuma gravação captou a imagem dos usuários, preservando suas identidades.

4.3 Análise dos Resultados

O processo de inspeção por especialistas levantou questões de usabilidade e acessibilidade. Para solucionar estas questões, as sugestões de melhorias foram implementadas em um protótipo, e assim, puderam ser testadas por usuários para verificar sua eficácia.

A análise dos resultados destes testes é apresentada a seguir.

4.3.1 Análise dos Resultados das Propostas de Solução da Inspeção

A interação dos usuários com as soluções propostas na etapa de inspeção por especialistas foi observada pelo pesquisador, possibilitando uma melhor compreensão da dinâmica de uso da aplicação e seus recursos.

4.3.1.1 Resultados dos Testes das Soluções dos Problemas de Usabilidade

Para os testes com os usuários, foram propostas soluções para trinta dos trinta e quatro problemas de usabilidade identificados na inspeção. Todas as soluções propostas foram implementadas no protótipo.

Das trinta soluções propostas, vinte e três resolveram os problemas completamente (Quadro 17), duas resolveram parcialmente (Quadro 18), quatro não puderam ser testadas (Quadro 19) e uma não resolveu o problema (Quadro 20).

As soluções a seguir (Quadro 17), resolveram completamente os problemas e se mostraram eficazes no auxílio ao usuário, mitigando possíveis insatisfações e desistências.

Quadro 17 – Problemas resolvidos completamente.

ID	Problema	Solução	Observação
1	Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Carlos Chagas.	Inserir placas indicando a saída.	-----
4	Setas abaixo do nível médio de visão, escondidas da visão.	Reposicionamento das setas no chão.	-----
5	Não foi encontrada uma informação clara sobre a possibilidade de acessar os demais andares superiores e não foi informado que esse acesso é apenas pelo elevador.	Dica com a explicação sobre o acesso aos pavimentos superiores.	- Usuários consultavam as placas “Elevador/5º Pav.” e não a dica. - Esta dica foi retirada do protótipo.
7	O recurso de radar para alguns pontos não foi exibido no mapa.	Inclusão de todos os pontos de referência no mapa.	-----
8	O vídeo de apresentação apareceu automaticamente, sem ser acionado por um botão.	Exibir o vídeo por meio de um botão.	-----
9	O 5º Pavimento não tinha placa na porta do gabinete da presidência, porém em outros lugares apresentavam a descrição na porta.	Criada a placa de identificação do local (PIL).	-----
10	O posicionamento do ícone com drone não estava muito visível.	Reposicionamento do ícone do drone.	-----
11	Não foram identificados mecanismos para recuperação de erros.	Criado botão para saída imediata das exposições.	-----
12	Livro de visitas apresentava o layout quebrado.	Recurso removido do protótipo.	-----
13	Texto “Lorem ipsum” como exemplo de informação na ajuda.	Alteração do formato da ajuda.	-----
14	O elevador apresentava dois ícones: um ilustrativo e outro com o título “Elevador” que era destinado à função de entrar.	Reposicionamento da descrição do ícone que representa o “elevador”.	-----
15	Os ícones do menu ficavam ofuscados quando se movimentava o ambiente dificultando o entendimento.	Escurecimento do fundo dos ícones.	-----
16	Não foi encontrado nenhum recurso para facilitar a aprendizagem.	Inseridas informações em formato de vídeo ou texto (dicas).	-----
17	Não havia instrução de navegar para esquerda e direita, clicando e arrastando.	Inclusão da instrução no recurso de ajuda básica.	-----
18	Não havia opção para fechar ou minimizar o mapa.	Criado recurso para fechar o mapa.	-----
21	Os ícones subir para o castelo, “H” da vista aérea, cúpula, drone, entrar e sair do elevador estavam sem descrição.	Substituir o ícone “Subir para o Castelo” pela seta no chão e o uso do recurso de ajuda dinâmica.	-----
23	Quando o mouse ficava parado por um tempo, a tela (ambiente) começava a girar.	Desativada a função de giro automático	-----
25	As placas pareciam ser “clicáveis”, mas não eram.	Caminho virtual	-----
26	O formato da “Ajuda” continha muitas informações, o que poderia gerar confusão.	Ajuda básica e ajuda contínua.	-----

27	Em alguns momentos, havia descrição ao passar o mouse sobre o ícone, mas em outros não.	Correção dos ícones com problema.	-----
28	Dificuldade em achar a ajuda no menu.	Ajuste na transparência do fundo dos ícones.	-----
29	Não havia uma forma de saber onde o usuário tinha passado.	Colorir os pontos já visitados no mapa.	-----
30	Os textos de informação estavam escritos em letras muito pequenas e com o mínimo espaçamento entre as linhas.	Foi aumentado o tamanho da letra e espaçamento.	-----

Fonte: Elaborado pelo Autor.

As soluções para os problemas parcialmente resolvidos se mostraram promissoras nos testes com os usuários. No entanto, como não solucionaram plenamente os problemas, necessitaram de ajustes para serem testadas novamente (Quadro 18).

Quadro 18 – Problemas resolvidos parcialmente.

ID	Problema	Solução	Observação
3	Dificuldade em encontrar o elevador no 3º andar.	Caminho virtual.	- Um usuário ainda teve dificuldade de encontrar o elevador, mesmo usando o recurso do caminho virtual. - Problema observado foi incluído na lista de problemas encontrados nos testes (Quadro 24).
6	Havia poucas placas indicativas de direção para orientar sobre a localização dos ambientes.	Inclusão de novas placas em locais estratégicos.	- Faltaram placas em outros locais observados. - Problema observado foi incluído na lista de problemas encontrados nos testes (Quadro 24).

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Das quatro soluções que não puderam ser testadas, a solução para o problema 2 (Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Castelo de Inspirações) não foi incluída no roteiro do teste devido ao tempo limitado para a realização das quatro tarefas definidas. Por ser um problema semelhante ao problema 1 (Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Carlos Chagas), o pesquisador considerou que havia a possibilidade de obter resultados semelhantes. Portanto, optou-se por realizar novos testes futuramente (Quadro 19).

Como nenhum participante optou por realizar o teste em um smartphone, as soluções 22 e 24, que dependiam do teste neste tipo de dispositivo não puderam ser testadas (Quadro 19).

Quadro 19 – Soluções não testadas.

ID	Problema	Solução	Observação
2	Dificuldade em encontrar a saída da Exposição Castelo de Inspirações.	Inserir placas indicando a saída.	- Será testada futuramente.

20	Os textos dos painéis físicos das exposições eram pequenos e não apresentavam opção para ampliação.	Ampliação do alcance do zoom.	- Nenhum usuário utilizou o recurso. - Recomendado digitalização do conteúdo dos painéis. - Será testada futuramente.
22	Ícone VR na ajuda estava sem descrição.	O recurso de realidade virtual foi movido para o submenu “Mais opções...”.	- Dependia de teste em smartphone. - Será testada futuramente.
24	Os textos das informações ficavam comprimidos quando visualizados em smartphone.	Alterado o alinhamento da imagem e texto para vertical.	- Dependia de teste em smartphone. - Será testada futuramente.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A única solução que não obteve sucesso nos testes foi a proposta para resolver o problema 19 (Quadro 20). Assim, o pesquisador optou por incluir este problema na lista de problemas encontrados nos testes (Quadro 24).

Quadro 20 – Problemas não resolvidos.

ID	Problema	Solução	Observação
19	No 1º Pavimento não havia informação indicando o que o usuário encontraria em cada pavimento do Castelo.	Criação de um painel informativo de locais (PInfo).	- Os usuários o interpretavam mais como um painel de atalhos para os locais do que como um painel informativo exclusivamente. - Problema observado foi incluído na lista de problemas encontrados nos testes (Quadro 24).

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.3.1.2 Resultados das Soluções dos Problemas de Acessibilidade para Surdos Pré-linguísticos

Durante os testes o pesquisador observou a interação com os recursos de acessibilidade para surdos pré-linguísticos implementados para solucionarem os problemas listados no Quadro 21.

Quadro 21 – Problemas de acessibilidade.

ID	Problema	Solução	Resultado	Observação
1	Os textos das janelas de informação não tinham a tradução para Libras.	Criado botão representando Libras para exibir o vídeo de tradução para Libras.	Resolvido parcialmente	- Dificuldade para encontrarem o botão de Libras dentro da Informação. - Os vídeos de Libras se confundiam com a informação ao fundo. - Não tinha como diminuir o tamanho da janela com o vídeo de tradução para libras. - Problemas observados foram incluídos na lista de problemas encontrados nos testes (Quadro 24).
2	Não existia a tradução para Libras para as placas.	Criado botão representando Libras ao	Resolvido	- Este recurso foi acionado por todos os participantes surdos.

		lado de todo conteúdo textual das placas.		
3	Exibição permanente dos <i>ícones de tradução para Libras</i> para todo o conteúdo textual.	Criado recurso modo Libras.	Resolvido	- Dificuldade em perceber o botão do recurso modo Libras. - Problema observado foi incluído na lista de problemas encontrados nos testes (Quadro 24).

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.3.1.3 Resultados dos Aprimoramentos Extras

Além de avaliar as melhorias sugeridas pelos especialistas, o pesquisador também observou a interação dos participantes com os aprimoramentos adicionais implementados no protótipo (Quadro 22).

Quadro 22 – Aprimoramentos extras.

ID	Aprimoramento	Solução	Observação
1	Reestruturação do menu principal.	Agrupar e organizar funcionalidades importantes para o usuário.	- Cinco participantes (três surdos e dois ouvintes) utilizaram o recurso do menu sem ser solicitados. - Recurso importante.
2	Controle do zoom.	retirada dos botões de zoom da tela.	- Não interferiu na utilização do recurso, pois a informação estava disponível na ajuda básica.
3	Modo Click & Go.	Permitir o clique na área ao redor do ícone para acionar a funcionalidade.	- O recurso foi amplamente utilizado pelos usuários de maneira natural e intuitiva.
4	Replicação do atalho para a “vista aérea”.	Incluir atalhos para a “vista aérea” em vários pontos do passeio, inclusive no menu principal.	- Facilitou o acesso a este ambiente. - Ambiente mais elogiado e de maior impacto visual.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.3.2 Análise dos Resultados dos Testes com Usuários

Além dos resultados referentes às soluções propostas, a análise dos resultados dos testes com os usuários gerou mais informações sobre a dinâmica de uso de uma ATV semi-imersiva.

4.3.2.1 Análise da Navegação Exploratória

A navegação exploratória foi crucial não apenas para que os usuários se familiarizassem com a aplicação antes dos testes, mas também para que o pesquisador pudesse compreender melhor sobre a interação inicial e o uso do protótipo de ATV sem um roteiro pré-definido.

De acordo com os resultados obtidos, dois usuários surdos, que não estavam familiarizados com o conceito de uma ATV semi-imersiva, enfrentaram dificuldades durante o início da utilização. No entanto, ao final dos 5 minutos da navegação exploratória, ambos haviam compreendido a dinâmica de uso e estavam utilizando a aplicação com naturalidade.

Três usuários (dois surdos e um ouvinte) consultaram a funcionalidade de ajuda localizada no menu principal para entender o funcionamento básico da aplicação. Essa ação pode ter ocorrido porque nenhum dos três tinham utilizado uma ATV antes. Após a consulta, todos compreenderam o funcionamento.

Foi observado que, apesar da navegação ser exploratória e sem um roteiro definido, metade dos participantes (dois surdos e três ouvintes) utilizou as *placas indicativas de direção* (PIDs) para se orientarem pela navegação, indicando a pertinência da utilização deste tipo de recurso de localização e orientação.

O Quadro 23 apresenta o resultado consolidado das observações realizadas pelo pesquisador na navegação exploratória.

Quadro 23 – Observações sobre os usuários na navegação exploratória.

Observações	S1	S2	S3	S4	S5	O1	O2	O3	O4	O5
Teve alguma dificuldade no uso inicial?			X	X						
Entendeu a dinâmica de uso?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acessou alguma <i>informação</i> ?	X	X	X		X	X	X	X		X
Acessou o recurso de <i>tradução para Libras</i> ?	X	X	X		X					
Acessou algum <i>detalhe</i> do ambiente?	X			X		X				
Acessou o recurso de <i>mapa</i> ?	X					X	X			
Acessou a “ <i>vista aérea</i> ”?		X				X		X		
Acessou o recurso de <i>dica</i> ?	X				X	X	X			
Utilizou o recurso de <i>caminho virtual</i> ?	X				X			X		
Acessou algum recurso de <i>ajuda</i> ?	X		X							X
Acessou o botão do <i>modo Libras</i> ?	X	X			X					
Acessou algum item do <i>menu</i> ?	X		X							X
Se orientou pelas <i>placas indicativas de direção</i> (PIDs)?	X				X	X		X	X	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A utilização deste passo (navegação exploratória) antes da realização das tarefas dos testes comprovadamente auxiliou todos os participantes a terem mais facilidade na interação com a aplicação.

4.3.2.2 Análise das Tarefas

Assim como na navegação exploratória, as tarefas tiveram os objetivos de analisar a compreensão da dinâmica de uso, os recursos de *ajuda e dica*, a eficácia das *placas indicativas*, o formato do vídeo de *tradução para Libras* e a funcionalidade do *modo Libras*.

Desta forma, em relação à dinâmica de uso, observou-se que, no protótipo os usuários tendiam a utilizar as escadas para acessarem os pavimentos. A tendência de escolha de navegação por um mesmo roteiro pode ser utilizada para auxiliar na definição dos locais estratégicos para a inclusão das placas de orientação e localização em uma ATV.

Também foi observado que, para a navegação, o ícone de avançar (seta simples) foi intuitivamente compreendido. O recurso de avanço rápido (seta dupla) foi utilizado com frequência, mostrando-se muito útil para que o usuário avançasse mais rapidamente em locais que não possuíam informações importantes, como corredores e varandas. Essa variação de opções na velocidade de navegação proporcionou aos usuários um maior controle sobre a forma de navegação, permitindo um percurso mais objetivo.

Sobre a navegação por meio de recursos de acessibilidade, um usuário surdo que possuía problemas de visão (síndrome de Usher, uma doença que causa a perda gradual da visão) utilizou as setas do teclado como alternativa ao mouse para navegar pela aplicação. Esta ação reforça a necessidade de implementar recursos complementares que apoiem a acessibilidade, como é o caso da utilização do teclado para realizar as mesmas funções atribuídas ao mouse, por exemplo.

Sobre a utilização dos elementos gráficos de orientação e localização, os recursos das placas (PID, PIL, PRef e PGeo) foram constantemente utilizados, contribuindo para evitar a desorientação dos usuários. Esses recursos foram considerados pelos usuários como extremamente relevantes e imprescindíveis para serem implementados em qualquer ATV.

Uma outra observação foi que a maioria dos participantes clicava no item das placas indicativas de direção (PIDs) considerando que era um atalho para o local referenciado. Entretanto, o pesquisador não considerou essa questão como crítica, uma vez que todos perceberam que não era possível acessar os locais dessa maneira. Assim, dirigiram-se aos locais navegando normalmente e orientando-se pelas PIDs ou pelo caminho virtual.

O recurso de mapa, embora não tenha sido solicitado durante os testes, foi consultado ou observado por seis usuários (quatro surdos e dois ouvintes) durante a navegação exploratória e nos testes, revelando-se uma funcionalidade útil para orientar a localização do usuário e como atalho para os ambientes existentes. Recomendado pelas heurísticas de realidade virtual semi-imersiva, o mapa foi especialmente utilizado pelos participantes surdos, demonstrando ser um recurso valioso para esse público.

Com relação aos ícones, todos os participantes reconheceram os ícones de entrada e saída dos locais, do drone (vista aérea), do vídeo, das informações e entenderam naturalmente sua função. Esse resultado reforça a eficácia do uso de símbolos já reconhecidos e convencionizados na comunicação *web*.

Foi constatado que o formato de ajuda dinâmica (ajuda básica e ajuda contínua) proporcionou um ganho significativo na comunicação sobre o funcionamento da ATV aos participantes. Esse ganho foi evidenciado pelas reações positivas dos participantes ao encontrarem um ícone novo durante o percurso, pois a maioria rapidamente compreendia a funcionalidade referente ao ícone.

Ainda relacionado ao recurso de ajuda, foi observada a tendência dos usuários em clicar na descrição (ajuda) dos novos ícones (Figura 65). Este comportamento sugeriu a implementação da mesma ação atribuída a um ícone para a descrição (ajuda) do mesmo ícone. Isso permitiu que o usuário pudesse clicar tanto no ícone quanto na descrição para acionar a funcionalidade.

Figura 65 – Exemplo de descrição (ajuda) dos novos ícones.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O recurso de dica por vídeo se mostrou muito promissor para ajudar aos usuários a compreenderem informações específicas (como chegar a algum local ou como usar um determinado recurso por exemplo). Todos os usuários o consideraram muito relevante.

Assim como a dica por vídeo, o caminho virtual também foi considerado pelos usuários como uma forma de ajuda visual relevante. Foi observado que a maioria dos participantes buscava este recurso sempre que tinha alguma dúvida sobre a localização dos lugares procurados.

De acordo com o resultado geral dos testes com os usuários, os recursos de ajuda foram essenciais para auxiliar os visitantes a aprenderem sobre as funcionalidades existentes no protótipo da ATV.

O pesquisador observou que os usuários utilizavam o menu como uma forma de ter controle sobre as funcionalidades ou para descobrir a existência de novos recursos da aplicação. Apesar de não ter sido solicitado seu acesso, cinco participantes (três surdos e dois ouvintes) consultaram o menu. Este comportamento justifica a necessidade da existência deste recurso em uma aplicação de *tour* virtual, possibilitando o acesso a recursos de controle da aplicação agrupados e organizados em um local de fácil acesso.

Durante os testes, foi observado que alguns usuários tiveram dificuldade para encontrar a saída da exposição Oswaldo Cruz. Ao avistarem a porta de acesso para a exposição Carlos Chagas, eles a confundiam com a saída para a varanda.

Assim o pesquisador considerou esta questão como um problema grave e a incluiu na lista de problemas encontrados nos testes (Quadro 24).

Com relação aos recursos de acessibilidade para surdos pré-linguísticos, todos os participantes surdos consideraram as funcionalidades muito relevantes, embora tenham identificado a necessidade de pequenos ajustes, conforme apresentado no Quadro 21.

Os resultados dos testes esclareceram que não ocorreram diferenças significativas entre os dois grupos quanto à utilização da aplicação. Todos os participantes demonstraram comportamentos semelhantes na compreensão das informações e no entendimento da dinâmica de uso.

O pesquisador observou que os participantes permaneceram tranquilos e confiantes durante a fase de navegação exploratória, mesmo com o tempo limitado. No entanto, durante as tarefas dos testes, apesar de não ter havido restrição de tempo, foi notada uma mudança significativa de comportamento. Alguns participantes demonstraram certa hesitação ao realizar ações simples, como acessar um recurso, apesar de terem feito isso com tranquilidade durante a navegação exploratória. Outros participantes tentaram completar as tarefas rapidamente, como se estivessem competindo contra o tempo. Esse comportamento sugere a necessidade de ajustes na abordagem para que os testes possam transcorrer de forma semelhante à navegação exploratória.

Embora alguns usuários já conhecessem o Castelo Fiocruz presencialmente, de forma geral isso não foi um fator preponderante para a conclusão das tarefas com rapidez. Foi observado que os usuários com maior domínio computacional e menor faixa etária tinham mais facilidade e rapidez na execução das tarefas.

Os problemas encontrados nos testes com os usuários são apresentados no Quadro 24 ordenados de acordo com o número de ocorrência.

Quadro 24 – Problemas encontrados nos testes.

ID	Problemas	Participantes									
		S1	S2	S3	S4	S5	O1	O2	O3	O4	O5
1	Confundiam a entrada para Exposição Carlos Chagas como saída da Exposição Oswaldo Cruz.			X	X	X		X	X	X	
2	Clicavam nos itens do painel informativo de locais (PInfo).		X	X		X	X		X		X
3	Dificuldade para encontrarem o elevador no 3º Pavimento.			X	X			X			
4	Clicavam na ajuda referente aos ícones.				X					X	X
5	Dificuldade em entender o vídeo da dica.			X	X			X			

6	Inicialmente não foi compreendida a funcionalidade do modo Libras.		X					X			
7	Acessavam o 7º Pavimento acreditando ir para o terraço.				X		X				
8	Os vídeos de Libras se confundiam com a informação ao fundo.		X	X							
9	Dificuldade para encontrarem o recurso de Libras dentro da informação.								X	X	
10	Usuário clicava nas PIDs de saída dos locais.			X							
11	Dificuldade em perceber o botão do recurso modo Libras.			X							
12	Não conseguia saber em qual terraço estava.			X							
13	Dificuldade para retornar ao interior das cúpulas a partir da vista externa delas.					X					
14	Não tinha como diminuir o tamanho da janela com o vídeo de tradução para libras.		X								

Fonte: Elaborado pelo Autor.

De forma geral, os resultados dos testes com os usuários elucidaram muitas questões sobre a dinâmica de uso e as necessidades para que uma ATV seja acessível a pessoas surdas pré-linguísticas.

CAPÍTULO 5 – ELABORAÇÃO DE MELHORIAS E NOVOS TESTES

Com a definição das prioridades de correções dos problemas encontrados durante os testes com os usuários, o pesquisador iniciou a implementação das melhorias na aplicação de *tour* virtual semi-imersiva, gerando um segundo protótipo funcional. Este novo protótipo foi utilizado para a condução da segunda bateria de testes com os usuários. Para isto, esta nova versão do protótipo foi hospedada em um novo endereço eletrônico https://fiocruz360.iciet.fiocruz.br/vtcastelofiocruz2024_validacao.

5.1 Propostas de Melhorias

5.1.1 Soluções para os Problemas Encontrados

- 1 – **Problema:** Confundiam a entrada para “*exposição Carlos Chagas*” como saída da “*exposição Oswaldo Cruz*” (Figura 66).

Esse problema ocorreu devido à porta de entrada para a “*exposição Carlos Chagas*” estar localizada dentro da “*exposição Oswaldo Cruz*”, ao lado da porta de saída para a “*varanda*”.

