



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Jason Scalco Piloti

**INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA
AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos**

Dissertação de Mestrado

Porto Alegre

2022

JASON SCALCO PILOTI

**Interfaces Computacionais Multimodais em Jogos Digitais para as Pessoas
com Deficiência Visual: Aportes Metodológicos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Scalco Piloti, Jason
Interfaces Computacionais Multimodais em Jogos
Digitais para as Pessoas com Deficiência Visual:
Aportes Metodológicos / Jason Scalco Piloti. -- 2022.
515 f.
Orientador: Régio Pierre da Silva.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Jogos Digitais. 2. Interfaces Computacionais
Multimodais. 3. Design Centrado no Usuário. 4. Pessoas
com Deficiência Visual. 5. Tecnologia Assistiva. I.
Pierre da Silva, Régio, orient. II. Título.

Jason Scalco Piloti

**INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA
AS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 02 de dezembro de 2022.

Prof. Dr. Fabio Pinto da Silva

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Banca Examinadora:

Orientador: **Prof. Dr. Régio Pierre da Silva**

Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS (PGDesign-UFRGS)

Prof^a. Dr^a. Andréa Poletto Sonza – Examinador Externo

Assessora de Ações Inclusivas do Instituto Federal do Rio Grande de Sul (IFRS)

Prof. Dr. Fernando Batista Bruno – Examinador Externo

Departamento de Design e Expressão Gráfica (DEG-UFRGS)

Prof^a. Dr^a. Tânia Luisa Koltermann da Silva – Examinador Interno

Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS (PGDesign-UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço meu orientador, Régio Pierre da Silva, por acreditar no potencial deste trabalho, bem como no auxílio e dedicação ao longo desta jornada.

Aos professores, membros da banca de qualificação e final: Profa. Dra. Andréa Poletto Sonza, Prof. Dr. Fernando Batista Bruno e Profa. Dra. Tânia Luisa Koltermann da Silva, pelo tempo cedido de suas rotinas para a apreciação deste trabalho.

Agradeço minha esposa, Gabriela Vinoski Gonçalves, pelo auxílio, incentivo, dedicação e zelar pela família enquanto estive comprometido com este trabalho.

Aos participantes, das etapas de entrevistas e diagrama de afinidades, por suas colaborações.

Agradeço ao Luan Henrique Kunzler pelo comprometimento em sua contribuição no tocante ao desenvolvimento do display tátil de baixo custo utilizado na condução das avaliações.

Agradeço ao Maicon Girardi pela contribuição dos assets utilizados para o desenvolvimento do jogo na fase de viabilização deste trabalho.

Agradeço ao Centro de Tecnologia Assistiva (CTA) do IFRS por ceder seu espaço e equipamentos para que parte do estudo fosse executado.

Ao Laboratório de Design Virtual (ViD) da UFRGS pelo espaço cedido para realização de parte deste estudo, bem como a possibilidade de troca de ideias pelas pessoas que lá frequentam.

Ao Programa de Pós-Graduação em Design (PGDesign).

Por fim, agradeço a todos, que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste estudo.

EPÍGRAFE

"Para a maioria das pessoas, a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis."

(RADABAUGH, 1993 *apud* BERSCH, 2017, p. 2)

RESUMO

PILOTI, J. S. **Interfaces Computacionais Multimodais em Jogos Digitais para as Pessoas com Deficiência Visual: Aportes Metodológicos**. 2022. 515f. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