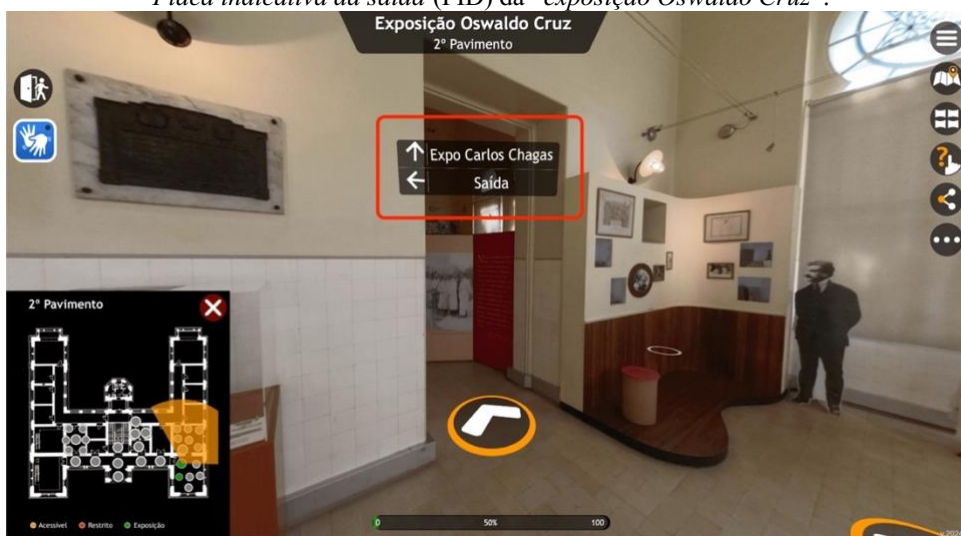
Figura 66 – Disposição da saída da “*exposição Oswaldo Cruz*” e a entrada para a “*exposição Carlos Chagas*”.



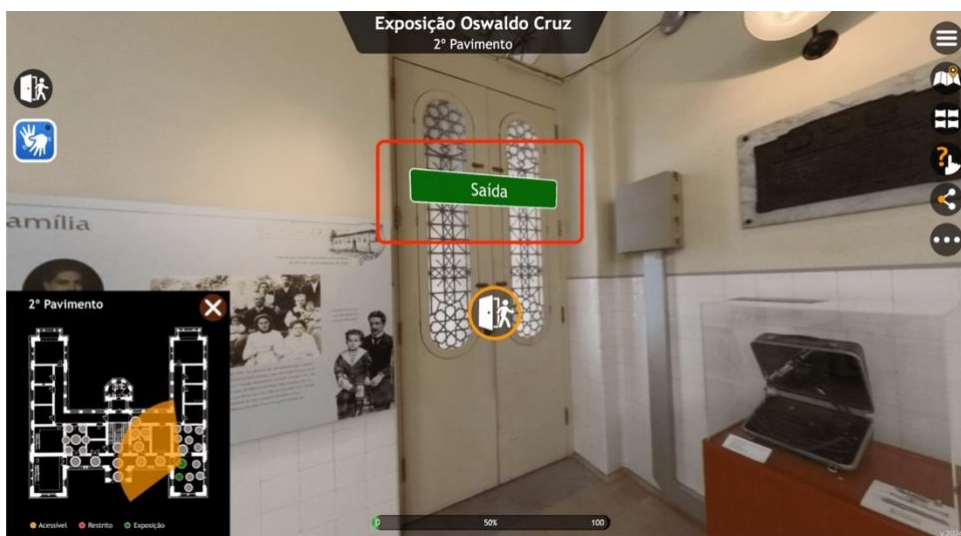
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Foram criadas *placas indicativas de direção* (PIDs) referenciando a saída da “*exposição Oswaldo Cruz*” e a entrada para a “*exposição Carlos Chagas*” (Figura 67a e Figura 67b).

Figura 67 – (a) PID orientando sobre a localização da saída e da localização da “*exposição Carlos Chagas*”; (b) Placa indicativa da saída (PID) da “*exposição Oswaldo Cruz*”.



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

2 – **Problema:** Clicar nos itens do *painel informativo de locais* (PInfo) (Figura 68).

Três usuários de cada grupo (surdos e ouvintes) consideraram que os itens existentes no PInfo os levariam diretamente ao local desejado ao serem clicados, o que não ocorria, pois o *painel* não era clicável, causando confusão no entendimento do usuário.

Figura 68 – *Painel informativo de locais* (PInfo) elaborado para o teste com os usuários.



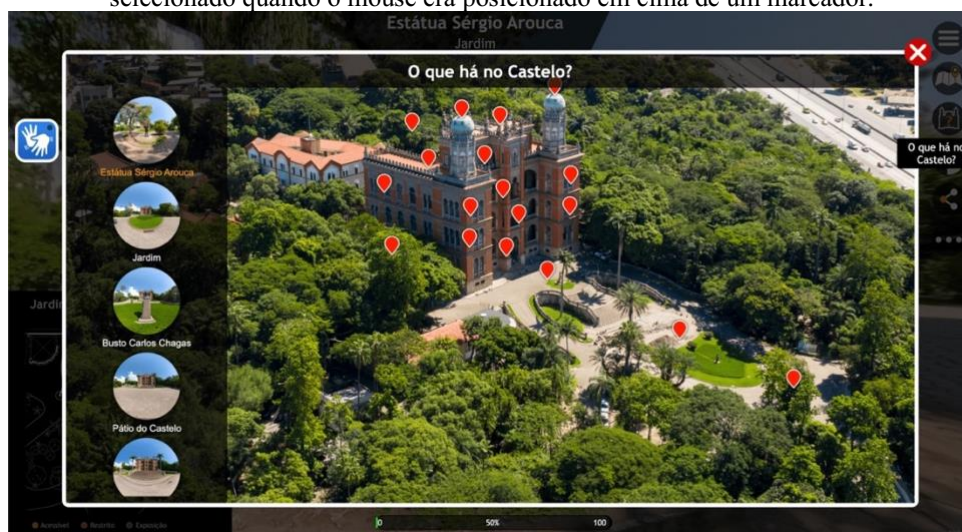
Fonte: Elaborado pelo Autor.

O PInfo foi criado com a intenção de informar ao usuário os locais existentes em cada pavimento e para resolver o Problema 19 (No 1º Pavimento não havia informação indicando o que o usuário encontraria em cada pavimento do Castelo) relatado na etapa de inspeção pelos especialistas (Capítulo 5).

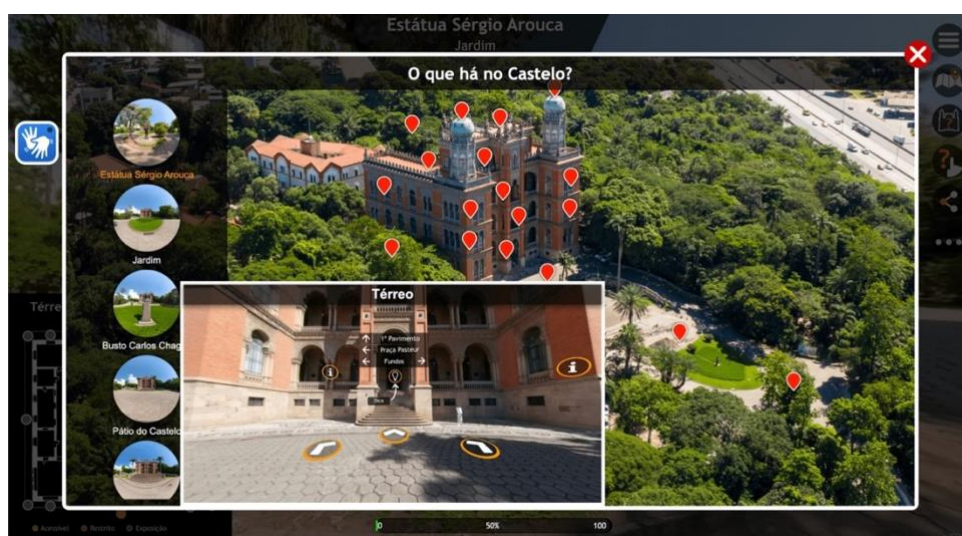
Apesar do problema do clique, ressalta-se que todos os usuários entenderam seu propósito.

Solução: Como aprimoramento da solução do *painel informativo de locais* (PInfo), o pesquisador decidiu unir as funcionalidades do *Menu de Ambientes* com as do PInfo, uma vez que eram complementares. Para isso, foi desenvolvido um novo formato de painel onde as informações sobre os locais eram exibidas por meio de marcadores. Ao passar o mouse sobre esses marcadores, uma imagem ilustrativa do local selecionado era exibida (Figuras 69a e 69b). Se o usuário clicasse no marcador, ele era teletransportado para o local escolhido.

Figura 69 – (a) Novo *painel informativo de locais* (PInfo); (b) Exibição da imagem ilustrativa do local selecionado quando o mouse era posicionado em cima de um marcador.



(a)



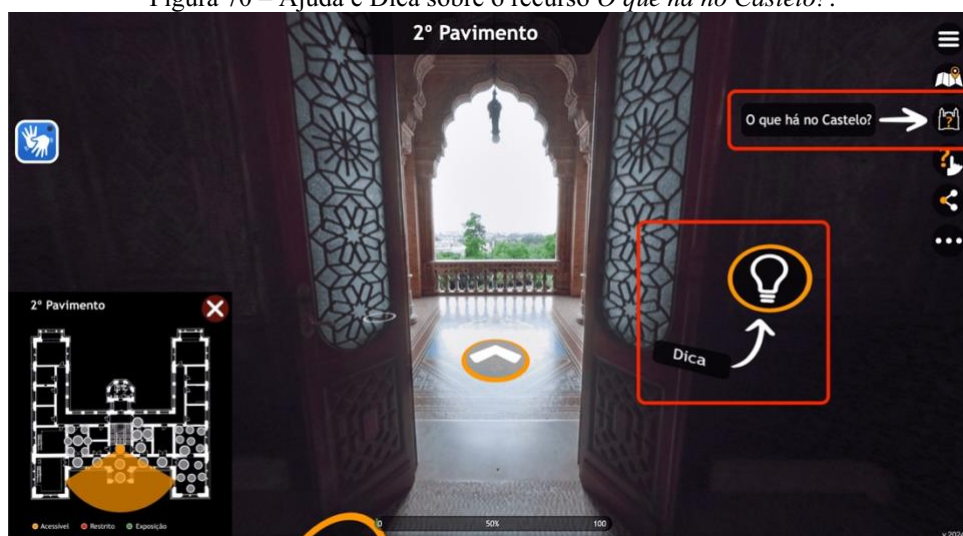
(b)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em complemento, o pesquisador excluiu o botão do *Menu de Ambientes* localizado no *menu principal* e, em seu lugar, remanejou o botão do PInfo. Além disso, adicionou os recursos de *ajuda e dica* para evidenciar e facilitar o acesso ao novo item do menu. Estas informações eram apresentadas ao visitante sempre que ele acessasse o “*segundo pavimento*” (Figura 70).

Este novo painel deixou de ser apresentado automaticamente na entrada do “*primeiro pavimento*”. Contudo, poderia ser acessado a qualquer momento por meio do botão “O que há no Castelo?”, inserido no *menu principal* (Figura 70).

Figura 70 – Ajuda e Dica sobre o recurso *O que há no Castelo?*.

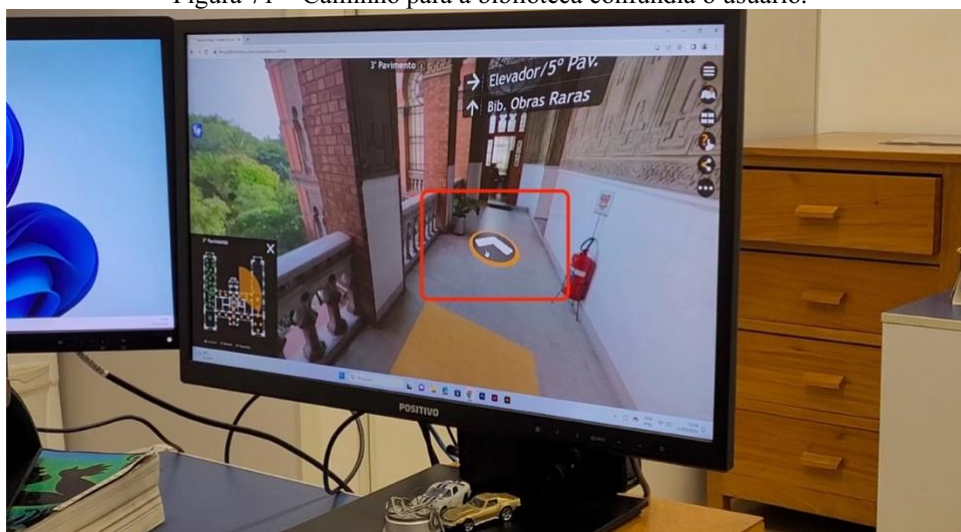


Fonte: Elaborado pelo Autor.

3 – Problema: Dificuldade para encontrarem o “elevador” no “terceiro pavimento”.

Dois surdos e um ouvinte tiveram dificuldade para encontrar o “elevador” no “terceiro pavimento”, pois sempre que acessavam a “varanda dos fundos”, mesmo seguindo o *caminho virtual*, acabavam indo direto para a “biblioteca de obras raras” clicando na *seta no chão* (Figura 71) ou retornavam para o ambiente das escadas. Apesar da inserção de novas *placas indicativas de direção* (PIDs), isso não foi suficiente para solucionar este problema.

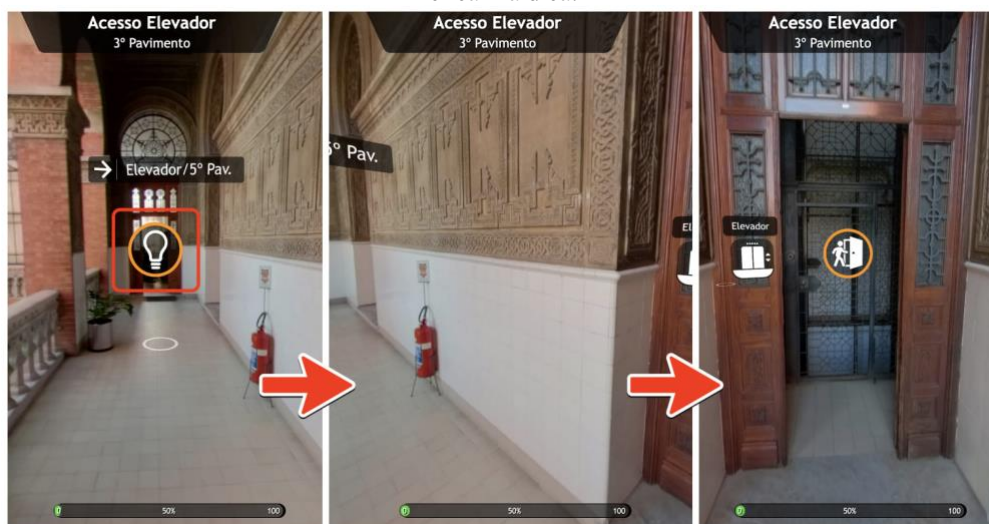
Figura 71 – Caminho para a biblioteca confundia o usuário.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Como proposta de solução para este problema, a seta de acesso à "biblioteca de Obras Raras" foi retirada deste ambiente, tornando-o exclusivo para o acesso ao elevador. Além disso, foi implementado um recurso de dica que, ao ser clicado, direcionava automaticamente a visão do usuário para o elevador, facilitando o acesso (Figura 72).

Figura 72 – Movimento da visão do usuário para o acesso ao elevador na varanda dos fundos do Castelo ao clicar na dica.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

4 – **Problema:** Clicavam na ajuda referente aos ícones.

Este problema ocorreu com um surdo e dois ouvintes. O pesquisador entendeu que pode ter havido confusão devido ao formato da ajuda ser semelhante a um botão, induzindo ao clique involuntário.

Solução: Como proposta de solução, foi implementada na descrição (ajuda) de cada novo ícone a mesma ação atribuída ao ícone correspondente, permitindo que o usuário pudesse acionar a funcionalidade tanto clicando no ícone quanto em sua descrição.

5 – **Problema:** Dificuldade em entender o vídeo da dica.

Este problema ocorreu com dois surdos e um ouvinte. Dentre eles, apenas um surdo não compreendeu em nenhum momento o que o vídeo demonstrava. Os outros tiveram apenas dificuldade inicial em perceber que a janela exibida continha um vídeo, pois se confundia com o ambiente ao fundo (Figura 73). No entanto, após observarem por um curto período, entenderam seu propósito.

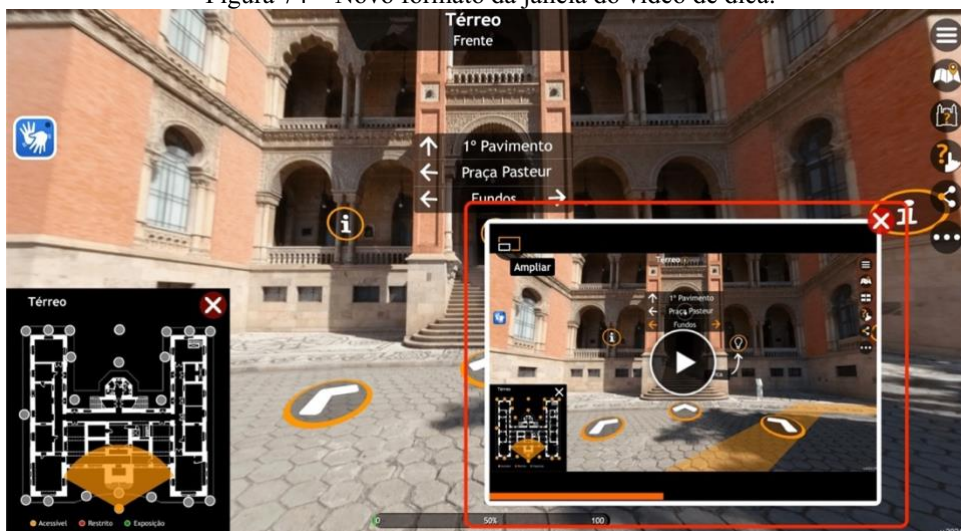
Figura 73 – Problema do vídeo de dica se confundindo com o ambiente de fundo.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: A proposta de solução consistiu em melhorar o design da janela de vídeo, criando uma janela ligeiramente menor com borda que delimitava seu espaço, destacando-a do fundo (Figura 74). Outra melhoria implementada foi a obrigatoriedade de o usuário clicar no ícone de play para iniciar o vídeo, o que melhorou a compreensão de que se tratava de um vídeo.

Figura 74 – Novo formato da janela do vídeo de dica.



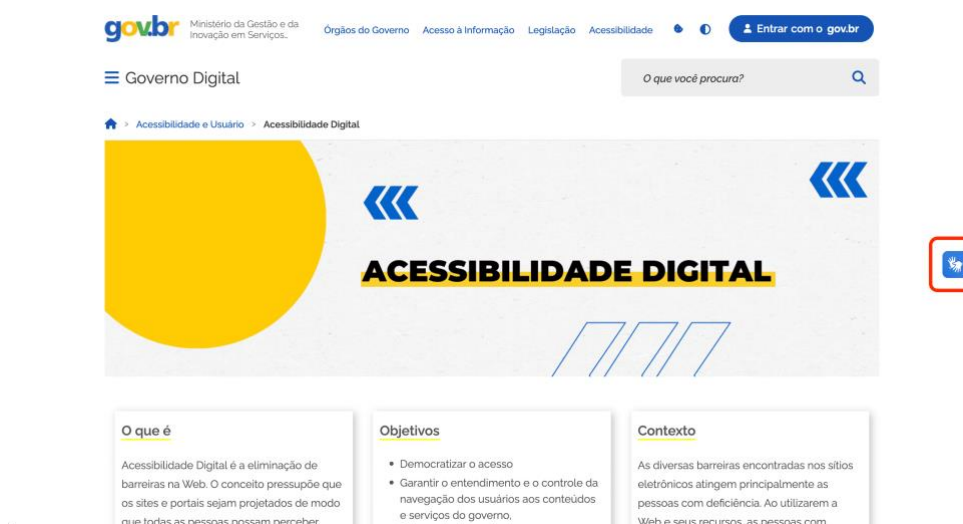
Fonte: Elaborado pelo Autor.

6 – **Problema:** Inicialmente não foi compreendida a funcionalidade do Modo Libras.

O Modo Libras foi concebido como um botão para ativar ou desativar a tradução para Libras de todo o conteúdo textual. Ele foi implementado no mesmo formato visual do botão de Libras utilizado nos sites do Governo Federal (Figura 75), mas foi posicionado no lado esquerdo

da tela devido à localização do menu principal no lado direito. Apesar de estar visível, um usuário de cada grupo não entendeu inicialmente sua funcionalidade. Durante os testes, observou-se que nem todos os surdos clicavam no ícone de Libras, optando por navegar sem esse recurso.

Figura 75 – Botão de Libras utilizado no site do Governo Federal.



Fonte: Adaptado pelo Autor.

Solução: Foi proposta a implementação de uma tela inicial com os *perfis* Surdo e Ouvinte (Figura 76). Ao selecionar o perfil de Surdo, o recurso *modo Libras* era ativado, exibindo os *ícones de Libras* ao lado de todo o conteúdo textual em toda a aplicação, desde o início da navegação. No entanto, o recurso poderia ser desativado ou reativado a qualquer momento pelo próprio usuário através do botão *modo Libras*.

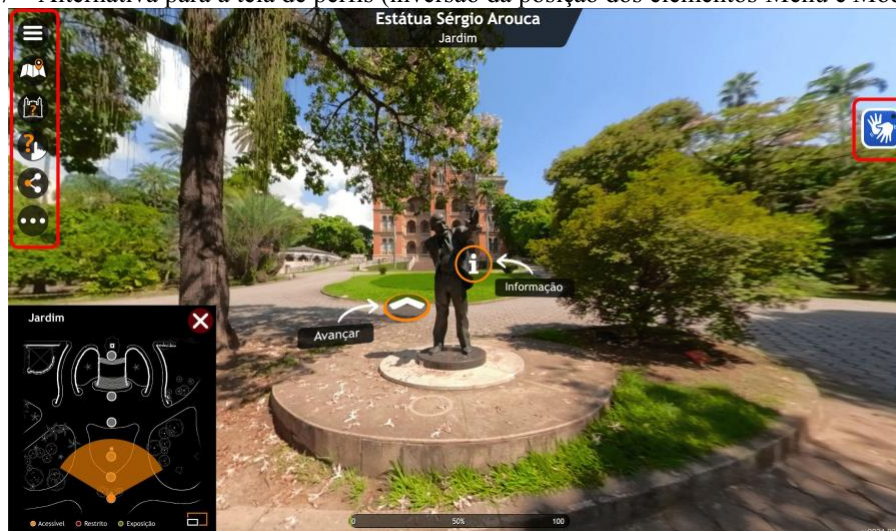
Figura 76 – Tela inicial com os perfis de usuários.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Embora esta solução tenha se mostrado bem aceita pelos usuários, ela pode limitar o acesso de pessoas que não se identificam com os perfis exibidos. De acordo com os princípios do design universal, um desenho ou projeto de um produto devem permitir sua utilização pelo maior número de pessoas possível, sem a necessidade de adaptação ou desenho específico para um determinado público (The Center for Universal Design, 1997). Seguindo essa ideia, o acesso a ATV deve ser único, independente do perfil do público. Desta forma, uma solução alternativa poderia ser a inversão do posicionamento do menu principal, que passaria a ocupar o lado esquerdo da tela, com o botão *modo Libras* (Figura 77), seguindo o padrão de posicionamento do recurso de Libras comumente implementado na *web* (Figura 75).

Figura 77 – Alternativa para a tela de perfis (inversão da posição dos elementos Menu e Modo Libras).

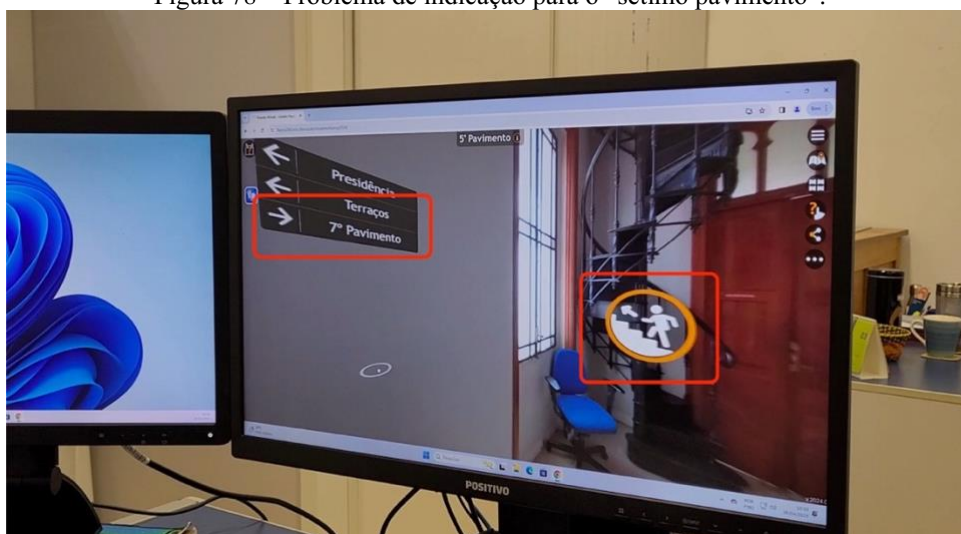


Fonte: Elaborado pelo Autor.

7 – **Problema:** Acessavam o “7º Pavimento” acreditando ir para o “terraço”.

Este problema provavelmente ocorreu devido à insuficiência de sinalização indicando a direção para o “sétimo pavimento” (Figura 78).

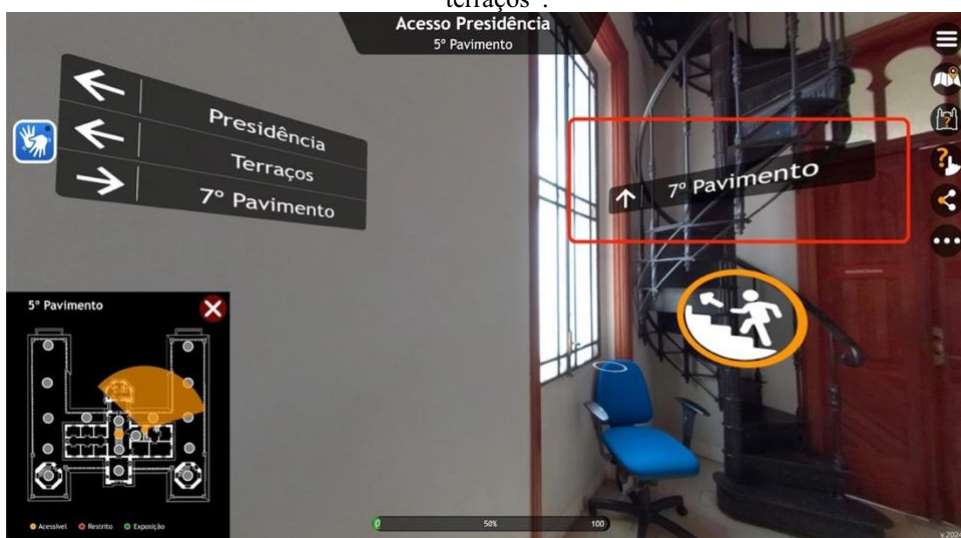
Figura 78 – Problema de indicação para o “sétimo pavimento”.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Foi criada uma *placa indicativa de direção* (PID) para o “sétimo pavimento” e posicionada acima do ícone que levava a esse local (Figura 79a). Além disso, foi criada outra PID no lado oposto ao “sétimo pavimento”, referenciando a “presidência” e os “terraços” (Figura 79b).

Figura 79 – Solução de reforço de placas indicativas de local (PID). (a) “Sétimo pavimento”; (b) “Presidência” e “terraços”.



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

8 – **Problema:** Os vídeos de Libras se confundiam com a informação ao fundo.

Este problema semelhante ao do vídeo de dica foi observado por dois usuários surdos (Figura 80).

Figura 80 – Vídeo de tradução para Libras sobreposto à informação.

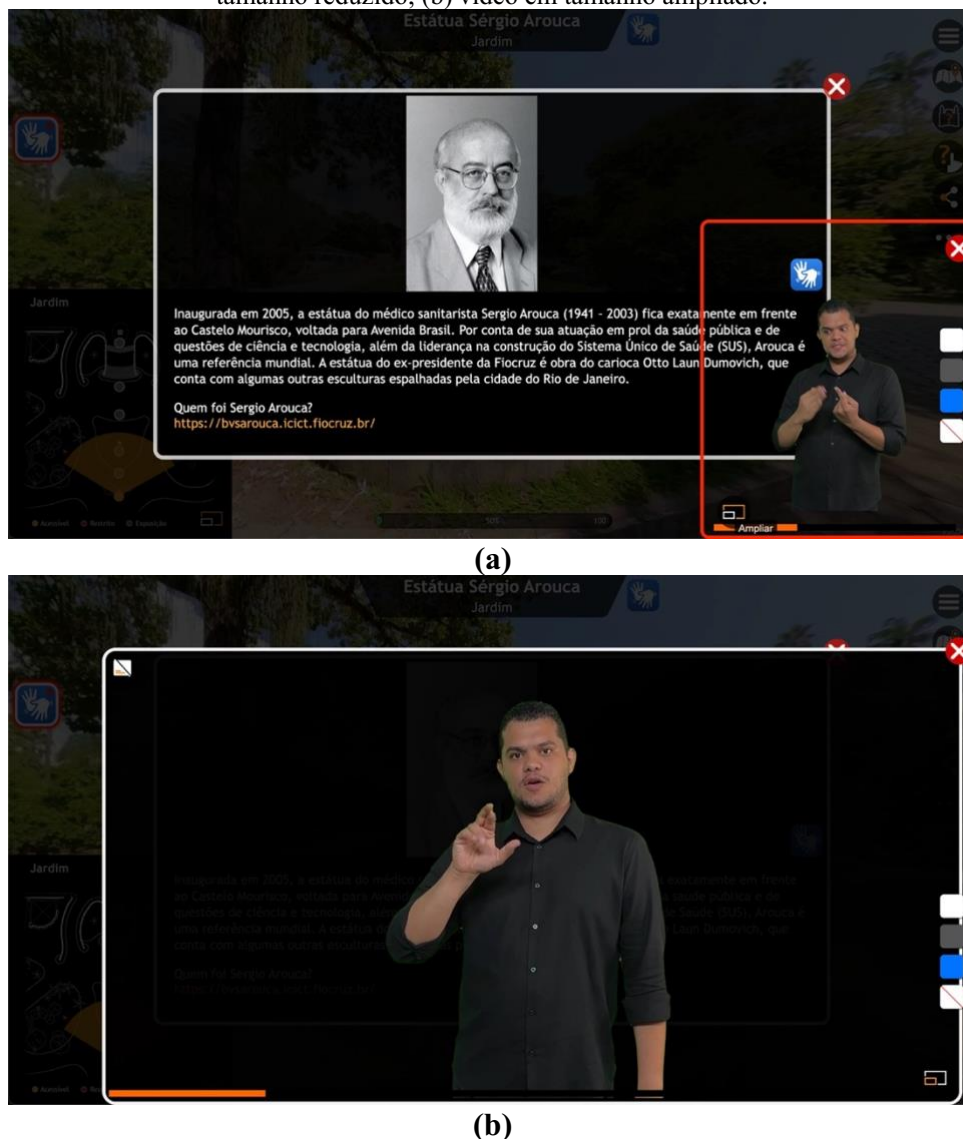


Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Foi implementado o mesmo recurso criado para solucionar o problema do vídeo de dica, permitindo que o usuário ampliasse ou diminuísse a janela do vídeo de tradução para Libras (Figuras 81a e 81b). O pesquisador optou por iniciar o vídeo em tamanho reduzido, mas visível ao lado da informação textual, uma vez que foi observado que todos os surdos

tentaram ler o texto enquanto acompanhavam a tradução, pois isso lhes permitia aprender novas palavras.

Figura 81 – Proposta de solução para melhorar a visualização da tradução para Libras. (a) Vídeo inicial em tamanho reduzido; (b) vídeo em tamanho ampliado.

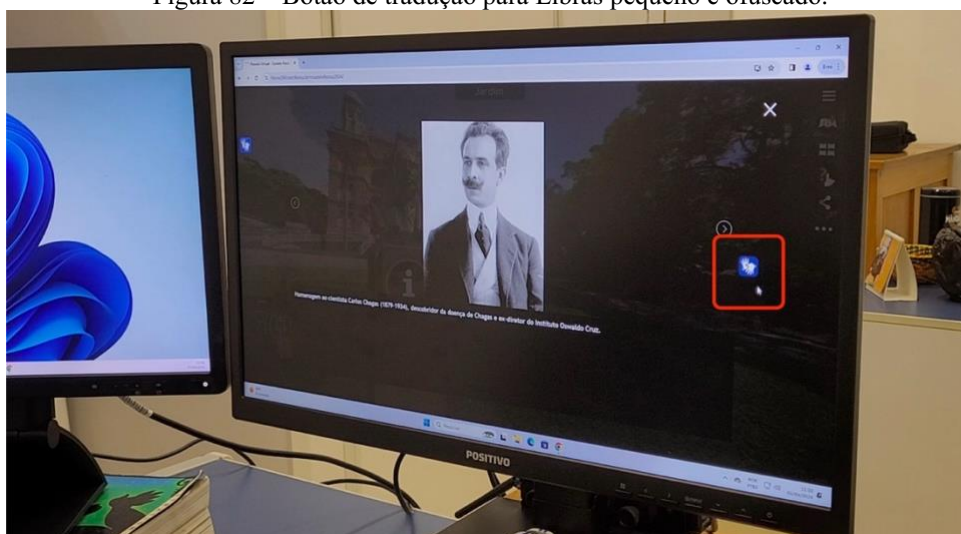


Fonte: Elaborado pelo Autor.

9 – **Problema:** Dificuldade para encontrarem o recurso de *tradução para Libras* dentro da *informação*.

Dois usuários ouvintes tiveram dificuldade para encontrar o recurso de *tradução para Libras* dentro da *janela de informação* (Figura 82).

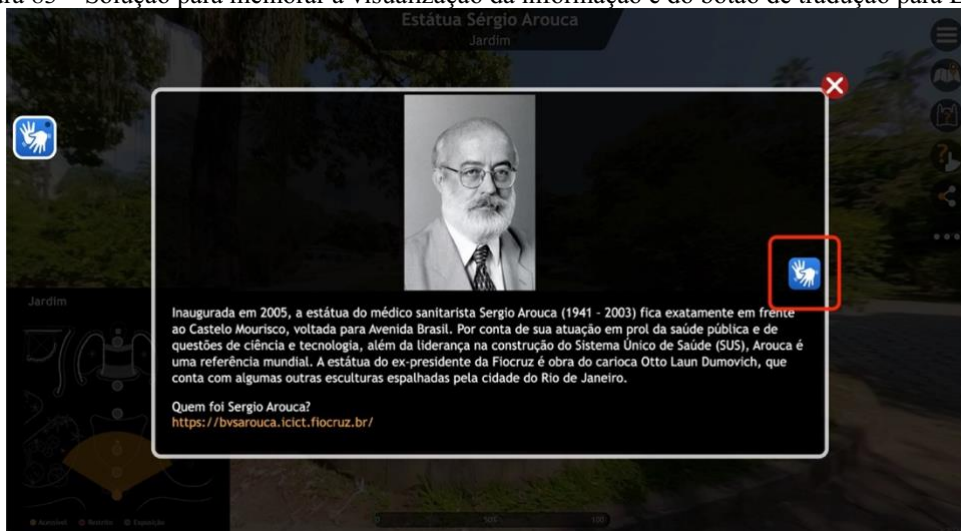
Figura 82 – Botão de tradução para Libras pequeno e ofuscado.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Apesar de este problema não ter sido relatado pelo grupo de usuários surdos, o pesquisador optou por aumentar o tamanho do botão de Libras, buscando melhorar a visibilidade do recurso de tradução para ambos os grupos. Junto com essa alteração, o design da janela de informações foi reformulado, delimitando melhor o espaço e tornando o botão mais evidente para o usuário (Figura 83).

Figura 83 – Solução para melhorar a visualização da informação e do botão de tradução para Libras.

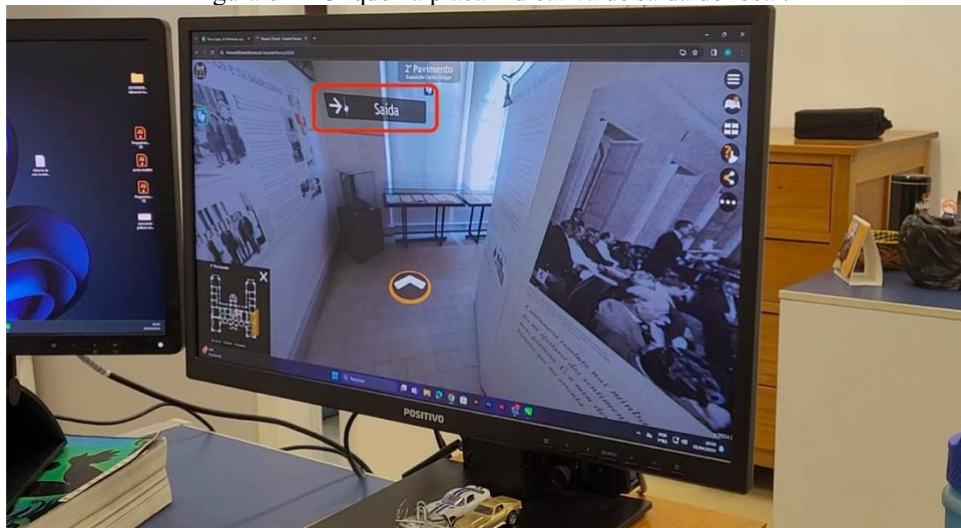


Fonte: Elaborado pelo Autor.

10 –. **Problema:** Usuário clicava nas *placas indicativas de saída do local* (PIDs) (Figura 84).

Este comportamento foi observado durante os testes com dois surdos. De acordo com os usuários, eles pretendiam ir diretamente para a saída da exposição, como um atalho.

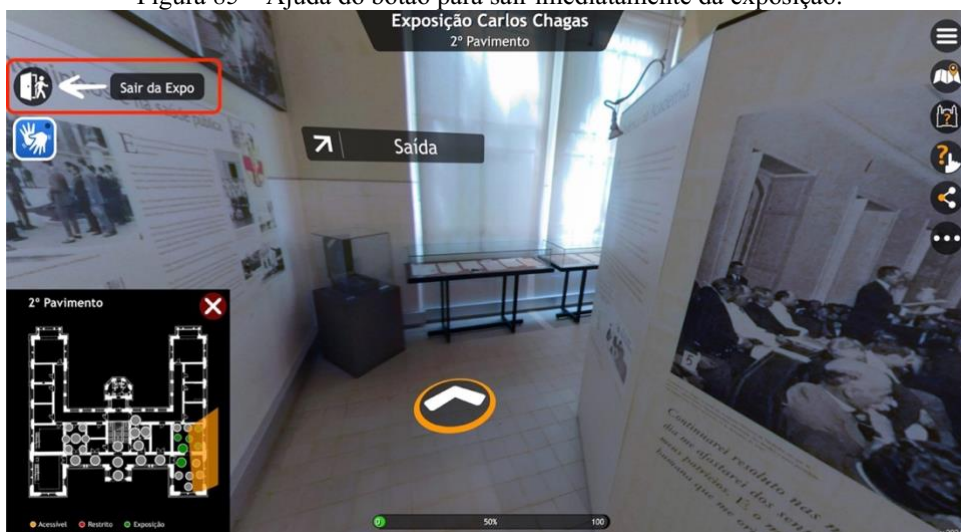
Figura 84 – Clique na placa indicativa de saída do local.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Foi implementada nas placas indicativas de direção específicas de saída a exibição da ajuda para o botão de saída imediata da exposição (Figura 85). O pesquisador optou por não habilitar a função de saída imediata pelo clique nas placas, devido ao risco de teletransporte não intencional. Isso poderia ocorrer caso o usuário clicasse acidentalmente em algum elemento, sendo teletransportado para um local inesperado, o que poderia causar desorientação e levar à desistência na utilização da aplicação. Assim, foi mantida a função de placa clicável com algum recurso de auxílio ao usuário.

Figura 85 – Ajuda do botão para sair imediatamente da exposição.



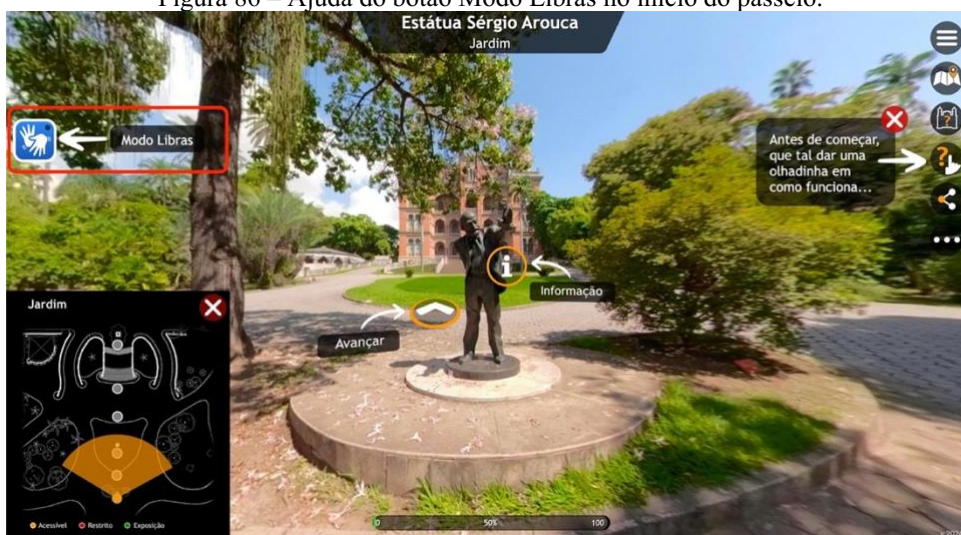
Fonte: Elaborado pelo Autor.

11 –. **Problema:** Dificuldade em perceber o botão *modo Libras*.

Um participante surdo mencionou ter tido dificuldade em identificar o botão do modo Libras devido ao seu tamanho considerado pequeno pelo usuário.

Solução: Para resolver esse problema, o tamanho do botão foi aumentado para 85 pixels e foi criada uma ajuda para destacar a existência desse recurso ao usuário (Figura 86). Essa ajuda era exibida no início da navegação.

Figura 86 – Ajuda do botão Modo Libras no início do passeio.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

12 –. **Problema:** Não conseguia saber em qual “terraço” estava.

Esta dificuldade foi causada pela ausência de *placas de referência de localização* (PRefs) nos “terraços”.

Solução: Foram criadas as PRefs referentes ao “terraço norte” e “terraço sul” (Figura 87).

Figura 87 – Placa de referência de local (PRef) do terraço sul.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

- 13 –. **Problema:** Dificuldade para retornar ao interior das “*cúpulas*” a partir da vista externa delas.

Durante um dos testes, foi observado que um usuário surdo enfrentou dificuldades ao tentar retornar ao interior da cúpula, optando por seguir para o sétimo pavimento, pois não encontrava uma forma de entrar novamente na cúpula. A visão externa das cúpulas permitia que o usuário circulasse ao redor delas como se estivesse flutuando no ar. Para que o usuário conseguisse entrar novamente na cúpula, ele deveria olhar na direção da escotilha e clicar no ícone para entrar na cúpula (Figura 88).

Figura 88 – Botão para entrar na cúpula.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Solução: Para facilitar o retorno ao interior das cúpulas, o pesquisador implementou um atalho semelhante ao utilizado para sair imediatamente das exposições. Isso permitiu que o usuário fosse teletransportado diretamente para dentro da respectiva cúpula que estava visitando (Figura 89).