Os jogos digitais têm apresentado uma vasta gama de meios de interação. No entanto, verificam-se déficits de experienciação quando estes são utilizados por pessoas com deficiência visual, ou mesmo surdocegas. A presente pesquisa investiga, por intermédio do design centrado no usuário e do mapeamento tecnológico, o uso do canal tátil como um meio agregativo ao canal auditivo no design de interfaces computacionais multimodais. O objetivo da dissertação é apresentar aportes metodológicos sistematizados para o projeto de tais interfaces, de modo que contribuam para a experiência do usuário com deficiência visual nas atividades em jogos digitais. Como metodologia adotada para condução desta pesquisa aplica-se a *Design Science Research* em conjunto com o Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos. As principais contribuições no campo teórico são os conhecimentos referentes ao desenvolvimento de jogos digitais acessíveis às pessoas com deficiência visual, bem como as características intrínsecas à construção de recursos computacionais táteis e hápticos utilizados para interação de pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais. Para o campo prático, são propostos aportes metodológicos sistematizados que subsidiam projetistas e desenvolvedores com boas práticas de projetos e desenvolvimento de jogos digitais multimodais acessíveis às pessoas com deficiência visual, abrangendo as mais variadas taxonomias, além das próprias interfaces computacionais multimodais. Com isso, espera-se o fomento de jogos digitais acessíveis, desenvolvidos em conformidade com os aportes propostos. Parte-se do entendimento de que jogos digitais acessíveis podem oferecer níveis adequados de experiência às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais.

Palavras-chave: Jogos Digitais; Interfaces Computacionais Multimodais; Design Centrado no Usuário; Pessoas com Deficiência Visual; Tecnologia Assistiva.

ABSTRACT

PILOTI, J. S. **Multimodal Computer Interfaces in Digital Games for Blind People: Methodological Contributions**. 2022. 515p. Dissertation (Master in Design) – Engineering School, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

The Digital games have presented a wide range interaction means. However, it is experience deficits when used by blind people, or even deafblind people. The present research investigates, through user-centered design and technological mapping, the use of the tactile channel as an aggregative way to the auditory channel in the design of multimodal computer interfaces. As an objective, it presents systematized methodological contributions to the design of such interfaces, as a way of contributing to the experience for the blind in a digital game's activities. For conducting this research, the design science research methodology is adopted, using the Guidance Guide for Project Development for the abductive stage. As contributions to the theoretical field, there is the knowledge of the development of accessible digital games for the blind, as well as the intrinsic characteristics for the construction of tactile and haptic computational resources used by blind people in the digital game's interaction context. For the practical field, is proposed the systematized methodological contributions that support designers and developers to design accessible multimodal games for the blind, covering the most varied taxonomies, in addition to the multimodal computational interfaces themselves. With this, it is expected to promote the accessible digital games area, since the games and interfaces, developed according to the proposed contributions, can offer adequate levels of experience to the blind in digital game activities.

Keywords: Digital Games; Multimodal computer interfaces; User-centered design; Blind people; Assistive technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação do tema de pesquisa	24
Figura 2: Esquema do conceito de usabilidade.....	39
Figura 3: Técnicas utilizadas em projetos centrados no usuário	41
Figura 4: Projeto centrado no usuário com base na ISO-13407.....	46
Figura 5: Blocos de Referência da GODP	47
Figura 6: Ciclo de desenvolvimento de projeto centrado no usuário	48
Figura 7: Processo de design de interação proposto por Preece, Rogers e Sharp. ..	49
Figura 8: Esquema geral da experiência do usuário.	52
Figura 9: Metas decorrentes da experiência do usuário	57
Figura 10: Elementos chave do modelo hedônico - pragmático.....	58
Figura 11: Triângulo APX	61
Figura 12: Representação dos audiogames	81
Figura 13: Modelos de displays táteis: Tactile2D e HyperBraille F	91
Figura 14: Grau de reconhecimento pelo toque dos caracteres Braille.....	93
Figura 15: Touch da 3D Systems.....	95
Figura 16: Modelo de atuador eletromagnético	99
Figura 17: Modelo de atuador termo-pneumático	100
Figura 18: Modelo de atuador baseado em liga de memória	101
Figura 19: Modelos de atuadores eletromecânico baseados em motor DC.....	102
Figura 20: Modelo de atuador eletromecânico baseado em servo motor	103
Figura 21: Modelo de atuador piezoelétrico (Bimorph)	104
Figura 22: Modelo de atuador piezoelétrico (motor linear)	104
Figura 23: Deformação do disco piezoelétrico conforme sua polarização.....	105
Figura 24: Ciclo regulador da DSR	111
Figura 25: Delineamento Metodológico.....	112
Figura 26: Etapas da Design Science Research.....	112
Figura 27: GODP - Uma metodologia de design centrado no usuário	115
Figura 28: Processo metodológico.	117
Figura 29: Processo de desenvolvimento do artefato	122
Figura 30: Método adaptado da Design Science Research para revisão sistemática da literatura.....	123