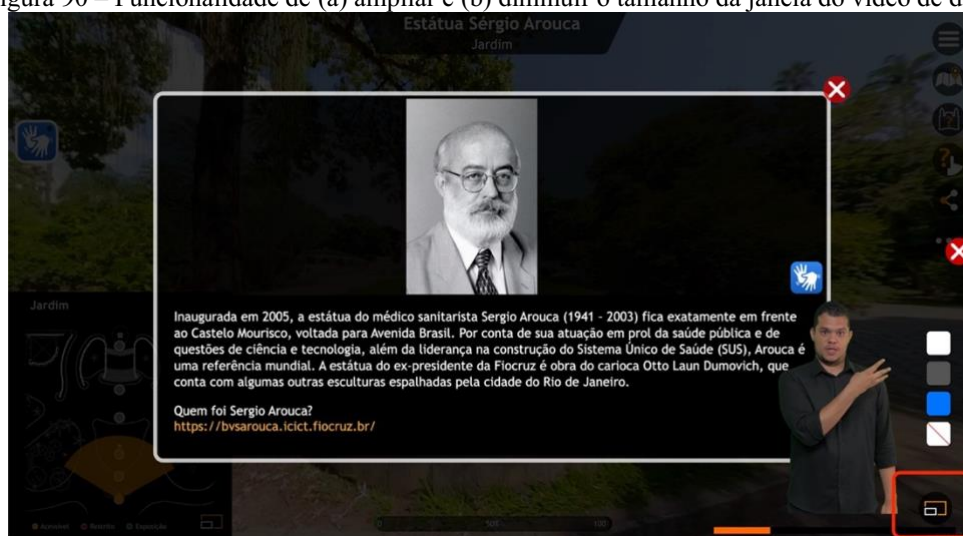
Fonte: Elaborado pelo Autor.

14 –. **Problema:** Não tinha como diminuir o tamanho da *janela* com o vídeo de tradução para libras.

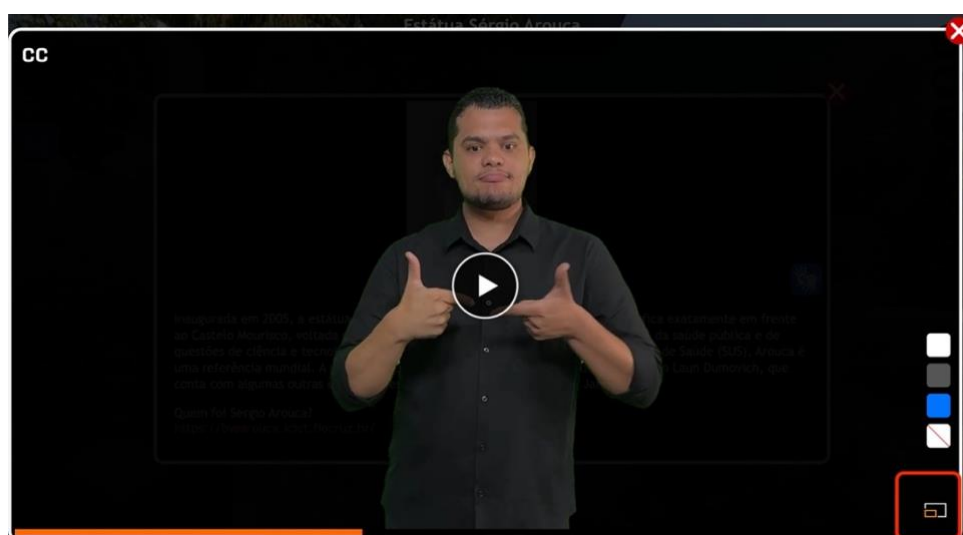
O usuário S2 sentiu falta de um recurso para poder ampliar e diminuir o tamanho da janela do vídeo de dica. Ele explicou que isso melhoraria a exibição dos vídeos, já que o usuário poderia escolher o tamanho que achasse mais adequado para visualização.

Solução: Foi implementado o recurso que amplia e diminui o tamanho da janela do vídeo demonstrativo, proporcionando maior controle por parte do visitante (Figuras 90a e 90b).

Figura 90 – Funcionalidade de (a) ampliar e (b) diminuir o tamanho da janela do vídeo de dica.



(a)



(b)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.1.2 Problema Remanescente

31 – **Problema:** A aplicação de *tour* virtual não possuía barra de progresso para mostrar quantos locais faltavam ser visitados.

Esse problema poderia levantar dúvidas quanto à conclusão da visita, levando o usuário a questionar se ele realmente explorou todos os locais disponíveis, podendo resultar na desistência precoce do usuário.

Solução: Para resolver este problema, o pesquisador implementou uma barra de progresso que mostrava a porcentagem de ambientes visitados em relação ao total existente na

aplicação de *tour* virtual (Figura 91). Esta barra foi posicionada na parte inferior central da tela, de forma visível, mas sem atrapalhar a navegação. Além disso, o pesquisador adicionou um recurso que permite ao usuário esconder e reexibir a barra de progresso conforme sua preferência ([Link para o vídeo demonstrativo](#)).

Figura 91 – Proposta de solução para a barra de progresso.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

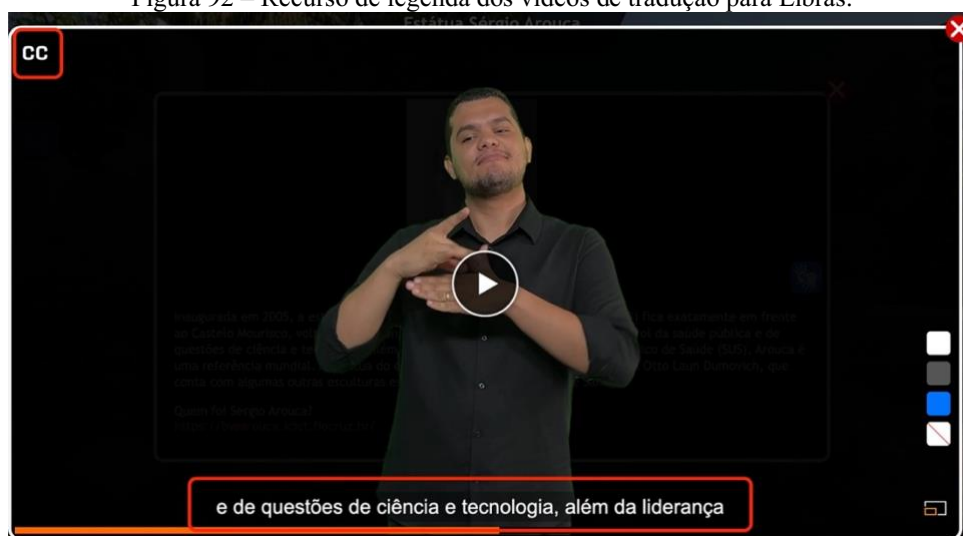
5.1.3 Aprimoramentos Extras

Para resolver algumas pendências identificadas durante a inspeção e a partir das sugestões dos participantes dos testes, o pesquisador implementou melhorias que contribuíram para que o protótipo da aplicação de *tour* virtual proporcionasse uma experiência mais completa e satisfatória ao usuário.

1 – **Aprimoramento:** Legendas para os vídeos de tradução para Libras.

Com base nos resultados dos testes, nas sugestões dos usuários e na recomendação 5.3 de acessibilidade proposta por Flor (2016), o pesquisador implementou a funcionalidade que permitia ativar ou desativar a exibição de legendas no vídeo de tradução para Libras (Figura 92).

Figura 92 – Recurso de legenda dos vídeos de tradução para Libras.

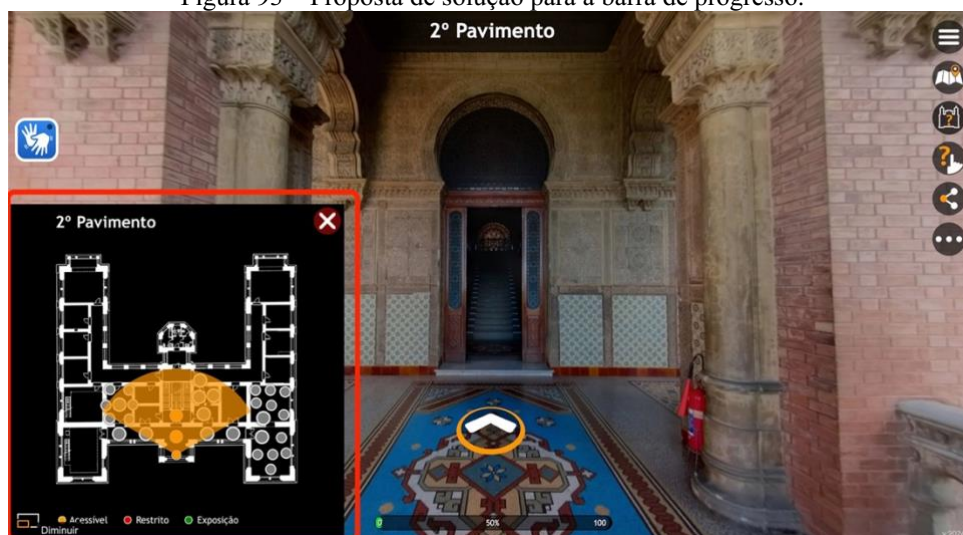


Fonte: Elaborado pelo Autor.

2 – Aprimoramento: Recurso de ampliar o mapa.

Seguindo a sugestão feita pelo usuário S2 de implementar o recurso para ampliar e diminuir o tamanho da janela do mapa, o pesquisador considerou-a muito pertinente e a incluiu no protótipo. (Figura 93).

Figura 93 – Proposta de solução para a barra de progresso.

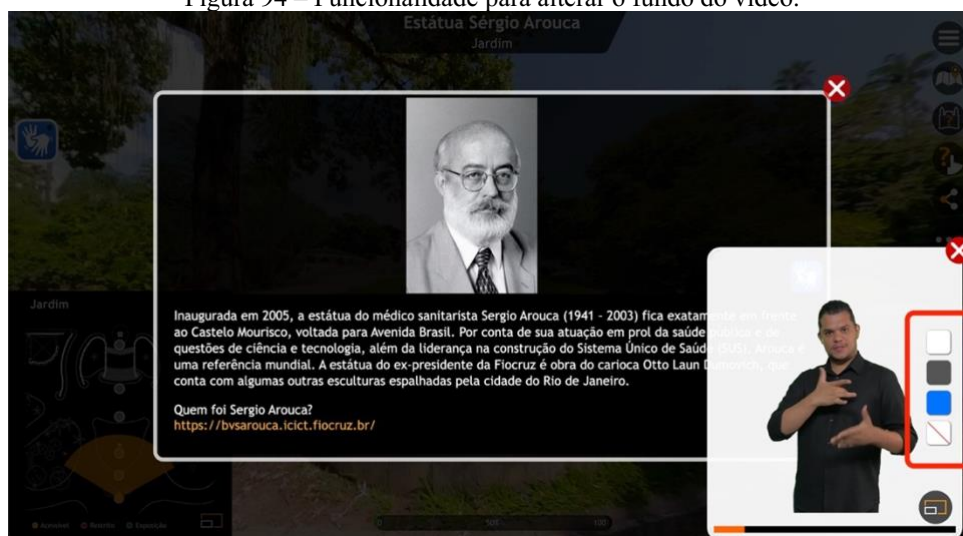


Fonte: Elaborado pelo Autor.

3 – Aprimoramento: Recurso para alterar a cor de fundo do vídeo de tradução (Recomendação de acessibilidade 3.4).

Para atender à sugestão da recomendação de acessibilidade 3.4, que propunha que o usuário pudesse escolher a cor de fundo do vídeo de tradução para Libras conforme sua preferência, o pesquisador implementou a funcionalidade de troca de cor de fundo da janela de tradução para Libras (Figura 94). Foram disponibilizadas opções de cores de fundo como branca, preta, azul e a opção de não ter cor de fundo, garantindo o controle do usuário para definir qual cor contrasta melhor com o intérprete.

Figura 94 – Funcionalidade para alterar o fundo do vídeo.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com estas propostas de melhoria implementadas no segundo protótipo, o pesquisador seguiu para a etapa de realização de novas avaliações com os usuários.

5.2 Novos Testes com Usuários

Para a realização de novos testes, o pesquisador hospedou o segundo protótipo no endereço eletrônico: https://fiocruz360.icict.fiocruz.br/vtcastelofiocruz2024_validacao.

Para a segunda rodada de testes com usuários, o pesquisador utilizou o mesmo formato e tarefas (Quadro 25) da primeira rodada de testes com os usuários para verificar se as melhorias foram eficazes para resolver os problemas encontrados.

Quadro 25 – Tarefas para a segunda rodada de testes com usuários.

ID	Descrição
1	Seguir até a “fachada do castelo” e acessar a dica.

2	Seguir para a “ <i>exposição Oswaldo Cruz</i> ”, localizada no “ <i>segundo pavimento</i> ” e acessar o recurso de <i>Libras</i> dentro de alguma <i>informação</i> sobre a exposição.
3	Se dirigir ao “ <i>terraço sul</i> ”, localizado no “ <i>quinto pavimento</i> ” e encontrar a “ <i>torre sul</i> ” do castelo.
4	Acessar a “ <i>vista aérea</i> ” e ativar o <i>modo Libras</i> .

Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.2.1 Realização dos Novos Testes

Para a realização dos novos testes, foram convidadas duas pessoas surdas pré-linguísticas indicadas pelo intérprete de Libras do CVI-Rio e dois ouvintes conhecidos do pesquisador. Esses participantes estavam dentro do perfil definido para esta pesquisa.

A realização dos testes com os usuários seguiu os mesmos passos dos testes da primeira rodada, começando com a breve explicação sobre a pesquisa (passo 1), seguido da apresentação e assinatura do TCLE (passos 2 e 3). Logo após, foi realizada a entrevista pré-teste (passo 4), seguida por uma breve explicação sobre o teste (passo 5) e em sequência, foi solicitado ao usuário que realizasse uma breve navegação pela aplicação. Após a navegação, o pesquisador seguiu para a execução das tarefas (passos 6 e 7), finalizando com a entrevista pós-teste (passo 8).

Os participantes foram codificados como S6 e S7 para os surdos e O6 e O7 para os ouvintes, garantindo o anonimato. Seus perfis são apresentados no Quadro 26.

Quadro 26 – Perfis dos voluntários surdos e ouvintes.

ID	Idade	Escolaridade	Profissão	Nível de perda auditiva	Idade que ficou surdo?	Entendimento da língua portuguesa	Experiência computacional	
							Computador	Smartphone
Surdos pré-linguísticos								
S6	39	Ensino Médio Completo	Auxiliar administrativo	Perda auditiva profunda	Nasceu surdo	Pouco	Muito bom	Mediana
S7	55	Ensino Médio Completo	Auxiliar administrativo	Perda auditiva profunda	Antes de 1 ano	Parcial	Bom	Mediana
Ouvintes								
O6	25	Superior Completo	Publicitário	-----	-----	-----	Muito bom	Muito bom
O7	30	Superior Completo	Cineasta e Nutricionista	-----	-----	-----	Muito bom	Muito bom

Fonte: Elaborado pelo Autor.

As experiências na utilização de aplicação de *tour* virtual são apresentadas no Quadro 27.

Quadro 27 – Experiência no uso de aplicações de *tour* virtual.

ID	Conhece o aplicativo Google Maps?	Utilizou o recurso de passeio virtual do Google Maps?	Sabe o que é uma aplicação de tour virtual?	Já utilizou alguma aplicação de tour virtual?	Teve alguma dificuldade em entender como funciona?	Qual foi a aplicação de tour virtual que utilizou?	Algum deles tinha recursos de acessibilidade?
Surdos pré-linguísticos							
S6	Sim	Sim	Não	----	----	----	----
S7	Sim	Não	Não	----	----	----	----
Ouvintes							
O6	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Museu	Não
O7	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Museu	Não

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Todo o processo do teste com os usuários surdos foi apoiado pela tradução de dois intérpretes de Libras.

5.3 Análise dos Resultados das Propostas de Solução dos Testes

5.3.1 Resultados dos Testes das Soluções dos Problemas Encontrados

Durante a segunda rodada de testes, o pesquisador observou que todas as soluções propostas obtiveram sucesso na resolução dos problemas encontrados nos testes (Quadro 28).

Quadro 28 – Problemas resolvidos completamente.

ID	Problema	Observação
1	Confundiam a entrada para Exposição Carlos Chagas como saída da Exposição Oswaldo Cruz.	----
2	Clicavam nos itens do painel informativo de locais (PInfo).	----
3	Dificuldade para encontrarem o elevador no 3º Pavimento.	Solução será replicada para as placas indicativas de direção (PIDs).
4	Clicavam na ajuda referente aos ícones.	----
5	Dificuldade em entender o vídeo da dica.	----
6	Inicialmente não foi compreendida a funcionalidade do modo Libras.	----
7	Acessavam o 7º Pavimento acreditando ir para o terraço.	----
8	Os vídeos de Libras se confundiam com a informação ao fundo.	Sugerido fundo branco como padrão inicial, gerando mais contraste com a cor da roupa.
9	Dificuldade para encontrarem o recurso de Libras dentro da informação.	----
10	Usuário clicava nas PIDs de saída dos locais.	----
11	Dificuldade em perceber o botão do recurso modo Libras.	----
12	Não conseguia saber em qual terraço estava.	----
13	Dificuldade para retornar ao interior das cúpulas a partir da vista externa delas.	----

14	Não tinha como diminuir o tamanho da janela com o vídeo de tradução para libras.	----
----	--	------

Fonte: Elaborado pelo Autor.

5.3.2 Resultado da Proposta de Solução do Problema Remanescente

A solução para o problema 31 (Não possuía barra de progresso para mostrar quantos locais faltavam ser visitados), remanescente da inspeção, foi notada por um participante de cada grupo. Desta forma, o pesquisador considerou o problema como resolvido.

5.3.3 Resultado dos Aprimoramentos Extras

Além da avaliação dos resultados das sugestões de melhoria, foi observada a interação dos usuários com os aprimoramentos extras implementados no segundo protótipo (Quadro 29).

Quadro 29 – Aprimoramentos extras.

ID	Aprimoramento	Solução	Observação
1	Legendas para os vídeos de tradução para Libras.	Criado botão com recurso para ativar e desativar a exibição de legenda.	- O recurso não foi acionado por nenhum dos participantes. - Mantido na aplicação para testes futuros.
2	Recurso de ampliar o mapa.	Criado botão com recurso de ampliar ou diminuir o tamanho da janela do mapa.	- O recurso não foi utilizado por nenhum dos usuários. - Mantido na aplicação para testes futuros.
3	Recurso para alterar a cor de fundo do vídeo de tradução.	Permitir que o usuário possa escolher a cor de fundo do vídeo de tradução.	- O recurso foi testado e aprovado pelos usuários surdos.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Como resultado geral da segunda rodada de testes, foi observado que os usuários com menor grau de escolaridade tiveram dificuldade inicial para entender a dinâmica de uso da aplicação de *tour* virtual. Apesar disso, todos conseguiram completar as tarefas e, ao final, utilizavam a aplicação com mais propriedade.

O pesquisador também constatou a necessidade de incluir mais placas indicativas de direção (PIDs) em outros locais da aplicação, como o sentido de retorno dos elevadores, ambiente das escadas e varandas, e saída dos terraços, por exemplo, o que pode proporcionar melhor orientação aos visitantes. Essas melhorias serão realizadas futuramente.

Por meio dos resultados obtidos nesta pesquisa e com o objetivo de orientar sobre as melhores práticas para apoiar o desenvolvimento de ATVs semi-imersiva, o pesquisador elaborou um guia contendo soluções de usabilidade e recursos de acessibilidade voltados para a comunidade surda que devem ser implementados nesse tipo de produto (Capítulo 6).

CAPÍTULO 6 – GUIA

6.1 Apresentação

Este capítulo apresenta o guia de apoio ao desenvolvimento de ATVs semi-imersivas acessíveis a pessoas surdas pré-linguísticas.

Ressalta-se que todas as orientações descritas neste guia são originárias do resultado da análise das etapas da inspeção por especialistas e dos testes com os usuários, onde foi analisada a eficácia das propostas de solução para os problemas encontrados e sua aceitação pelos usuários, bem como as sugestões e observações relatadas por eles.

6.2 Guia

GUIA DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES DE TOUR VIRTUAL SEMI-IMERSIVA COM BASE EM USABILIDADE E ACESSIBILIDADE PARA PESSOAS SURDAS PRÉ-LINGUÍSTICAS: UM GUIA DE ORIENTAÇÃO.

SOBRE O GUIA

Este guia tem como objetivo orientar sobre as melhores práticas para apoiar o desenvolvimento de aplicações de tour virtual semi-imersiva envolvendo soluções de usabilidade e recursos de acessibilidade voltados para a comunidade surda.

O desenvolvimento deste guia baseou-se nos resultados de uma pesquisa de mestrado do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Este estudo envolveu processos de inspeções por especialistas em usabilidade e acessibilidade de uma aplicação de tour virtual semi-imersiva já existente, além de duas rodadas de testes de protótipos com usuários surdos pré-linguísticos e ouvintes videntes.

Esta primeira versão aborda os tipos e características principais de uma aplicação de tour virtual semi-imersiva, bem como os procedimentos importantes para apoiar o desenvolvimento e as funcionalidades essenciais para torná-la uma aplicação robusta e acessível para a comunidade surda pré-linguística.

SUMÁRIO

1.	VISÃO GERAL SOBRE APLICAÇÕES DE TOUR VIRTUAL.....	173
A.	Tipos de aplicações de tour virtual	173
B.	Características principais de uma Aplicação de Tour Virtual	174
2.	FUNCIONALIDADES ESSENCIAIS DE USABILIDADE.....	175
A.	Elementos de navegação.....	175
1)	Acessibilidade na navegação	177
B.	Elementos gráficos de orientação e localização	177
1)	Placas indicativas de direção (PIDs)	177
2)	Placas de identificação de local (PILs).....	178
3)	Placa de referência de localização (PRef).....	179
4)	Placas georreferenciadas (PGeos).....	180
5)	Mapa	181
C.	Recursos de ajuda.....	184
1)	Ajuda básica	184
2)	Ajuda contínua.....	185
3)	Dicas por vídeo	186
4)	Caminho virtual	187
D.	Painel informativo de locais (PInfo)	187
E.	Menu principal	188
3.	FUNCIONALIDADES ESSENCIAIS DE ACESSIBILIDADE PARA SURDOS PRÉ-LINGUÍSTICOS	189
A.	Recursos de acessibilidade	189
1)	Linguagem simples.....	189
2)	Tradução para Língua de Sinais	189
3)	Legendas.....	191
4)	Modo Libras	191
4.	LEITURA COMPLEMENTAR	192
	ÍNDICE.....	194

1. VISÃO GERAL SOBRE APLICAÇÕES DE TOUR VIRTUAL

Uma aplicação de tour virtual é uma ferramenta digital que permite ao usuário explorar um ambiente virtual simulado. Este ambiente pode representar um museu, uma universidade, uma indústria, um ponto turístico, uma trilha numa reserva florestal ou qualquer outro local de interesse, sem que os visitantes estejam fisicamente presentes no local. Essa tecnologia utiliza recursos visuais, auditivos e interativos para criar uma experiência semi-imersiva, proporcionando ao usuário a sensação de estar no ambiente real.

Existem diferentes tipos de aplicações de tour virtual que podem ser desenvolvidos para representarem locais de formas diferentes.

A. Tipos de aplicações de tour virtual

A literatura discorre de cinco tipos de aplicações de tour virtual que são identificados de acordo com a sua base de criação:

- 1) **Baseadas em texto** – Este tipo de tour virtual transmite uma sensação precisa de espaço através da descrição detalhada do ambiente. É uma aplicação mais simples e que utiliza somente recursos textuais, focando na narrativa para proporcionar uma experiência imersiva aos usuários.
- 2) **Baseadas em fotos** – Este tipo utiliza fotos acompanhadas de textos descritivos detalhados. É simples para se produzir pois envolve somente fotos e textos.
- 3) **Baseados em fotos panorâmicas (equirretangulares)** – Este tipo de aplicação utiliza imagens panorâmicas em 360° como base para representar um ambiente. Ela permite a mobilidade do visitante por meio de transição entre imagens 360° dos ambientes representados. São aplicações mais complexas para desenvolver e mais realistas para o usuário pois geralmente permitem a interação do usuário.
- 4) **Baseados em vídeo** – Este tipo de tour virtual utiliza vídeo que retrata uma visita a um local, podendo ser complementado com a inserção de áudio e texto. Também é mais complexo para se desenvolver em

comparação aos tipos 1 e 2. Atualmente, podem ser usados vídeos em 360°.

- 5) **Baseados em modelagem 3D** – Este último tipo tem como base ambientes tridimensionais criados por modelagem computacional. Estes ambientes podem retratar um ambiente real ou um totalmente fictício. Geralmente permitem a movimentação livre e interações com os objetos existentes no ambiente. No entanto, é considerado o tipo mais complexo para desenvolvimento.

Apesar deste guia propor orientações para apoiar o desenvolvimento de aplicações de tour virtual semi-imersivas baseadas em imagens equirretangulares (panorâmica 360°), as funcionalidades apresentadas neste documento podem ser implementadas em outros produtos semelhantes, como é o caso de aplicações de tour virtual baseadas em modelagem 3D.

B. Características principais de uma Aplicação de Tour Virtual

Uma aplicação de tour virtual possui as seguintes características principais:

- 1) **Imagens de Alta Qualidade** - As aplicações de tour virtual comumente utilizam fotografias panorâmicas com alta resolução para criar uma representação visual detalhada do ambiente.
- 2) **Interatividade** - Os usuários podem interagir com a aplicação, navegando pelo ambiente virtual através de cliques ou toques, dependendo do dispositivo utilizado.
- 3) **Informações** - Durante o tour, os usuários podem acessar informações sobre pontos específicos do ambiente, como descrições de obras de arte (no caso de museus), históricos de edifícios, ou detalhes sobre determinados locais. Isso é feito por meio de ícones (hotspots) interativos, que os usuários podem clicar para acessar as informações.
- 4) **Áudio e Vídeo** - As aplicações de tour virtual podem incluir narrações em áudio, música de fundo e vídeos explicativos para enriquecer a experiência do usuário. Esses elementos ajudam a fornecer contexto e informações adicionais de uma maneira envolvente.

- 5) **Acessibilidade** - Para garantir que o tour virtual seja acessível a todos os usuários, as aplicações de tour virtual devem possuir recursos como legendas, tradução para Libras e opção de navegação por teclado.
- 6) **Suporte a Diferentes Dispositivos** - As aplicações de tour virtual são geralmente projetadas para serem compatíveis com vários dispositivos, incluindo computadores, tablets, smartphones e, em alguns casos, dispositivos de realidade virtual (óculos VR) para uma experiência ainda mais imersiva.

Para que uma aplicação de tour virtual alcance seu objetivo principal de proporcionar ao visitante uma experiência satisfatória de visita virtual a um determinado local, é fundamental garantir que o visitante não se sinta perdido no ambiente (sem saber de onde veio ou para onde deve ir). Caso isso ocorra, o usuário pode desistir do passeio e abandonar a aplicação, comprometendo todo o investimento feito no projeto.

Para diminuir esta possibilidade, deve-se realizar testes com usuários para identificar barreiras de usabilidade e acessibilidade e suas possíveis soluções.

2. FUNCIONALIDADES ESSENCIAIS DE USABILIDADE

As principais funcionalidades de uma aplicação de tour virtual semi-imersiva e inclusiva devem ser pensadas para atender às necessidades de usabilidade e as recomendações de acessibilidade.

A. Elementos de navegação

Os elementos de navegação representam a forma como os usuários se deslocam de um ponto de imagem para outro. Geralmente, segue-se a convenção de utilizar setas (Figura 1).

Figura 1 – Exemplo de ícone de seta para avançar.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Podem ocorrer situações em que as setas não sejam tão representativas para a ação (Figura 2). Nesses casos, é necessário implementar uma representação mais apropriada para o contexto (por exemplo, uma porta aberta para indicar a entrada em um local).

Figura 2 – Exemplo de ícone para entrar em um local.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Esses elementos podem ser estáticos ou animados. No caso dos elementos animados, recomenda-se animações curtas e com movimentação limitada para evitar o cansaço visual do usuário. Os elementos animados podem ser ativados ao passar o mouse sobre eles ou podem ser animados continuamente (em loop).

É importante que os elementos de navegação respeitem a distância e posicionamento em relação à área de visão do usuário. Eles devem ser posicionados de forma a estarem visíveis na tela, sem que o usuário tenha que movimentar a visão do ambiente para acessá-los.

Deve-se atentar para o tamanho dos ícones utilizados. Eles devem ser aproximadamente quatro ou cinco vezes maiores que o ponteiro do mouse. Essa proporção permite que o usuário tenha conforto em relação à área disponível no ícone para o clique. Essa recomendação também se aplica à utilização da aplicação de tour virtual semi-imersiva em dispositivos móveis, como smartphones e tablets.

No caminho entre ambientes distantes e que não possuam informações, pode ser utilizado o elemento de avanço rápido (seta dupla) apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Exemplo de ícone para entrar em um local.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Esse recurso ajuda a evitar uma navegação demorada em ambientes como corredores, varandas ou semelhantes, que podem ser ignorados na navegação sem prejudicar a comunicação com o visitante.

1) Acessibilidade na navegação

A acessibilidade na navegação consiste na implementação de recurso que permita a navegação por meio das setas do teclado.

B. Elementos gráficos de orientação e localização

Os elementos gráficos de orientação e localização têm como objetivo informar o usuário sobre sua localização e orientá-lo sobre os locais existentes na aplicação de tour virtual.

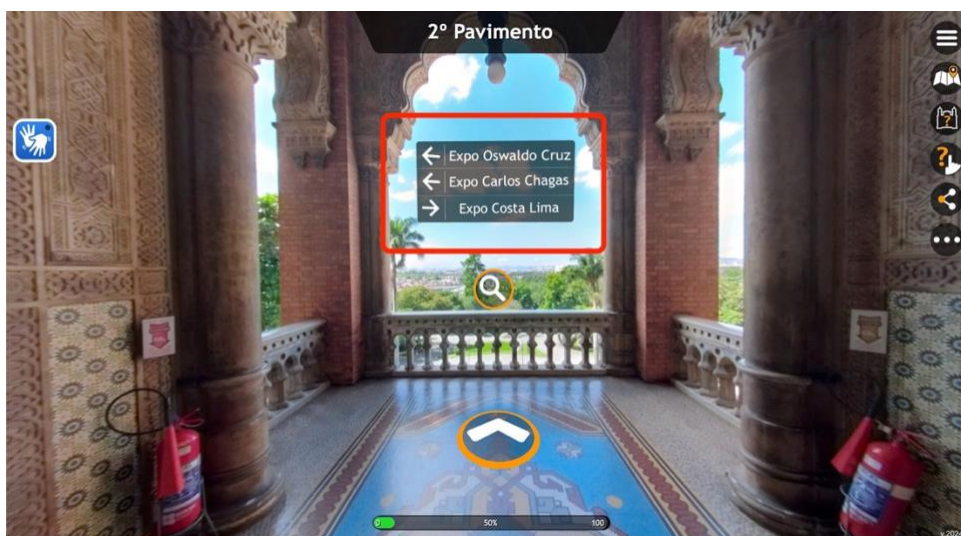
Estes elementos são compostos por placas de sinalização e pelo mapa do local.

1) Placas indicativas de direção (PIDs)

As PIDs são placas que servem para orientar o visitante sobre a localização dos locais existentes em uma aplicação de tour virtual. Elas devem ser bem visíveis e simples de compreender, além de serem posicionadas em locais estratégicos, cuidadosamente estudados pelo profissional que está desenvolvendo a aplicação de tour virtual (Figura 4).

Essas placas devem indicar, no máximo, os três locais mais próximos do ponto onde o usuário se encontra no tour.

Figura 4 – Exemplo placa indicativa de direção (PID).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Deve-se também observar a necessidade de incluir as PIDs tanto no caminho de ida quanto no de volta de um determinado local, de forma a cobrir todos os pontos críticos que possam gerar dúvidas no visitante (Figura 5).

Figura 5 – Exemplo da implementação de placas indicativas de direção de ida e volta (PID).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

2) Placas de identificação de local (PILs)

As PILs são placas posicionadas nas entradas dos locais existentes na aplicação de tour virtual e informam qual é o ambiente que será acessado (Figura 6). Elas devem ter o tamanho de letra padronizado para facilitar a leitura e o entendimento.

Figura 6 – Exemplo da implementação de placas de identificação de local (PIL).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

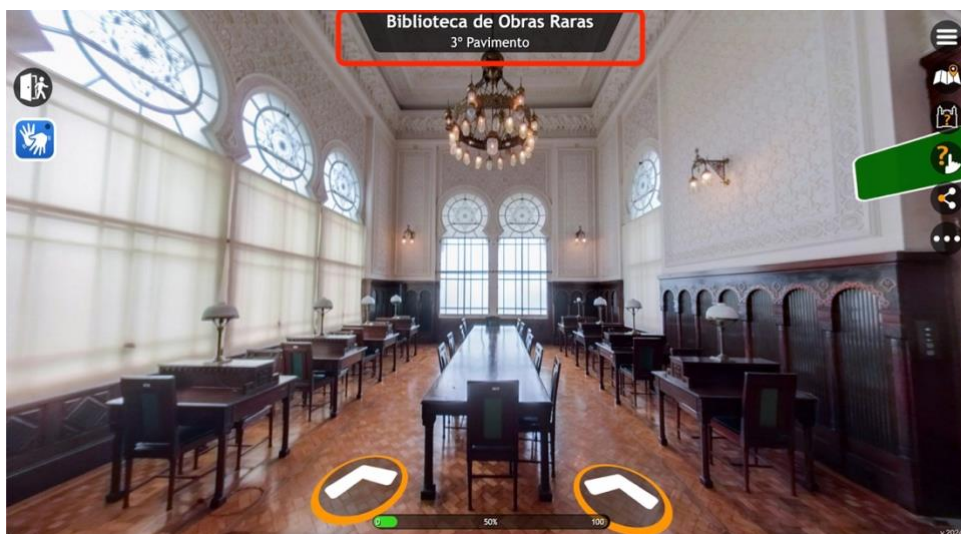
Essas placas são essenciais para que o visitante entenda qual ambiente está acessando, mitigando a possibilidade de entrar em um local indesejado.

3) Placa de referência de localização (PRef)

A PRef é um elemento gráfico de tela que deve estar posicionado em um local visível ao usuário (por exemplo, na região central superior da tela) e de forma permanente (Figura 7). Ela deve conter informações sobre a localização atual do usuário na aplicação de tour virtual.

Recomenda-se que essas informações sejam objetivas e ocupem no máximo duas linhas (por exemplo, Primeira linha: Laboratório A; Segunda linha: 3º andar).

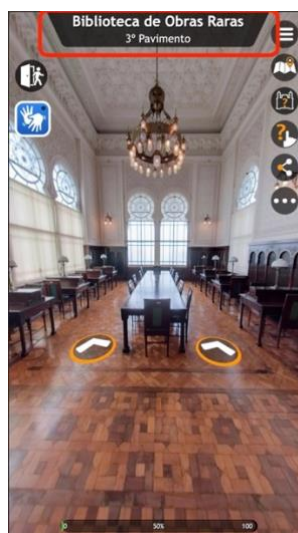
Figura 7 – Exemplo da implementação de placa de referência de localização (PRef).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Deve-se tomar cuidado com o tamanho desse elemento ao ser utilizado em telas menores (smartphones), pois pode ser necessário ajustar o tamanho do texto ou do próprio elemento para proporcionar maior conforto visual ao usuário (Figura 8).

Figura 8 – Exemplo da implementação de placa de referência de localização (PRef) para smartphone.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

4) Placas georreferenciadas (PGeos)

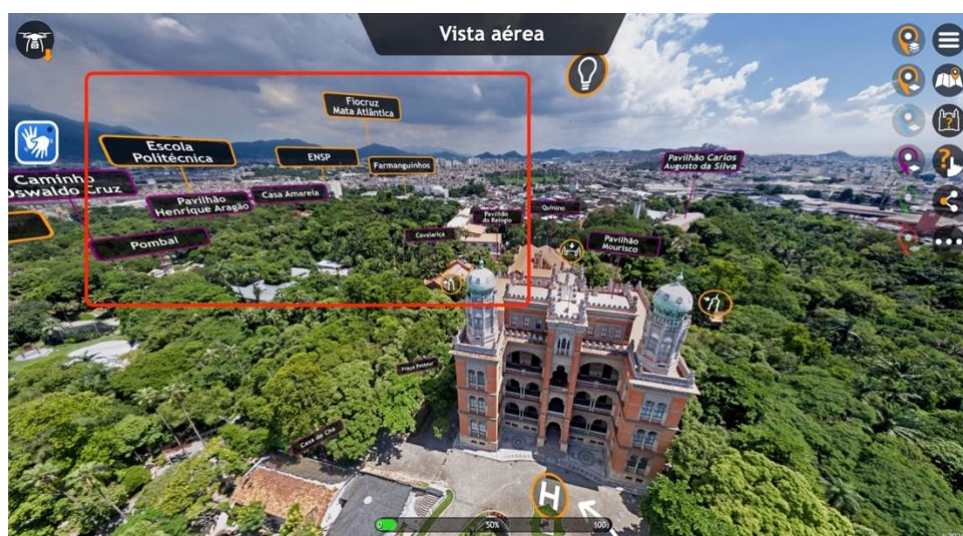
As PGeos são representações gráficas que têm o propósito de fornecer informações sobre a localização do usuário em relação ao ambiente aéreo que está visitando, além de indicar os locais que existem ao redor (Figura 9). Elas devem ser

projetadas para tornar mais fácil o entendimento de onde o visitante está e proporcionar a descoberta dos pontos de interesse ao redor.

Este recurso é muito útil em locais que representam vistas aéreas.

Nesse caso, é necessário mapear os pontos de interesse ao redor do ponto de vista representado para oferecer uma experiência mais rica e satisfatória ao usuário.

Figura 9 – Exemplo da implementação de placas georreferenciadas (PGeos).



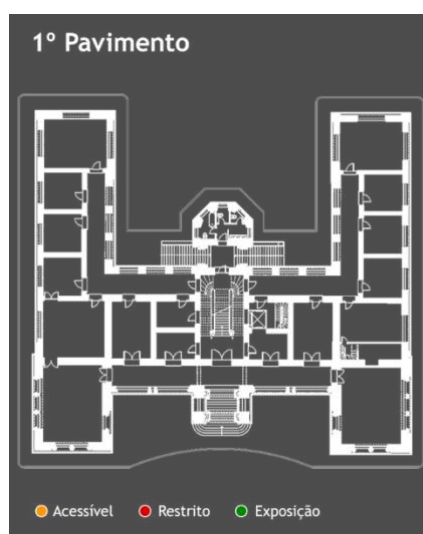
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Normalmente, a vista aérea é a parte da aplicação de tour virtual onde a maioria dos visitantes permanece por mais tempo. Por isso, se for possível, é sempre bom incluir esse tipo de ambiente na aplicação.

5) Mapa

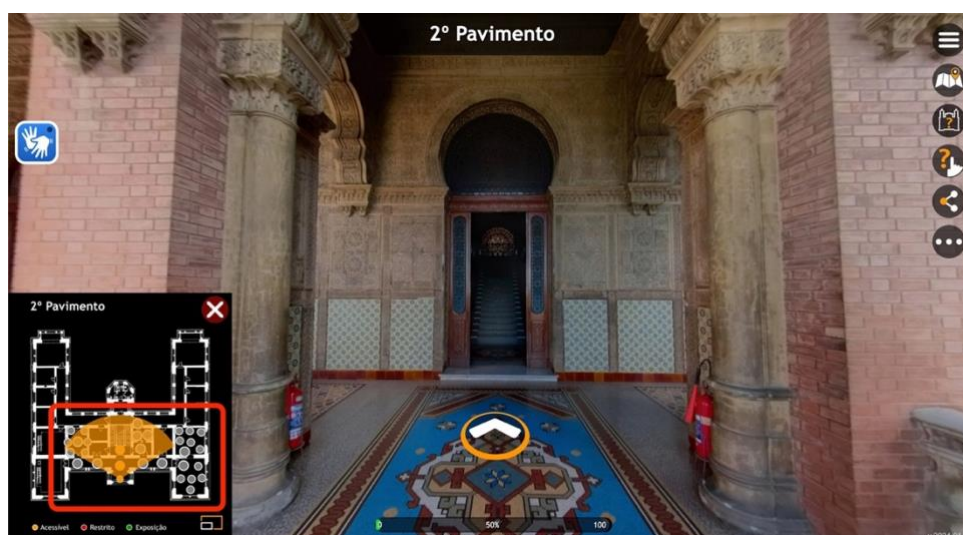
O recurso de mapa deve ser uma das prioridades ao desenvolver uma aplicação de tour virtual semi-imersiva (Figura 10). Além de servir como uma ferramenta extra para orientar a localização do usuário em relação a outros ambientes, o recurso de mapa pode ser usado como atalho para acessar os locais do tour ali representados (Figura 11).

Figura 10 – Exemplo de mapa.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Figura 11 – Exemplo da implementação de pontos de referência de ambientes no mapa.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Outra funcionalidade que pode ser adicionada ao mapa é a capacidade de informar quais locais o usuário já acessou e quais ele ainda não visitou (Figura 12).

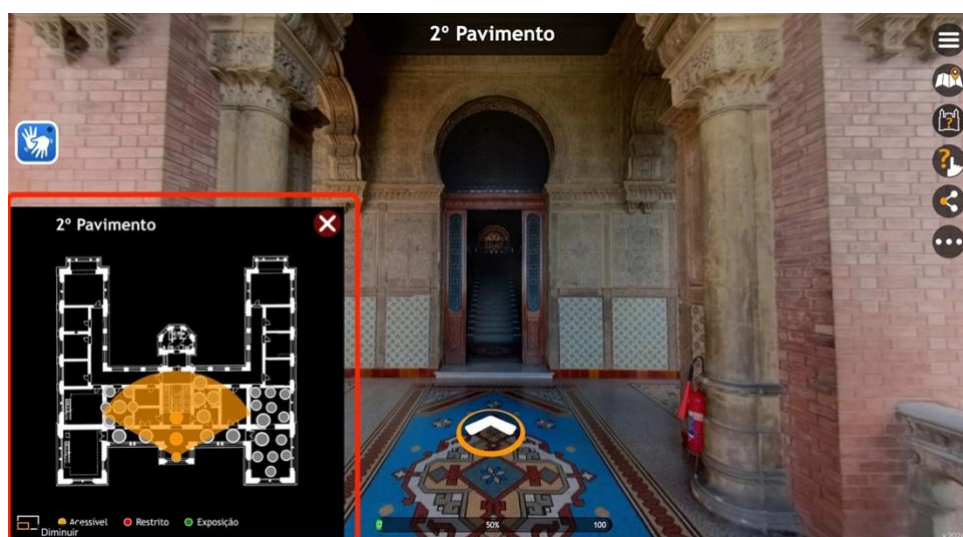
Figura 12 – Exemplo da implementação de recurso de ambientes visitados.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Além das funcionalidades previamente mencionadas (pontos de referência, atalhos e locais visitados), deve-se implementar um recurso que permita ao usuário ampliar ou reduzir o tamanho da janela do mapa (Figura 13).

Figura 13 – Exemplo da janela do mapa ampliada.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em relação ao formato da representação, a utilização de mapas em 3D facilita a compreensão do público sobre o espaço representado, pois proporciona uma visualização espacial mais próxima da realidade em comparação com um mapa plano (ortogonal) (Figura 14).

Figura 14 – Exemplo do mapa 3D.



Fonte: ATV CEFET - MG - Leopoldina.

Desta forma, este recurso do mapa complementa significativamente as funcionalidades de orientação e localização.

C. Recursos de ajuda

Para evitar sobrecarregar a memória do usuário, a ajuda deve ser dividida em dois tipos: ajuda básica e ajuda contínua.

1) Ajuda básica

A ajuda básica deve conter apenas as funções essenciais para o uso da aplicação; ela deve explicar de maneira simples e intuitiva como o usuário se movimenta (clique na seta do chão ou utilização das setas verticais do teclado), visualiza o ambiente em 360° (clique e arrasta o mouse ou setas horizontais do teclado), utiliza o recurso de zoom (botão de rolagem do mouse ou teclas “A” e “Z” do teclado) e acessa outros recursos do menu por exemplo (Figura 15).

Esta informação deve ser elaborada de acordo com o tipo de dispositivo computacional que se pretende desenvolver a aplicação de tour virtual. Como exemplo, para uso em computadores, deve-se orientar sobre como utilizar o movimento e os botões do mouse e do teclado. Se a aplicação também estiver disponível para smartphones, é importante orientar sobre como interagir usando

gestos de toque, como o movimento de pinça para zoom, e toque e arraste para movimentar a visão no ambiente.

Figura 15 – Exemplo de ajuda básica.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

2) Ajuda contínua

A ajuda contínua é um recurso onde informações sobre funcionalidades específicas são apresentadas aos usuários de forma gradual (Figura 16).

À medida que o usuário avança pelo roteiro da aplicação de tour virtual, os recursos específicos são apresentados de forma a não sobrecarregar sua memória. Contudo, deve-se reforçar essas informações em pontos estratégicos do roteiro para que o usuário lembre o que aprendeu.