Figura 31: Diagrama de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão do fluxo principal da revisão sistemática.....	125
Figura 32: Diagrama de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão do fluxo principal da revisão sistemática.....	127
Figura 33: Lógica para construção das classes de problemas	128
Figura 34: Tipos de interfaces presentes nos estudos	131
Figura 35: Dados quanto ao perfil dos entrevistados	132
Figura 36: Familiarização dos entrevistados com as atividades de jogos digitais....	133
Figura 37: Percepções dos entrevistados sobre os temas: Acessibilidade e Usabilidade	134
Figura 38: Percepções dos entrevistados sobre os temas: Acessibilidade e Usabilidade aplicados aos jogos digitais.....	134
Figura 39: Principais défices na visão dos entrevistados quanto à promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais .	135
Figura 40: Principais resistências na visão dos entrevistados no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento.....	136
Figura 41: Relevância quanto ao interesse/expectativa das taxonomias de jogos digitais pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade a partir da visão dos entrevistados	137
Figura 42: Conhecimento de recursos de TA voltados aos jogos digitais por parte dos entrevistados	137
Figura 43: percepção dos entrevistados quanto ao aprimoramento da experiência das pessoas com deficiência visual com relação ao agregamento de canais (tátil/háptico/sonoro) aos jogos digitais	138
Figura 44: Conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado à promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais por parte dos entrevistados	139
Figura 45: Conhecimento do sistema Braille aplicado a jogos digitais por parte dos entrevistados	139
Figura 46: Características e funcionalidades pontuadas como essenciais quanto a acessibilidade nos jogos digitais por parte dos entrevistados.....	140
Figura 47: Recursos pontuados como essenciais nas atividades de jogos digitais por parte dos entrevistados.....	140

Figura 48: Características/exigências quanto ao artefato multimodal nas atividades de jogos digitais por parte dos entrevistados	142
Figura 49: Valores atribuídos pelos entrevistados quanto ao grau de importância à cada um dos requisitos elencados	147
Figura 50: Display Braille de baixo custo com 16 pontos utilizando atuadores piezoelétricos.....	152
Figura 51: Implementações de controles realizadas no Display Braille de baixo custo com 16 pontos	153
Figura 52: Mapa (visual e tátil) do protótipo de jogo desenvolvido por este trabalho	154
Figura 53: Personagem, inimigos e itens (visual e tátil) presentes no jogo desenvolvido por este trabalho	154
Figura 54: Fluxo de gameplay do jogo Apocaliptoon.....	155
Figura 55: Representações do jogo Apocaliptoon – Sonora (A); Transposição tátil do cenário (B); Representação tátil de colisões, danos e itens coletados (C); Representação visual do ambiente (D); Representação visual de câmeras (E).....	156
Figura 56: Interface de depuração do periférico tátil	158
Figura 57: Grau de conformidade atingido por cada interface avaliada com relação as heurísticas de usabilidade (Apêndice N, p.451)	165
Figura 58: Grau de conformidade atingido pela aplicação, com relação às categorias avaliadas (Apêndice N, p. 451).....	166
Figura 59: Expectativa versus Realidade quanto ao protótipo de jogo digital proposto	167
Figura 60: Proposição de joystick para interface multimodal	168
Figura 61: Quadro de contribuições	170

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Métodos de avaliação da experiência.....	59
Quadro 2: Padrões propostos pelo triângulo APX.....	61
Quadro 3: Recomendações de acessibilidade para desenvolvimento e avaliação de jogos digitais	82
Quadro 4: Recomendações para o design e desenvolvimento de mapas áudio-hápticos	84
Quadro 5: Especificações dos modelos da Raspberry Pi.....	107
Quadro 6: <i>String</i> de busca na língua inglesa utilizada na RSL - Desenvolvimento de <i>Audiogames</i> acessíveis às pessoas com deficiência visual	124
Quadro 7: <i>String</i> de busca na língua inglesa utilizada na RSL – Interfaces táteis/hápticas no contexto dos jogos digitais acessíveis	126
Quadro 8: Configuração das classes de problema	129
Quadro 9: Fragmento de entrevista - Sujeito B	133
Quadro 10: Fragmento de entrevista - Sujeito G	133
Quadro 11: Fragmento de entrevista - Sujeito H	135
Quadro 12: Fragmento de entrevista - Sujeito B	141
Quadro 13: Fragmentos de entrevista - Sujeito I	141
Quadro 14: Fragmentos de entrevista - Sujeito H	141
Quadro 15: Principais características pontuadas pelos entrevistados quanto à utilização do proferido artefato nas atividades de jogos digitais	142
Quadro 16: Avaliação do grau de conformidade das interfaces com relação as heurísticas e suas variáveis (Apêndice N, p. 451).....	160
Quadro 17: Sugestões para o refinamento das interfaces propostas.	164

LISTA DE ABREVIATURAS

ARPANET - *Advanced Research Projects Agency Network*

CEP – Comitê de ética em pesquisa

CID - Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde

CPDP - Convenção sobre o Direito das Pessoas com Deficiência

DCU - Design Centrado no Usuário

DSR - *Design Science Research*

FPS – *Frames per second*

GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos

GOMS - *Goals, Operators, Methods and Selections rules*

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHC - Interação Humano Computador

ITS - Instituto de Tecnologia Social

LBI - Lei Brasileira de Inclusão

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

MT - Mapeamento Tecnológico

MUD – *Multi User Dungeon*

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PC - *Personal Computer*

PDP - Processo de Desenvolvimento de Produto

PPOV - *First Person Point of View*

RPG - *Role Play Games*

RTS - *Real Time Strategy*

SO – Sistema Operacional

TA - Tecnologia Assistiva

TABC - Tecnologia Assistiva de Baixo Custo

TBS - *Turn Based Strategy*

TecNep - Programa Educação, Tecnologia e Profissionalização para Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TIM - *Tactile Interactive Multimedia*

TRM - *Technology Roadmapping,*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	19
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	23
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	24
1.4 HIPÓTESE.....	24
1.5 OBJETIVOS.....	25
1.5.1 Objetivo geral	25
1.5.2 Objetivos específicos	25
1.6 JUSTIFICATIVA.....	26
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	28
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	30
2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL.....	30
2.1.1 Cegueira	31
2.1.2 Visão subnormal ou baixa visão	32
2.1.3 Percepção da pessoa com deficiência visual	33
2.1.3.1 Percepção sonora	34
2.1.3.2 Percepção tátil e háptica	35
2.2 SURDOCEGUEIRA	37
2.3 ACESSIBILIDADE	38
2.4 USABILIDADE	39
2.5 DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO.....	45
2.5.1 Design de interação	49
2.5.2 Design da experiência	50
2.5.2.1 Experiência sonora	53
2.5.2.2 Experiência tátil.....	55
2.5.2.3 Projetando para experiência	56
2.5.2.4 Experiência para jogos digitais.....	59
2.6 TECNOLOGIA ASSISTIVA.....	64
2.6.1 Tecnologia Assistiva de baixo custo	66
2.6.2 Tecnologias digitais destinadas às pessoas com deficiência visual	67
2.7 JOGOS DIGITAIS	69