Figura 16 – Exemplo de ajuda contínua.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

3) Dicas por vídeo

Outro recurso de ajuda importante é o da dica.

Essa funcionalidade propõe a utilização de vídeos demonstrativos para ensinar de forma visual como utilizar determinados recursos, semelhante a um tutorial em vídeo (Figura 17).

Figura 17 – Exemplo do recurso de dica por vídeo.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Assim como no recurso do mapa, todas as janelas de vídeo devem permitir sua ampliação para melhor visualização pelo usuário.

4) Caminho virtual

O recurso de caminho virtual orienta o usuário sobre o trajeto que deve seguir para chegar a um determinado local na aplicação de tour virtual. Para isso, podem ser utilizadas setas, linhas-guia ou qualquer outra forma de sinalização contínua que seja perceptível ao usuário durante todo o percurso (Figura 18).

Figura 18 – Exemplo do recurso de caminho virtual.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Este recurso pode ser implementado como uma funcionalidade das PIDs, onde é ativado e desativado clicando-se no item correspondente na placa.

D. Painel informativo de locais (PInfo)

O PInfo é um recurso que combina a funcionalidade de um menu de ambientes e um mapa de referência de locais (Figura 19). Deve ser elaborado com o objetivo de facilitar o acesso aos locais de interesse da aplicação de forma simples e intuitiva.

Figura 19 – Exemplo do recurso de caminho virtual.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O uso de modelos em 3D ou fotos em perspectiva são boas alternativas para facilitar a compreensão da localização de cada ponto de interesse em um tour virtual. Assim como os mapas em 3D, esses formatos proporcionam uma visualização mais próxima da realidade. Quando agregados a um formato de visualização por menu de ambientes, esses recursos potencializam a capacidade de comunicação com o visitante, permitindo escolher a forma de acesso aos locais disponíveis na aplicação.

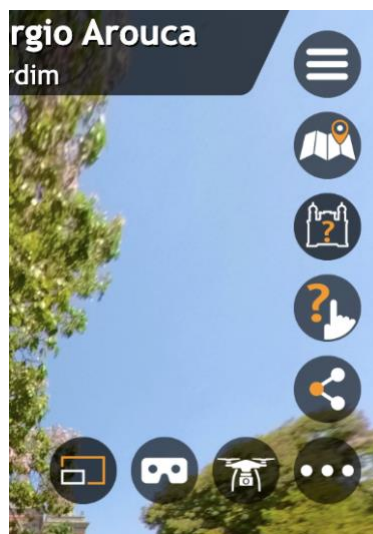
E. Menu principal

O menu principal representa um recurso de controle e organização de funcionalidades distintas e importantes em uma aplicação de tour virtual semi-imersiva. Sua função é agrupar essas funcionalidades de maneira que seu acesso seja facilitado, melhorando a experiência do usuário.

No menu principal, normalmente encontram-se recursos como acesso ao mapa, ajuda, painel informativo de locais (PInfo), compartilhamento em redes sociais e QR code, tela cheia e recurso de realidade virtual para smartphones.

Recomenda-se a utilização de ícones representativos para esses recursos, pois os surdos preferem elementos gráficos em vez de texto (Figura 20).

Figura 20 – Exemplo do recurso de menu com ícones.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

3. FUNCIONALIDADES ESSENCIAIS DE ACESSIBILIDADE PARA SURDOS PRÉ-LINGUÍSTICOS

A. Recursos de acessibilidade

Os recursos de acessibilidade devem ser sempre prioritários e obrigatórios para qualquer aplicação de tour virtual semi-imersiva. Dessa forma, é importante realizar testes de uso com o público-alvo para garantir a eficácia desses recursos.

1) Linguagem simples

A utilização de linguagem simples é uma ação crucial para promover a inclusão social. Isso permite que qualquer pessoa do público prioritário possa compreender informações de maneira clara e direta, facilitando a disseminação do conhecimento para outros.

Recomenda-se que todo o conteúdo textual de uma aplicação de tour virtual seja elaborado utilizando técnicas atuais de linguagem simples como prioridade.

Os textos escritos em linguagem simples facilitam a tradução de conteúdos para a linguagem de sinais com maior eficiência.

2) Tradução para Língua de Sinais

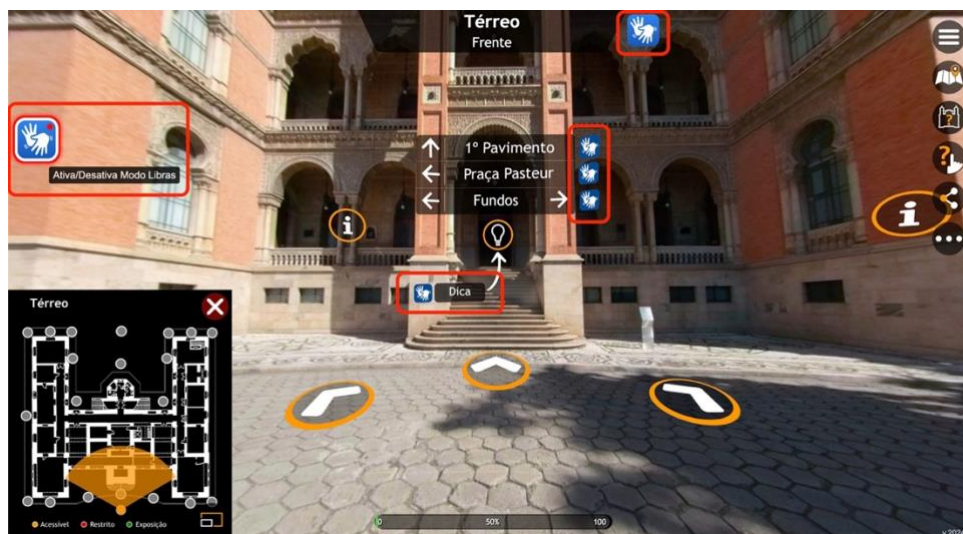
Para a tradução do conteúdo para língua de sinais em vídeos, recomenda-se:

- clareza na comunicação em língua de sinais;

- a utilização de tradução para língua de sinais realizado por intérpretes humanos. Entretanto, se isto for inviável, pode-se utilizar a tradução por avatares desde que revisada por um intérprete humano;
- para o conteúdo textual dinâmico, a utilização de um tradutor automático como auxílio ao texto;
- o design do vídeo da tradução para língua de sinais não deve comprometer a visualização da língua de sinais;
- os vídeos das traduções devem ser exibidos próximos ao conteúdo textual correspondente, de forma a colaborar para a percepção de seu vínculo com o texto.;
- os vídeos das traduções devem poder ser maximizados para garantir a visualização clara dos sinais;
- os vídeos devem ter qualidade suficiente para garantir a nitidez da sinalização. Entretanto devem ser leves para não comprometerem o tempo de carregamento;
- se os vídeos de tradução contiverem fundo, deve-se escolher uma cor de fundo que contraste com a cor da pele do intérprete, podendo também contrastar com sua vestimenta.
- permitir, se possível, que o usuário possa escolher a cor de fundo dos vídeos de tradução;
- evitar vídeos longos que podem impactar no tempo de carregamento e podem gerar cansaço e desmotivação do usuário;
- permitir que o usuário possa controlar o vídeo (avançar, retroceder, pausar).

Lembre-se sempre de traduzir todo o conteúdo textual existente na aplicação, seja ele itens do menu, placas ou mesmo um texto da ajuda. Para estes conteúdos, crie ícones individuais correspondentes a cada um dos itens traduzidos (Figura 21).

Figura 21 – Exemplo do recurso tradução dos conteúdos textuais.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Além disso, para a elaboração dos vídeos de tradução, sempre consulte profissionais intérpretes experientes na tradução para língua de sinais.

Um outro ponto importante é realizar avaliações da tradução por um segundo intérprete, juntamente com usuários surdos.

3) Legendas

O recurso de legendas nos vídeos é importante, mas para os surdos pré-linguísticos, pode ser incômodo, pois pode tirar a atenção da tradução em língua de sinais; além disso, muitos surdos pré-linguísticos não compreendem bem o português. Para melhorar esse recurso, sugere-se que a aplicação permita que o usuário ative ou desative as legendas sempre que desejar.

4) Modo Libras

A funcionalidade do modo Libras tem como objetivo permitir que o usuário ative ou desative, a qualquer momento, a tradução para a língua de sinais de todo o conteúdo textual da aplicação. Assim, os usuários têm controle sobre a visualização das traduções para Libras na aplicação de tour virtual.

Quando ativado, esse recurso exibe o ícone de Libras ao lado de todo o conteúdo textual (Figuras 22a e 22b).

Figura 22 – (a) Exemplo do modo Libras ativado; (b) Exemplo do modo Libras desativado.

- Guia de Linguagem Simples do Icict/Fiocruz. Disponível em:
<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/61432>
- Impactos da linguagem simples na compreensibilidade da informação em governo eletrônico: o caso de um benefício do INSS. Disponível em:
<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=53277@1>

ÍNDICE

A

Acessibilidade na navegação · 177

Ajuda básica · 184

Ajuda contínua · 185

C

Caminho virtual · 187

**Características principais de uma Aplicação de
Tour Virtual** · 174

D

Dicas por vídeo · 186

E

Elementos de navegação · 175

Elementos de orientação e localização · 177

F

**FUNCIONALIDADES ESSENCIAIS DE
ACESSIBILIDADE PARA SURDOS PRÉ-
LINGUÍSTICOS** · 189

**FUNCIONALIDADES ESSENCIAIS DE
USABILIDADE** · 175

L

Legendas · 191

LEITURA COMPLEMENTAR · 192

Linguagem simples · 189

M

Mapa · 181

Menu principal · 188

Modo Libras · 191

P

Painel informativo de locais (PInfo) · 187

Placa de referência de localização (PRef) · 179

Placas de identificação de local (PILs) · 178

Placas georreferenciadas (PGeos) · 180

Placas indicativas de direção (PIDs) · 177

R

Recursos de acessibilidade · 189

Recursos de ajuda · 184

T

Tipos de aplicações de tour virtual · 173

Tradução para Língua de Sinais · 189

V

**VISÃO GERAL SOBRE APLICAÇÕES DE TOUR
VIRTUAL** · 173

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa de caráter qualitativo e exploratório, realizada com a combinação de métodos (inspeção *ad-hoc* realizado por especialistas, classificação e ordenação dos problemas encontrados, elaboração de protótipo para testes por tarefas com usuários surdos e ouvintes e entrevistas), teve como objetivo analisar a experiência de uso de uma aplicação de *tour* virtual (ATV) semi-imersiva por pessoas surdas pré-linguísticas, identificar os desafios e barreiras encontrados por elas e propor orientações que apoiem a acessibilidade e usabilidade no desenvolvimento desse tipo de aplicação.

Procurando alcançar esse objetivo, foram realizados levantamentos bibliográficos abrangendo os temas da acessibilidade, surdez e ATV, onde foram identificadas as heurísticas de realidade virtual (RV) semi-imersiva e as diretrizes de acessibilidade para sites com foco em pessoas surdas pré-linguísticas. Apesar dos achados, nenhum desses estudos conseguiu responder às questões de pesquisa. Este resultado pode representar uma lacuna significativa na literatura em relação à acessibilidade em ATVs para o público surdo. Esta hipótese pode ser reforçada com as respostas dos usuários sobre nunca terem utilizado alguma ATV que possuísse algum recurso de acessibilidade.

Além do levantamento bibliográfico, para alcançar o objetivo geral da pesquisa, foi realizado um estudo exploratório por meio de inspeções por especialistas em usabilidade e acessibilidade e testes com usuários.

As inspeções foram realizadas na ATV semi-imersiva do Castelo da Fiocruz disponível da internet e teve o objetivo de identificar possíveis problemas de usabilidade e acessibilidade com base nas heurísticas para RV semi-imersiva e diretrizes de acessibilidade para surdos pré-linguísticos. Para apoiar as inspeções, foi elaborado um checklist com as heurísticas de usabilidade selecionadas que serviram de base para que o pesquisador e três especialistas em IHC e acessibilidade pudessem avaliar a aplicação. Ressalta-se que a aplicação avaliada não possuía nenhum recurso de acessibilidade.

Por se tratar de produto *web*, cada especialista realizou a inspeção em seu próprio computador e ambiente de trabalho. Os resultados da inspeção trouxeram um total de 34 problemas de usabilidade, que foram classificados por sua gravidade visando a priorização da

implementação em protótipo. Este processo foi de extrema importância, pois com as expertises dos especialistas foi possível identificar prováveis problemas de usabilidade para resolução antes dos testes de uso da aplicação.

Com base nos resultados das inspeções, as propostas de melhorias foram implementadas em um protótipo baseado na ATV original e envolveram trinta soluções para os problemas de usabilidade identificados, quatro aprimoramentos e mais três soluções de acessibilidade.

Assim, o protótipo foi submetido aos testes com os usuários, onde foram utilizados questionários, tarefas e entrevistas para coletar as informações sobre o perfil dos participantes, conhecimento sobre ATV e sobre a utilização do protótipo. Os testes contaram com a participação de seis voluntários surdos pré-linguísticos e seis ouvintes sem deficiência visual para efeito comparativo. Deste total, um voluntário de cada grupo foi selecionado para realizar o teste piloto.

Os resultados dos testes apontaram que, das trinta soluções de usabilidade implementadas do protótipo, vinte e três resolveram os problemas completamente, duas resolveram parcialmente, quatro não puderam ser testadas e uma não resolveu o problema. Em relação aos três problemas de acessibilidade para surdos pré-linguísticos encontrados, dois foram totalmente resolvidos e um resolvido parcialmente. Já os quatro aprimoramentos implementados tiveram sucesso em melhorar a dinâmica de uso.

Todo o processo de testes com os usuários evidenciou quatorze problemas identificados pelos usuários ou pela observação do pesquisador. De forma semelhante à etapa de testes, as propostas de soluções foram implementadas em nova versão de protótipo. Também foi implementada solução para um problema remanescente da etapa de inspeção e não implementado na primeira versão do protótipo, além de três aprimoramentos. Esta nova versão foi submetida a testes com novos voluntários, sendo dois surdos pré-linguísticos e dois ouvintes.

Os resultados da segunda avaliação apontaram que todas as soluções propostas para resolução dos problemas e os aprimoramentos tiveram êxito.

Em todos os testes realizados nesta pesquisa foi observado que a implementação dos recursos de ajuda, navegação e orientação possibilitaram a utilização mais intuitiva da

aplicação, até para os voluntários com menor escolaridade. Este resultado reforça a necessidade da utilização desses recursos para auxiliar o entendimento da dinâmica de uso de uma ATV e para a mitigação de erros que poderiam levar o usuário ao abandono da aplicação.

A utilização de recursos de acessibilidade para surdos pré-linguísticos foi elogiada por todos os participantes e em especial pelos participantes surdos, que demonstraram muita satisfação e interesse ao perceberem que a aplicação possuía recursos de acessibilidade que os representavam.

Com os resultados consolidados, o pesquisador obteve respostas para as subquestões de pesquisa, e conseqüentemente para a questão principal. Assim, respondendo às subquestões:

- **SQ1 - Quais são as recomendações e diretrizes específicas para o desenvolvimento de ATVs direcionadas ao público surdo pré-linguístico, e quais aspectos são mais relevantes para atender a essa população?**

De acordo com o Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), detalhado no capítulo 4, não foi encontrado nenhum estudo que tratasse de recomendações ou diretrizes específicas para ATVs que possibilitasse responder esta subquestão. Desta forma o pesquisador optou por utilizar as heurísticas para RV semi-imersiva e as diretrizes de acessibilidade para sites voltadas para surdos pré-linguísticos descobertos nas buscas primárias. Essas referências demonstraram a possibilidade de sua utilização na avaliação de ATVs, apesar de sua aderência parcial a este tipo de aplicação. Contudo, o pesquisador observou que ainda há a necessidade de avançar para um modelo mais completo e totalmente direcionado para ATVs. Assim, para preencher esta lacuna, o pesquisador propôs a criação do guia de orientação para apoiar o desenvolvimento de ATVs para o público surdo pré-linguístico (Capítulo 6).

- **SQ2 - Quais são as principais barreiras enfrentadas por indivíduos surdos pré-linguísticos em relação à compreensão da dinâmica de uso e das informações contidas no produto em questão?**

Com base nos resultados desta pesquisa, as principais barreiras identificadas para ambos os grupos pesquisados (surdos e ouvintes) foram:

- dificuldade de encontrar os ambientes quando não sinalizados corretamente;

- ícones pequenos que dificultam a visualização;
- ícones com simbologia confusa;
- formato confuso da ajuda ou inexistência desta;
- conteúdo textual longo e complexo para o entendimento ;
- conteúdo multimídia sem tradução para Libras;
- baixo contraste dos elementos gráficos com a representação imagética do ambiente;
- baixo nível de escolaridade.

• **SQ3 - Quais formatos de conteúdo multimídia são considerados eficientes e satisfatórios para uso em ATVs, e como eles se adaptam de maneira adequada a diferentes tamanhos de tela em dispositivos eletrônicos?**

Respondendo esta questão, o pesquisador observou que os usuários pesquisados aprovaram a visualização do conteúdo textual no formato vertical (imagem ilustrativa acima e texto abaixo), a exibição dos vídeos demonstrativos ocupando aproximadamente 30% da área da tela e com o recurso de tela cheia. Já os vídeos das traduções para Libras do conteúdo textual tiveram aceitação da exibição inicial no formato minimizado, mas com a funcionalidade de ampliação para tela cheia, sendo ambos com o fundo inicialmente branco.

Apesar dos smartphones não terem sido escolhidos pelos participantes como opção preferencial para os testes, o que pode ser considerado uma limitação desta pesquisa, o pesquisador acredita que, para este formato reduzido de tela, a utilização de vídeos em tela cheia como opção única poderia ser adotada como solução.

• **SQ4 - Quais são os principais desafios e estratégias para garantir uma experiência de uso satisfatória para pessoas surdas pré-linguísticas em ATVs?**

Como resposta a essa questão, foram observados alguns desafios e estratégias.

Os desafios mais relevantes observados nos testes foram:

- manter o usuário ciente de sua localização, mitigando a sensação de estar perdido;
- minimizar dificuldades de navegação;
- tornar a aplicação mais atrativa ao público em geral e específico;

- desenvolver recursos que auxiliem o usuário a superar as dificuldades;
- implementar satisfatoriamente recursos de acessibilidade para surdos pré-linguísticos;
- garantir a utilização intuitiva.

Já as estratégias desenvolvidas para mitigar ou extinguir os desafios foram:

- desenvolver recursos de ajuda e dica que auxiliem no entendimento da utilização da ATV;
- implementar recursos de orientação e localização tais como o uso de placas em geral (Placas indicativas de direção, placas de referência de localização, placas de identificação de local e placas georreferenciadas);
- disponibilizar informações objetivas e de fácil entendimento;
- implementar recurso de tradução para Libras do conteúdo textual;
- implementar recursos de ajuda dinâmica e contínua (Dicas, caminho virtual, descrição dos ícones, direcionamento automático, etc.);
- criar atalhos para os principais ambientes;
- utilizar iconografia baseada em símbolos já reconhecidos e convencionalizados na comunicação *web*;
- garantir a visualização plena dos ícones, independente do tamanho da tela utilizada para a exibição;
- garantir o posicionamento apropriado das setas de navegação em relação a visão do usuário.

- **SQ5 - Quais são as diferenças na percepção e na experiência de uso entre pessoas surdas pré-linguísticas e ouvintes ao utilizar uma aplicação de *tour* virtual?**

Respondendo esta questão, foi observado que os surdos e ouvintes utilizaram de forma semelhante a ATV, mantendo um equilíbrio na percepção e experiência de uso. Foi observado que, apesar da maioria dos voluntários surdos não saberem o que era uma ATV, somente os que tinham baixo nível de escolaridade tiveram alguma dificuldade inicial no entendimento da dinâmica de uso deste tipo de aplicação. Também foi observado esta questão com os voluntários

com idade maior que 60 anos, apesar de já terem utilizado alguma ATV. No entanto, todos os participantes entenderam a dinâmica de uso da ATV e ao final dos testes já a utilizavam com mais facilidade.

Com relação aos recursos de acessibilidade, um detalhe interessante e que vale ser aprofundado foi que no primeiro teste, todos os usuários surdos consideraram que o formato de fundo escurecido para a tradução para Libras estava adequado e que não atrapalhava a visualização. Contudo, no segundo teste, os usuários surdos, ao terem contato com o recurso de personalização do fundo do vídeo de tradução, apontaram que o fundo branco seria mais adequado devido ao melhor contraste com o intérprete.

Como era esperado, o grupo que mais reconheceu e utilizou os recursos de acessibilidade foi o de surdos. Entretanto, o não reconhecimento do símbolo de Libras por um usuário ouvinte pode indicar a necessidade de sensibilização do usuário em geral para a importância da acessibilidade não só nos produtos *web*, mas na vida cotidiana.

Com todas as respostas das subquestões, foi possível responder de forma ampla a questão principal de pesquisa: **Quais estratégias podem ser adotadas para assegurar a usabilidade e acessibilidade do público surdo pré-linguístico em ATVs semi-imersivas?**

Por meio dos resultados obtidos nesta pesquisa e com o objetivo de orientar sobre as melhores práticas para apoiar o desenvolvimento de aplicações de *tour* virtual semi-imersiva, o pesquisador elaborou um guia contendo soluções de usabilidade e recursos de acessibilidade voltados para a comunidade surda que devem ser implementados nesse tipo de produto (Capítulo 6).

Como contribuição científica e tecnológica, este estudo possibilitou analisar a eficácia da combinação de métodos complementares de avaliação, permitindo a identificação de barreiras e o desenvolvimento de estratégias que tornaram uma ATV satisfatória e acessível em sua utilização por pessoas surdas pré-linguísticas. Com isso, foram produzidos conhecimentos pertinentes para a área de IHC, como a experiência de uso por pessoas surdas pré-linguísticas com uma ATV e, sobretudo, como torná-las acessíveis a este público prioritário. O conhecimento tecnológico, proposto pelo protótipo pode ser uma ferramenta base para o avanço significativo das ATVs em sua integralidade, proporcionando a construção de produtos mais

atrativos e intuitivos para o público em geral. Desta maneira, torna-se perceptível que a evolução deste ramo da RV é imprescindível e totalmente possível. Contudo, a participação da comunidade surda se faz tão necessária quanto à de profissionais com conhecimentos interdisciplinares nas áreas de design, experiência do usuário, fotografia, tecnologia da informação e comunicação. Só assim conseguiremos avançar na equidade social e profissional que a comunidade surda merece.

O olhar mais atento para os públicos prioritários e o entendimento de suas dores e anseios pode ser o diferencial entre um resultado vitorioso ou um desperdício.

7.1 Trabalhos Futuros

O pesquisador considera a possibilidade de novas pesquisas a partir desta como inevitável.

Em continuidade a esta pesquisa, pretende-se realizar os mesmos testes em smartphones para entender melhor se há diferença na dinâmica de uso em relação aos computadores e quais adaptações seriam necessárias, principalmente na exibição do conteúdo de vídeo.

Um outro desdobramento futuro desta pesquisa é a validação do Guia para ampliar a compreensão sobre a eficácia das recomendações em relação aos profissionais desenvolvedores de ATVs.

Uma outra proposta de pesquisa surge da necessidade de entender o quanto uma ATV pode ser entediante ou empolgante. Para isto, pretende-se realizar uma pesquisa de opinião para entender melhor sobre a relação de entendimento do público em geral com ATVs.

Uma outra possibilidade é a investigação sobre quanto a utilização de recursos de gamificação pode tornar uma ATV mais engajadora e comunicativa.

Em continuidade ao tema de acessibilidade para um público prioritário, pretende-se realizar uma outra pesquisa de opinião envolvendo o público com deficiência visual, visando obter informações sobre o entendimento, acesso e pertinência de um aprofundamento sobre a experiência de uso de ATVs por pessoas com deficiência visual.

REFERÊNCIAS

ADEBESIN, Funmi; KOTZÉ, Paula; GELDERBLOM, Helene. The complementary role of two evaluation methods in the usability and accessibility evaluation of a non-standard system. In: ANNUAL RESEARCH CONFERENCE OF THE SOUTH AFRICAN INSTITUTE OF COMPUTER SCIENTISTS AND INFORMATION TECHNOLOGISTS (SAICSIT '10), 2010, Bela Bela, South Africa. Anais... New York: Association for Computing Machinery, 2010. p. 1-11.

AGÊNCIA IBGE. 161,6 milhões de pessoas com 10 anos ou mais de idade utilizaram a internet no país em 2022. Agência de Notícias, 09 nov. 2023. Atualizado em: 09 nov. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38307-161-6-milhoes-de-pessoas-com-10-anos-ou-mais-de-idade-utilizaram-a-internet-no-pais-em-2022>. Acesso em: 1 mar. 2024.

AGÊNCIA IBGE. PNS 2019: País tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência. Agência de Notícias, 26 ago. 2021. Atualizado em: 06 out. 2021. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em: 27 fev. 2024.

AGÊNCIA IBGE. Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda. Agência de Notícias, 07 jul. 2023. Atualizado em: 24 ago. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-ao-trabalho-e-a-renda>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ALVES, Aline da Silva. Estudo do Uso de Diálogos de Mediação para Melhorar a Interação de Surdos Bilíngues na Web. 2012. 142 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ALVES, Aline da Silva et al. Novas estratégias comunicativas como fator de qualidade na interação de surdos em um sistema organizacional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FATORES HUMANOS EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS, 12., 2013, Manaus. Anais... Manaus: UFAM, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16537: Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência a edificações, espaços, mobiliário e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARBOSA, P. G. F. Acessibilidade em museus: um estudo de caso para apoiar a visita espontânea de surdos com o uso da realidade aumentada. 2018. 195 f. Dissertação (Mestrado)

– Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Programa de Pós-Graduação em Informática, Departamento de Informática Aplicada, Rio de Janeiro, 2018.

BASIL, V. GQM approach has evolved to include models. IEEE SOFTWARE, v. 11, n. 1, p. 8, 1994.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 dez. 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm.

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

BRASIL. Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania. Pela primeira vez, PNAD Contínua reúne e disponibiliza dados sobre pessoas com deficiência. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2023/07/pela-primeira-vez-pnad-continua-reune-e-disponibiliza-dados-sobre-pessoas-com-deficiencia>. Acesso em: 1 jul. 2024.

CABEZOS-BERNAL, P. M.; CISNEROS VIVÓ, J. Panoramas esféricos estereoscópicos. EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica, v. 21, n. 28, p. 70-81, 2016.

CAVALCANTE, Ney Wagner Freitas. Compreensão de conteúdo multimídia na web por deficientes auditivos pré-linguísticos: um estudo de caso com campanhas de saúde. 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, 2015.

CORRADI, Juliane Adne Mesa. Ambientes informacionais digitais e usuários surdos: questões de acessibilidade. 2007. 214 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Marília, Marília, 2007.

COUTO, A. Como compreender o deficiente auditivo. Rio de Janeiro: Rotary Club do Rio de Janeiro, Comissão de Assistência ao Excepcional, 1985.

DE FINO, M.; BRUNO, S.; FATIGUSO, F. Dissemination, assessment and management of historic buildings by thematic virtual tours and 3D models. Virtual Archaeology Review, v. 13, n. 26, p. 88-102, 2022.

DE JUAN, Javier. Curved drawing lesson 3: Deep inside the equirectangular grid. Steemit, 2018. Disponível em: <https://steemit.com/utopian-io/@javier.dejuan/curved-drawing-lesson-3-deep-inside-the-equirectangular-grid>. Acesso em: 19 jun. 2023.

DUBOIS, J. et al. Creating a Virtual Tour Design Guide for Museums. 2006. Worcester Polytechnic Institute. Disponível em:

https://digital.wpi.edu/concern/student_works/jw827c016?locale=en. Acesso em: 25 out 2023.

FARRELL, Susan. Which Comes First? Layout or Content? Nielsen Norman Group, 11 out. 2015. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/layout-vs-content/>. Acesso em: 13 mar. 2024.

FERREIRA, S. B. L. Acessibilidade - Avaliação de Interfaces. Aula 17 da disciplina de Acessibilidade, Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

FERREIRA, S. B. L.; NUNES, R. e-Usabilidade. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FIOCRUZ. História. Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/historia>. Acesso em: 1 set. 2024.

FIOCRUZ. Perfil institucional. Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/perfil-institucional>. Acesso em: 1 set. 2024.

FLOR, Carla da Silva et al. Recomendações para a criação de pistas proximais de navegação em websites voltadas para surdos pré-linguísticos. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174271/344668.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 8 mar. 2024.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Fiocruz lança política institucional de acessibilidade e inclusão. Portal Fiocruz, 13 set. 2019. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/fiocruz-lanca-politica-institucional-de-acessibilidade-e-inclusao>. Acesso em: 27 fev. 2024.

GAROUSI, Vahid; FELDERER, Michael; MÄNTYLÄ, Mika V. Guidelines for including grey literature and conducting multivocal literature reviews in software engineering. *Information and software technology*, v. 106, p. 101-121, 2019.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOVERNO ELETRÔNICO. eMAG - Guia de boas práticas para a criação e gestão de conteúdos. 2014. Disponível em: <http://www.governoeletronico.gov.br/documentos-e-arquivos/eMAGv31.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2023.

HABEYCHE, Sthefania; SANTOS, Taís; FORTES, Juliana; AMORIM, Arivaldo. Novas formas de divulgação e valorização do patrimônio cultural: estudo de caso no Cemitério Campo Santo, em Salvador - Bahia. In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 2012, São Paulo. Anais... [S.l.]: [s.n.], 2012.

HENRY, S. L. Understanding Web Accessibility. In: WEB ACCESSIBILITY. [S.l.]: Apress, 2006.

ISO 9241-11:2018. Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts. International Organization for Standardization, 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>. Acesso em: 9 jun. 2024.

JERALD, Jason. The VR book: Human-centered design for virtual reality. Morgan & Claypool, 2015.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, Stuart. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Versão 2.3. EBSE Technical Report EBSE-2007-01. Keele University, Staffs, UK; University of Durham, Durham, UK, 9 jul. 2007.

LEE, E.; WONG, K. Learning with semi-immersive virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, v. 79, p. 49-58, 2014.

MELO, P. Pandemia leva a realidade virtual para além do mercado de games. *TI Inside*, 24 ago. 2021. Disponível em: <https://tiinside.com.br/24/08/2021/pandemia-leva-a-realidade-virtual-para-alem-do-mercado-de-games/>. Acesso em: 03 jan. 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciência & saúde coletiva*, v. 17, p. 621-626, 2012.

MORAN, Kate; GORDON, Kelley. How to conduct a heuristic evaluation. Nielsen Norman Group, 25 jun. 2023. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>. Acesso em: 8 mar. 2024.

NIELSEN NORMAN GROUP. Virtual tours. Nielsen Norman Group, 30 ago. 2020. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/virtual-tours/>. Acesso em: 03 jan. 2023.

NIELSEN, Jakob. AI can/cannot do UX. Jakob Nielsen PhD, 1 fev. 2024. Disponível em: <https://jakobnielsenphd.substack.com/p/ai-can-cannot-do-ux>. Acesso em: 25 mar. 2024.

NIELSEN, Jakob. Severity ratings for usability problems. Nielsen Norman Group, 1 nov. 1994. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>. Acesso em: 8 mar. 2024.

NIELSEN, Jakob. Usability 101: Introduction to Usability. Nielsen Norman Group, 3 jan. 2012. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. Acesso em: 31 jul. 2024.

NIELSEN, Jakob. Why you only need to test with 5 users. Nielsen Norman Group, 2000. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users>. Acesso em: 1 mar. 2024.

NIELSEN, Jakob; LANDAUER, Thomas K. A mathematical model of the finding of usability problems. In: PROCEEDINGS OF THE INTERACT'93 AND CHI'93 CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1993, Amsterdam, The Netherlands. Anais... New York, NY: Association for Computing Machinery, 1993. p. 206-213.

PARREIRAS, Diego de Jesus Penaforte. Design de heurísticas para avaliação de sistemas de realidade virtual semi-imersiva. 2021. 230 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola Superior

de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/bitstream/1/18687/2/Tese%20-%20Diego%20de%20Jesus%20Penaforte%20Parreiras%20-%202021%20-%20Completa.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PETERSEN, Kai; VAKKALANKA, Sairam; KUZNIAZ, Ludwik. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, v. 64, p. 1-18, 2015.

PUHRETMAR, Franz; MIESENBERGER, Klaus. Making sense of accessibility in IT design - usable accessibility vs. accessible usability. In: 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'05), 2005, Copenhagen, Denmark. *Anais... IEEE*, 2005. p. 861-865.

REMEDIOS, S. E. L. DOS. Tecnologias educacionais no processo de ensino e aprendizagem de música para pessoas com deficiência visual total: sugestões para o desenvolvimento de um ambiente digital de ensino de música mais adaptado. 2022. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Departamento de Informática Aplicada, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, 2022.

ROJAS, H. et al. Application of accessibility guidelines in a virtual museum. In: 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE OF INCLUSIVE TECHNOLOGY AND EDUCATION (CONTIE), 2020, Baja California Sur, Mexico. *Anais... New York: IEEE*, 2020. p. 73-79.

SACKS, O. Vendo vozes: uma viagem ao mundo dos surdos. São Paulo, Companhia das Letras, 1998.

SCHADE, Amy. Pilot Testing: Getting It Right (Before) the First Time. Nielsen Norman Group, 5 abr. 2015. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/pilot-testing/>. Acesso em: 1 mar. 2024.

SHNEIDERMAN, B. Universal usability. *Communications of the ACM*, v. 43, n. 5, p. 84-91, 2000.

SUN, S.; MENG, Q.; MA, Y.; REN, Z. Application of Virtual Reality Technology in Landscape Design. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS APPLICATION ON MEDIA (ISAIAM), 2021, Xi'an, China, 21 a 23 de maio. *Anais... New York: IEEE*, 2021. p. 91-95.

THE CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN. The principles of universal design: (Version 2.0). Raleigh, NC: NC State University, 1997.

TORI, Romero; DA SILVA HOUNSELL, Marcelo. Introdução a realidade virtual e aumentada. Sociedade Brasileira de Computação, 2020.

UNESCO. Global Education Monitoring Report 2020: Inclusion and Education: All Means All. Paris: UNESCO, 2020. ISBN 978-92-3-100038-6.

VILELLA, W. V.; TAQUETE, S. R.; BORGES, L. Pesquisa qualitativa para todos. 2020.

WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HÖST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLÉN, A. Experimentation in software engineering. Heidelberg: Springer, 2012. ISBN 978-3-642-29043-5.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Basic ear and hearing care resource. Geneva: World Health Organization, 25 fev. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/basic-ear-and-hearing-care-resource>. Acesso em: 31 jul. 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World report on hearing: executive summary. Geneva: World Health Organization, 2021. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/339956>. Acesso em: 31 jul. 2024.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. 2023. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ZANCAN, Breno Augusto Guerra et al. Accessibility guidelines for virtual environments. In: UNIVERSAL ACCESS IN HUMAN-COMPUTER INTERACTION. VIRTUAL, AUGMENTED, AND INTELLIGENT ENVIRONMENTS: 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE, UAHCI 2018, HELD AS PART OF HCI INTERNATIONAL 2018, Las Vegas, NV, USA, 15-20 jul. 2018. Proceedings. Parte II. New York: Springer International Publishing, 2018. p. 171-183.

ANEXOS

ANEXO A

Heurísticas para Realidade Virtual Semi-imersiva.

ID	Nome/Categoria	Definição
Fatores gerais		
H-1	Facilidade de uso	O sistema de RV deve ser fácil de utilizar, fácil de aprender, e fácil de entender suas normas, e regras. Simplicidade – A interface do sistema e os controles de hardware devem ter um design e navegação simples e intuitivos. Assim como os elementos e informações contidos no ambiente de RV. Clareza - O ambiente virtual deve ter clareza, e oferecer elementos que sejam de fácil compreensão para o usuário.
H2	Navegação	O sistema de RV deve fornecer ferramentas e recursos para que o usuário possa se localizar dentro dele, saber sua posição atual, e possa encontrar caminhos, ou retornar a lugares onde já esteve.
H3	Precisão e controle do usuário	O usuário precisa sentir que controla o ambiente, e esse controle deve ocorrer o mais natural possível, e da forma mais rápida (imediate) possível. O sistema deve apresentar o máximo de precisão com respeito às ações do usuário, simulações físicas, e animações. Deve responder rapidamente (imediatamente) às ações do usuário, possuir física semelhante ao mundo real, e animações bem executadas e condizentes com o mundo real também.
Fatores técnicos		
H4	Erros do sistema	O sistema de RV deve promover uma experiência o máximo possível livre de falhas de sistema (software) como travamentos, atrasos, e movimentos estranhos, ou elementos comportando-se de maneira diversa.
H5	Minimizar a alternância entre o real e o virtual	O sistema deve ser capaz de ser autossuficiente para todos os usos, mantendo todas as tarefas e informações necessárias para o usuário dentro do próprio ambiente da RV, em vez de criar tarefas ou informações, que o usuário só poderá executar ou acessar caso tenha que se desconectar do ambiente de RV.
H6	Fidelidade representacional	Os elementos representados no ambiente virtual 3D devem possuir qualidade visual, gráfica, e serem fiéis aos seus representantes reais, ou imaginários. Deve-se ter qualidade de modelos 3D, texturas, materiais, e realismo nestes elementos.
H7	Interação	O sistema de RV deve apresentar elementos interativos, e possuir mecanismos que possibilitem ao usuário interagir com estes elementos, com o máximo de naturalidade possível, e o mais próximo possível de como seria no mundo real. O ambiente de RV deve proporcionar estímulos para mais de um sentido, principalmente visão, audição e tato e de preferência, concomitantemente.
H8	Flexibilidade	O sistema de RV deve fornecer recursos para customização da experiência para diferentes usuários, como por exemplo, a customização de atalhos, ou de elementos da interface, que facilitem a utilização por usuários com características diferentes.
Fatores cognitivos		
H9	Redução da carga cognitiva	O ambiente de Rv não deve sobrecarregar a memória de trabalho do usuário, apresentando um excesso e informações de uma vez só. As informações fornecidas em forma de texto devem ser legíveis, possuir hierarquia e serem organizadas.
Fatores afetivos		
H10	Aprendizagem facilitada e percebida	O sistema de RV deve fornecer dicas, pistas, ou informações que auxiliem o usuário a ter a percepção de que aprendeu algo. O conteúdo de

		informações apresentado ao usuário, para qualquer fim, deve ser apresentado de forma lógica, coerente, apresentando uma sequência, e da parte mais fácil para a mais difícil.
H11	Gamificação e fluxo	Tarefas bem definidas, que apresentem desafios, e com objetivos claros, além de sensação de controle, são elementos que estimulam o fluxo. Esta heurística trata de como analisar a sensação de entrar em fluxo no ambiente virtual. O ambiente de RV deve se apropriar de mecânicas e dinâmicas de jogos, para a realização das tarefas, atividades e desafios.
Fatores visuais		
H12	Consistência e persistência dos padrões	O ambiente virtual deve ter consistência em todos os seus aspectos, de uma maneira geral. Deve apresentar padrões que podem ser previstos, pela forma como fluem seguindo um aspecto coerente e consistente.
H13	Pistas visuais - "cues"	As dicas visuais, ou “cues” (pistas) utilizam recursos que sinalizam ou sobre diversos aspectos dentro do ambiente de RV, e ressaltam elementos mais importantes, destacando as informações mais importantes para o usuário em determinado momento.
Feedback		
H14	Feedback do aprendizado	Para sistemas de RV que envolvam algum aprendizado, seja de habilidade, conhecimento prático, ou teórico, é importante que o sistema possua mecanismos para dar um feedback deste aprendizado para o usuário.
Erros e ajuda		
H15	Ajuda e documentação	O Sistema de RV deve ter um sistema de ajuda, com informações que auxiliem o usuário a entender o ambiente de RV e solucionar problemas por conta própria, aumentando sua autossuficiência e autoeficácia.
H16	Conserto de erros	A tolerância a erros se divide em dois aspectos: a prevenção de erros, e a recuperação de erros. Ambos auxiliam o usuário a poder evitar e recuperar-se de situações problemáticas.

Fonte: Parreiras, 2021.

ANEXO B

Checklists para avaliação de aplicações de Realidade Virtual Semi-imersivas.

Heurística	Checklists
H-1 - Facilidade de uso	Há menus difíceis de entender.
	A navegação é fácil.
	As informações são de fácil acesso.
	Você sente facilidade em utilizar o sistema.
	O sistema é intuitivo e fácil de aprender.
	Sente facilidade em encontrar algo que procura (informação, objeto, menu, ícone).
	Sente que você fica travado sem saber para onde ir ou o que fazer.
	As mensagens são claras? (caso não, sinalizar um erro para cada mensagem que não possui clareza).
	As mensagens estão na língua do usuário? (caso não, sinalizar um erro).
	Os ícones, caso existam possuem clareza visual e são fáceis de entender? (caso não, sinalizar um erro para cada ícone que não possui clareza).
	Os objetos e elementos de cenário possuem clareza em suas formas? (caso não, sinalizar um erro para cada elemento que não possui clareza).
	As informações passadas são claras? (caso não, sinalizar um erro para cada informação que não possui clareza).
	As mensagens são passadas de forma simplificada? (caso não, sinalizar um erro para cada mensagem, que é transmitida de forma complicada).
	Os ícones, caso existam possuem complexidade visual e formas complexas? (caso sim, sinalizar um erro para cada ícone que não possui simplicidade).
	As informações passadas de forma simplificada? (caso não, sinalizar um erro para cada informação).
	Os elementos de interface, caso existam, são simples de entender? (caso não, sinalizar um erro para cada elemento que não possui simplicidade e seja complicado em seu entendimento).
H-2 - Navegação	Há um sistema de localização, tipo mini mapa (para saber sua posição atual e caminhos)?
	Há um sistema que informa e sinaliza os caminhos e rotas (com símbolos sinais ou placas)?
	Há um sistema que informa os caminhos (seja com mapa, símbolos ou placas)?
H-3 - Precisão e controle do usuário	Achou os controles de navegação intuitivos? (sinalizar um erro caso não)
	Achou os atalhos e as teclas de atalho complicadas? (sinalizar um erro caso sim, e para cada conjunto de teclas de atalho complicadas)
	Os periféricos (luvas caso existam, mouses, teclados, rastreio da cabeça caso existam) são fáceis de usar?
	Os periféricos (luvas caso existam, mouses, teclados, rastreio da cabeça caso existam) propiciam uma navegação mais intuitiva?
	Você sente que o sistema responde rapidamente aos seus comandos? (sinalizar um erro)
	Ao realizar algum comando, o sistema responde de forma adequada, sem tremedeiras, movimentos involuntários, ou estranhos (sinalizar um erro para cada situação).
	A interação com os elementos e com o cenário é realista? (caso não, sinalizar um erro para cada interação pouco realista).
	As ações que o usuário desempenha, possuem reações imediatas e em um tempo imperceptível? (caso não, sinalizar um erro para cada ação).
	Os elementos animados estão bem animados, ou animados de acordo com seu comportamento natural no mundo real. (caso não, sinalizar um erro para cada elemento).

	Os painéis de controle atendem ao ser acionada alguma ação? (caso não, sinalizar um erro para cada elemento).
	Os elementos interativos como botões, gatilhos (para ações), alavancas, armadilhas, ou outro elemento que interage com o usuário, funciona rápido, ou como deveria? (caso não, sinalizar um erro para cada elemento).
H-4 - Erros do sistema	Lentidão em qualquer ação (sinalizar um erro para cada ação)
	Sistema demora a responder ao receber um comando ou ação, que deveria gerar um retorno (sinalizar um erro para cada ação).
	Lentidão ao girar a câmera responsável pelo seu ponto de vista (sinalizar um erro)
	Lentidão ao caminhar ou se locomover pelo ambiente de RV (sinalizar um erro)
	Travamentos (sinalizar um erro para cada tipo de travamento diferente)
	Erros de sistema no computador (sinalizar um erro para cada erro de sistema)
	Elementos congelados (sinalizar um erro para cada elemento)
	Elementos interativos comportando-se de forma estranha? (sinalizar um erro para cada elemento)
	Elementos tremendo ou com movimentos estranhos (sinalizar um erro para cada elemento)
	Elementos que não deveriam, mas movem-se sozinhos (sinalizar um erro para cada elemento).
	Elementos deslizando sozinhos (sinalizar um erro para cada elemento)
	Ao ficar parado, verifica que o mouse, ou a sua câmera de visão move-se sozinha. (sinalizar um erro)
	Bugs (ao verificar algum bug de sistema, sinalizar um erro para cada um)
	Problemas com sistema de informações (sinalizar um erro para cada problema)
	Algum elemento funcionando inadequadamente? (sistemas de erros, ajuda, orientação, etc, caso existam e estejam funcionando mal, sinalizar um erro para cada sistema e para cada problema encontrado)
	Considera o computador que está utilizando lento? (sinalizar um erro)
	O computador que está utilizando possui placa de vídeo e configuração adequada? (sinalizar um erro) Pode solicitar estas informações para a pessoa responsável, caso necessário.
	Identificou a ausência de algum equipamento que seria necessário para realizar as tarefas ou atividades propostas? (caso sim, sinalizar um erro para cada um).
H-5 - Minimizar a alternância entre o real e o virtual	Tudo o que precisa fazer, é feito dentro do ambiente virtual? (Caso haja alguma pergunta, dúvida, ação, ou consulta, que você tenha que se desconectar do ambiente de RV para fazer, sinalizar um erro para cada uma).
H-6 - Fidelidade representacional	Os modelos estão bem feitos? (apontar um erro para cada modelo que não se enquadra)
	As texturas são convincentes? (apontar um erro para cada modelo que não se enquadra)
	Os materiais estão convincentes? (apontar um erro para cada modelo que não se enquadra)
	Há objetos com aspecto poligonal? (apontar um erro para cada modelo que não se enquadra)
	Há objetos com defeitos ou características estranhas no modelo? (relacionado à modelagem e apontar um erro para cada modelo que se enquadra)
	Há objetos ou modelos irreconhecíveis? (apontar um erro para cada modelo que se enquadra)
	O cenário possui iluminação convincente ou realista? (apontar um erro para cada elemento ou ambiente que não se enquadra)
	As sombras são convincentes? (apontar um erro para cada elemento que não se enquadra)

	Há ambiente occlusion (sombra de contato) nos ambientes? (apontar um erro caso não exista, pois é aplicado de maneira geral).
H-7 - Interação	Há elementos interativos no ambiente de Rv? (caso não haja nenhum, sinalizar um erro e não precisa trabalhar os itens abaixo – esse erro é grave e crítico).
	Os itens interativos são fáceis de identificar? (sinalizar um erro para cada item difícil de encontrar)
	As interações são intuitivas de aprender seu funcionamento e fáceis de manipular? (sinalizar um erro para cada item difícil de aprender ou de manipular)
	As interações funcionam bem? (sinalizar um erro para cada item que não funciona bem)
	Há algum sistema de rastreamento da posição da cabeça? (caso não, sinalizar um erro)
	Sente que faltou algum equipamento, que seria necessário para melhorar ou facilitar alguma interação? (sinalizar um erro para cada item que precisaria de dispositivos especiais para que seu funcionamento não comprometa a tarefa, trabalho ou objetivo).
	Há estímulo a mais de um sentido (prioritariamente visão e audição)? (caso não haja nenhum estímulo além da visão, ou seja, poucos, sinalizar um erro)
H-8 - Flexibilidade	Há formas de customizar os controles para navegação? (caso não, sinalizar um erro – se houver um ou mais, sinalizar erro para os outros que não podem – um erro para cada).
	Há formas de customizar os atalhos? (caso não, sinalizar um erro – se houver um ou mais, sinalizar erro para os outros que não podem – um erro para cada).
	Há formas de customizar os elementos de interface? (caso não, sinalizar um erro – se houver um ou mais, sinalizar erro para os outros que não podem – um erro para cada).
	Há formas de customizar a câmera (pontos de vista)? (caso não, sinalizar um erro)
	Há formas de customizar os avatares? (caso não, sinalizar um erro)
H-9 - Redução da carga cognitiva	O conteúdo (textos, sons, falas, imagens, modelos, animações) é apresentado de forma gradual? (caso não, sinalizar um erro para cada conteúdo que acredite estar sobrecarregando de informações de uma vez).
	Há excesso de informações em cada ambiente da simulação de RV? (caso sim, apontar um erro para cada momento em que o conteúdo sobrecarrega).
	O usuário tem que realizar muitas tarefas ao mesmo tempo? (caso sim, apontar um erro para cada momento em que as tarefas sobrecarregam).
	As informações são claras (em relação às cores, formas da letra, figura e fundo) para a leitura? (caso não, sinalizar um erro para cada problema encontrado).
	Há informações ofuscadas por luzes, sombras, ou outro elemento?
	Há informações que só podem ser lidas de muito perto?
H-10 - Aprendizagem facilitada e percebida	O sistema de RV fornece dicas, pistas, ou informações que auxiliem o usuário a ter a percepção de que aprendeu algo? (caso não, sinalizar um erro).
	O sistema de RV retoma os conhecimentos fornecidos anteriormente, em forma de questões, ou novos desafios, ou outras formas, que façam o usuário ter que utilizar um conhecimento adquirido durante a experiência em RV? (caso não, sinalizar um erro).
	O sistema de Rv tem alguma barra de progresso, ou elemento visual que informe o progresso em conhecimentos para o usuário? (caso não, sinalizar um erro).
	O conteúdo, caso haja, é apresentado de forma sequenciada? (caso não, sinalizar um erro).
	O conteúdo começou da parte mais fácil e foi crescendo progressivamente em dificuldade? (caso não, sinalizar um erro para cada conteúdo que foi apresentado de forma diferente).
	Percebeu uma ordem lógica no conteúdo? (caso não, sinalizar um erro).
H-12 - Consistência e percistência dos padrões	Há consistência nos padrões de textura, iluminação, ambientes, painéis de controle, ou de uma maneira geral no cenário? (caso não, sinalizar um erro para cada problema encontrado).
	Os modelos possuem a mesma qualidade gráfica? Es modelos muito detalhados e outros pouco detalhados, ou com qualidade de detalhes inferior no mesmo ambiente virtual)

	Há ambientes ou cenários dentro do mesmo ambiente de RV que não seguem lógica nenhuma ou são confusos? (sinalizar um erro para cada um)
	Elementos informacionais que não seguem um padrão?
	Há qualquer outro elemento que deveria seguir um padrão e não segue?
H-13 - Pistas visuais - "cues"	Há dicas visuais, ou pistas visuais, sinalizando (seja por sinais verbais, como sons, falas, ênfase vocal, e palavras indicadoras; ou visuais, como setas, cores distintas, flashes, gestos de apontar, conteúdo acinzentado, ou spots de luz sobre objetos e elementos ressaltados com luzes) os elementos mais importantes em cada momento? (caso não, sinalizar um erro por elemento).
	Há dicas visuais, ou pistas visuais, sinalizando (seja por sinais verbais, como sons, falas, ênfase vocal, e palavras indicadoras; ou visuais, como setas, cores distintas, flashes, gestos de apontar, conteúdo acinzentado, ou spots de luz sobre objetos e elementos ressaltados com luzes) os elementos interativos em cada momento? (caso não, sinalizar um erro por elemento).
	Há informações escondidas ou mal sinalizadas, ou elementos importantes para o usuário que estão escondidos, ou estão mal sinalizados? (caso não, sinalizar um erro por elemento).
H-14 - Feedback do aprendizado	Há algum aviso ou mensagem sobre a aprendizagem do usuário, que demonstre o que aprendeu? (caso não, sinalizar um erro).
	Há algum aviso ou mensagem sobre a aprendizagem do usuário, que o incentive a aprender mais? (caso não, sinalizar um erro).
	Há alguma barra de progresso do aprendizado? (caso não, sinalizar um erro).
	Há algum sistema de pontos para o aprendizado? (caso não, sinalizar um erro).
	Há algum sistema de progresso para o aprendizado? (caso não, sinalizar um erro).
	Há enigmas ou desafios sinalizados pelo sistema? (caso não, sinalizar um erro).
H-15 - Ajuda e documentação	Quando o aprendizado realizado pelo usuário é fraco, ou insuficiente, o sistema sinaliza? (caso não, sinalizar um erro).
	Há um sistema de ajuda? (caso não, sinalizar um erro e um erro neste item, significa erro nos 4 próximos)
	Este sistema de ajuda é fácil de encontrar? (caso não, sinalizar um erro).
	As informações estão organizadas? (caso não, sinalizar um erro).
	As informações são úteis? (caso não, sinalizar um erro).
H-16 - Conserto de erros	As informações são completas? (caso não, sinalizar um erro).
	Há mecanismos para evitar erros? (caso não, sinalizar um erro, para cada erro encontrado no ambiente de RV).
	Há mecanismos para se recuperar dos erros? (caso não, sinalizar um erro, para cada erro encontrado no ambiente de RV).
	Caso existam sistemas de recuperação de erros, as mensagens, ou outra forma de comunicação, são claras? (caso não, sinalizar um erro, para cada problema com as mensagens encontrado).
	Caso existam sistemas para evitar erros, as mensagens, ou outra forma de comunicação, são claras? (caso não, sinalizar um erro, para cada problema com as mensagens encontrado).

Fonte: Parreiras, 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A

CONVITE

Apresentação da Pesquisa

Prezado colaborador,

Meu nome é Leonardo Santos Oliveira, sou aluno de mestrado na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e estou realizando uma pesquisa sobre acessibilidade em aplicações de *tour* virtual para pessoas com deficiência auditiva pré-linguística, sendo orientado pela Prof. Dra. Simone Bacellar Leal Ferreira, professora do Programa de Pós-graduação em Informática PPGI da Unirio.

A pesquisa será realizada em três etapas mediadas por intérpretes de Libras: 1) questionário sociodemográfico; 2) teste usabilidade de uma aplicação de *tour* virtual; e 3) entrevista com o participante.

Na etapa 1, do questionário sociodemográfico, serão coletadas informações referentes à idade, grau de instrução, deficiência auditiva e sobre o conhecimento sobre aplicação de *tour* virtual.

Na etapa 2, do teste de um protótipo de aplicação de *tour* virtual, as informações serão coletadas por meio de gravação da tela do dispositivo (smartphone ou computador) utilizado para o teste e das observações anotadas pelo pesquisador além das observações pontuadas pelo participante, com o apoio do intérprete de Libras (gravação de áudio) no caso de usuário surdo.

Na etapa 3, da entrevista com o participante, as informações serão coletadas por meio de registro escrito e gravação de áudio das observações feitas pelo participante, e com o apoio da vocalização do intérprete de Libras quando o voluntário for surdo.

Todas as informações coletadas serão usadas estritamente em função da pesquisa e a sua participação será totalmente anônima. As informações de identificação serão codificadas a fim de preservar totalmente o anonimato e sigilo dos participantes. Nenhuma informação de identificação será mencionada no relatório da pesquisa, onde os dados demográficos, as observações e as conversas estarão todos codificados.

Dessa forma, convido o(a) senhor(a), gentilmente, a participar desta pesquisa que tomará aproximadamente quarenta minutos de seu tempo e será uma contribuição importante para a pesquisa sobre acessibilidade e usabilidade em aplicações de *tour* virtual voltados às pessoas surdas.

Tenha em mente que nenhuma resposta é considerada certa ou errada em relação a qualquer dos itens.

Se houver necessidade de maiores esclarecimentos, por favor, envie um e-mail para os responsáveis pela pesquisa:

Leonardo Santos Oliveira: leonardo.so@edu.unirio.br

CV: <http://lattes.cnpq.br/7665368255493610>

Simone Bacellar Leal Ferreira: simone@uniriotec.br

CV: <http://lattes.cnpq.br/0926018459123736>

Agradecemos antecipadamente sua participação!

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Baseado na Resolução 466/12, apresenta-se a pesquisa.

Título: DESAFIOS E SOLUÇÕES NO APOIO A ACESSIBILIDADE E USABILIDADE PARA PESSOAS SURDAS PRÉ-LINGÜÍSTICAS EM UMA APLICAÇÃO DE TOUR VIRTUAL SEMI-IMERSIVA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO.

OBJETIVO DO ESTUDO: Este projeto visa avaliar a interação de deficientes auditivos pré-lingüísticos com produtos de tour virtual, com o propósito de analisar suas expectativas e necessidades. Buscamos identificar as principais barreiras enfrentadas por esse perfil de usuários, visando propor sugestões que contribuam para o desenvolvimento mais inclusivo desse tipo de produto, atendendo de maneira eficaz a esse público específico.

ALTERNATIVA PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de optar por não participar deste estudo. Estamos coletando informações para investigar a experiência de usuários surdos pré-lingüísticos ao utilizarem produtos de tour virtual. Nosso objetivo é identificar barreiras e propor soluções eficientes para promover a inclusão desse público específico. Sua decisão de não participar não terá impacto em sua vida profissional ou acadêmica. Respeitamos plenamente sua escolha.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você escolher participar deste estudo, irá responder a um questionário que deve levar cerca de 10 minutos. Não vamos coletar ou registrar nenhum dado pessoal, exceto seu e-mail e/ou telefone. Essas informações serão usadas apenas para acompanhar a pesquisa, caso você queira participar de etapas futuras ou deseje receber informações sobre os resultados individuais e/ou coletivos do estudo. Não enviaremos nenhum tipo de informação não relacionada a esta pesquisa para seu e-mail e/ou telefone. Suas respostas ao questionário fazem parte do estudo, mas serão mantidas anônimas durante a análise dos dados.

GRAVAÇÃO EM ÁUDIO: Durante a entrevista e a interação com o produto de tour virtual, as conversas serão gravadas em formato de áudio. Essas gravações serão ouvidas por mim e por um entrevistador experiente, sendo identificadas por números durante a gravação para proteger sua identidade. O documento que relaciona esses números aos nomes será mantido em sigilo e armazenado em um ambiente seguro, desconectado da internet. Os arquivos digitais com as gravações serão utilizados exclusivamente para coletar as informações necessárias. Caso

não esteja confortável com suas ponderações sendo gravadas em áudio, será necessário optar por não participar deste estudo.

GRAVAÇÃO EM VÍDEO: Durante a interação com o produto de tour virtual, as atividades serão registradas em vídeo. Essas gravações serão analisadas por mim e por um entrevistador experiente, sendo identificadas por números durante a gravação para proteger sua identidade. O documento que relaciona esses números aos nomes será mantido em sigilo e armazenado em um ambiente seguro, desconectado da internet. Os arquivos digitais com as gravações serão usados exclusivamente para a coleta de informações necessárias. Caso não esteja confortável com a gravação em vídeo da tela do seu dispositivo, será necessário optar por não participar deste estudo.

REGISTROS FOTOGRÁFICOS: Não serão feitos registros fotográficos das atividades (nem da entrevista e nem da interação com o produto de tour virtual).

RISCOS: Entendemos que certas perguntas ou a gravação de vídeo e áudio podem causar desconforto, pois tratam de suas experiências pessoais. Por isso, você tem a opção de não responder a qualquer pergunta que o faça sentir-se incomodado, constrangido ou invadido em sua privacidade. Se sentir desconforto com as gravações em vídeo da tela do dispositivo ou com o áudio da tradução do intérprete de Libras, garantimos a confidencialidade e privacidade dessas informações gravadas.

Além disso, você pode interromper a participação na entrevista ou na interação com a rede social a qualquer momento, seja por desconforto, estresse, cansaço ou qualquer outro motivo, incluindo se achar que a pesquisa está demandando muito do seu tempo e interferindo em sua vida e rotina.

É essencial destacar que, se for identificado qualquer complicação ou dano resultante da participação na pesquisa, você receberá assistência imediata e abrangente, sem custos adicionais. Além disso, terá a opção de buscar compensação, se assim desejar.

BENEFÍCIOS: Sua entrevista vai ajudar a entender como pessoas surdas usam produtos de tour virtual interativos. Embora não traga benefícios diretos para você, ao participar deste estudo, você está compartilhando informações importantes sobre como esses produtos são usados por pessoas surdas no Brasil. Isso pode ajudar a tornar os produtos de tour virtual mais inclusivos para pessoas com deficiência auditiva.

CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações coletadas nesta pesquisa serão mantidas em total confidencialidade, garantindo o sigilo absoluto da sua participação. Nenhum dado será divulgado de forma que possa identificá-lo. Cada participante será associado a um código em vez do nome, por exemplo, Leonardo Oliveira será representado pelo código P01. Após a coleta online dos dados, todas as respostas serão transferidas para o computador do pesquisador e armazenadas de forma segura, em um ambiente offline, desconectado da Internet. Seu anonimato e privacidade são prioridades neste estudo.

DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS: Os resultados deste estudo serão compartilhados pelo pesquisador e sua orientadora em publicações científicas especializadas, assim como em congressos e eventos científicos. Nenhuma informação será utilizada de maneira prejudicial a indivíduos e/ou comunidades, incluindo aspectos relacionados à autoestima, prestígio e/ou interesses econômico-financeiros.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada no Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU). Possui vínculo com a Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO através do Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI) do Departamento de Informática Aplicada, sendo o aluno de mestrado Leonardo Santos Oliveira o pesquisador principal, sob a orientação da Profa. Simone Bacellar Leal Ferreira. Os investigadores estão disponíveis para responder a qualquer dúvida que você tenha. Caso seja necessário, contate Leonardo Santos Oliveira no e-mail leonardo.so@edu.unirio.br ou telefone (21) 98765-7855, ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO no telefone (21) 2542-7796 ou e-mail cep@unirio.br. Você pode realizar o download ou imprimir este termo de consentimento para guardar com você ao final da entrevista. Você fornecerá nome, endereço e telefone de contato apenas para que a equipe do estudo possa lhe contatar em caso de necessidade.

CONSENTIMENTO

Diante do exposto nos parágrafos anteriores eu, firmado abaixo, concordo em participar do estudo intitulado Identificação de Barreiras de Acessibilidade na Interação de Surdos Pré-linguísticos com uma aplicação de Tour Virtual Interativo.

Eu fui completamente orientado pelo pesquisador Leonardo Santos Oliveira que está realizando o estudo, de acordo com sua natureza, propósito e duração. Eu pude questioná-lo sobre todos os aspectos do estudo. Além disso, ele disponibilizou a folha de informações para os participantes, a qual li, compreendi e me deu plena liberdade para decidir acerca da minha espontânea participação nesta pesquisa.

Depois de tal consideração, concordo em cooperar com este estudo e informar a equipe de pesquisa responsável por mim sobre qualquer anormalidade observada.

Estou ciente que sou livre para sair do estudo a qualquer momento, se assim desejar.

Minha identidade jamais será publicada. Os dados colhidos poderão ser examinados por pessoas envolvidas no estudo com autorização delegada do investigador e por pessoas delegadas pelo patrocinador.

☐

Declaro que concordo em participar da pesquisa.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de 2024.

Participante: Nome: _____

Assinatura: _____

Responsável: Nome: Leonardo Santos Oliveira

Assinatura: _____

APÊNDICE C**Entrevista pré-teste - Questionário Demográfico****Perfil do Participante da Pesquisa**

1) Qual é a sua idade?

2) Qual é o seu nível de educação escolar?

() Ensino fundamental incompleto

() Ensino fundamental completo

() Ensino médio incompleto

() Ensino médio completo

() Ensino superior incompleto

() Ensino superior completo

() Pós-graduação incompleta

() Pós-graduação completa

() Outro: _____

3) Qual a sua profissão?

4) Como é classificada a sua audição pela audiometria?

() Normal

() Perda Auditiva Leve

() Perda Auditiva Moderada

() Perda Auditiva Severa

() Perda Auditiva Profunda

5) Com quantos anos você ficou surdo?

6) Como você considera o seu nível de entendimento do português escrito:

- () muito
- () parcialmente
- () pouco

Experiência com dispositivos computacionais (Computador ou celular)

1) Como é seu conhecimento no uso do computador?

- () Muito ruim
- () Ruim
- () Regular
- () Bom
- () Muito Bom

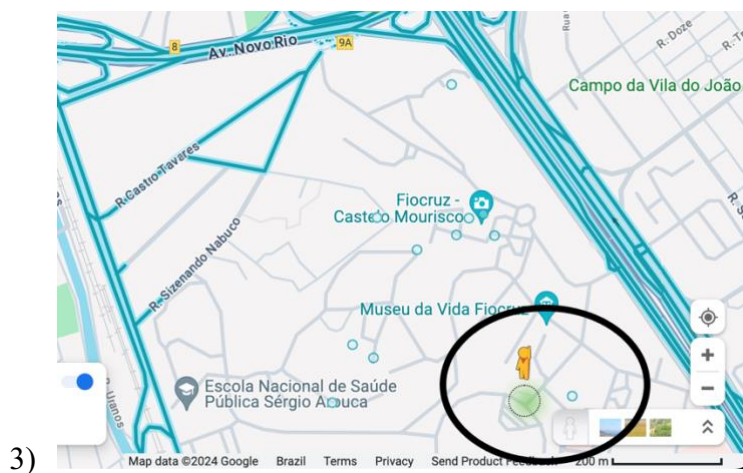
2) Como é seu conhecimento no uso do celular?

- () Muito ruim
- () Ruim
- () Regular
- () Bom
- () Muito Bom

Experiência com produtos de Passeio Virtual

1) Você conhece o aplicativo Google Maps?

2) Se conhece, Você já utilizou o recurso de passeio virtual em 360 do Google Maps?



4) Você sabe o que é um passeio virtual?

5) Você já utilizou algum passeio virtual? Com qual frequência?

Se você já utilizou algum passeio virtual, gentileza responder as questões abaixo:

1) Você teve alguma dificuldade em entender como funciona um passeio virtual?

2) Se você se lembrar, poderia dizer qual passeio virtual você visitou?

3) Tem algum que tenha gostado muito?

4) Algum dos passeios virtuais que você visitou tinha recursos de acessibilidade para pessoas surdas? Se sim, poderia nos dizer qual?

APÊNDICE D**Tarefas da Avaliação**

- 1) Siga até a fachada do Castelo e acesse a dica.
- 2) Siga para a Exposição Oswaldo Cruz, localizada no 2º Pavimento e acesse o recurso de Libras dentro de alguma informação.
- 3) Se dirija ao Terraço Sul, localizado no 5º Pavimento e encontre a Torre Sul do Castelo.
- 4) Acesse a vista aérea e ative o Modo Libras.

APÊNDICE E**Entrevista Pós-teste**

- 1) O que você achou do teste que acabou de realizar?
- 2) Qual(is) atividade(s) você notou que teve mais dificuldade?
- 3) Qual(is) atividade(s) você achou mais fácil(eis)?
- 4) Como você avalia a experiência de visitação do tour virtual utilizado nos testes?
- 5) Há algo que queira falar, que considere importante, mas não foi abordado?