2.7.1	Taxonomia dos jogos digitais	72
2.7.1.1	Ação	73
2.7.1.2	Aventura	73
2.7.1.3	Esportes.....	74
2.7.1.4	Estratégia.....	74
2.7.1.5	Puzzles	74
2.7.1.6	RPG (<i>Role Play Games</i>)	74
2.7.1.7	Multijogador	75
2.7.1.8	MODS	76
2.7.1.9	Simuladores	76
2.7.2	Desenvolvimento de jogos digitais	76
2.7.3	Acessibilidade em jogos digitais	77
2.7.3.1	Audiogames	80
2.7.3.2	Diretrizes para o desenvolvimento e avaliação de jogos digitais acessíveis...	81
2.7.3.2.1	<i>Recomendações de acessibilidade para desenvolvimento e avaliação de jogos digitais</i>	82
2.7.3.2.2	<i>Recomendações para o design e desenvolvimento de mapas áudio-hápticos</i>	83
2.8	INTERFACES COMPUTACIONAIS	86
2.8.1	Interfaces sonoras	87
2.8.2	Interfaces táteis	89
2.8.3	Interfaces hápticas	94
2.8.4	Interfaces multimodais	95
2.9	MAPEAMENTO TECNOLÓGICO	96
2.9.1	Atuadores	97
2.9.1.1	Atuadores eletromagnéticos.....	98
2.9.1.2	Atuadores de polímeros eletroativos, eletro-reológicos e reológicos magneto	99
2.9.1.3	Atuadores pneumáticos e termo-pneumáticos	99
2.9.1.4	Atuadores de liga de memória	101
2.9.1.5	Atuadores eletromecânicos	102
2.9.1.6	Atuadores piezoelétricos	103
2.9.2	Arquitetura eletrônica	105

2.9.2.1	Arduino	106
2.9.2.2	Raspberry Pi	106
2.9.2.3	FPGA.....	108
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	110
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	110
3.2	ETAPAS DA PESQUISA.....	113
3.3	SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES	118
3.4	AMBIENTE DE PESQUISA	119
4	DESIGN DO ARTEFATO	122
4.1	INSPIRAÇÃO.....	123
4.1.1	Revisão sistemática da literatura	123
4.1.1.1	Desenvolvimento de <i>Audiogames</i> acessíveis às pessoas com deficiência visual (Apêndice A)	124
4.1.1.2	Interfaces táteis/hápticas no contexto dos jogos digitais acessíveis (Apêndice B)	126
4.1.2	Levantamento de dados	128
4.1.2.1	Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas	128
4.1.2.2	Análise com base na literatura	130
4.1.2.3	Análise com base em grupo exploratório	132
4.2	IDEAÇÃO.....	144
4.2.1	Organização e análise	144
4.2.1.1	Requisitos/recomendações quanto à interface multimodal.....	144
4.2.1.2	Requisitos/recomendações quanto ao emprego de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais.....	146
4.2.2	Criação	148
4.2.2.1	Papéis dos usuários.....	148
4.2.2.2	Casos de tarefas	149
4.2.2.3	Arquitetura da interface e de navegação.....	149
4.3	IMPLEMENTAÇÃO	150
4.3.1	Execução	150
4.3.2	Viabilização	151
4.3.3	Verificação	158
5	EXPLICITAÇÃO DAS APRENDIZAGENS	169
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	171

Referências.....	175
Apêndice A - Revisão sistemática da literatura: Desenvolvimento de <i>audiogames</i> acessíveis as pessoas com deficiência visual.....	194
Apêndice B - Revisão sistemática da literatura: Interfaces táteis/hápticas no contexto dos jogos digitais acessíveis.....	209
Apêndice C - Termo de consentimento livre e esclarecido: Entrevistas com grupo exploratório.....	267
Apêndice D - Termo de consentimento livre e esclarecido: Diagrama de afinidade com grupo confirmatório.....	271
Apêndice E - Carta convite.....	275
Apêndice F - Roteiro prévio de entrevistas com grupo exploratório.....	277
Apêndice G - Roteiro prévio de execução do diagrama de afinidade com grupo confirmatório.....	282
Apêndice H - Condução das entrevistas com grupo exploratório.....	284
Apêndice I - Condução do diagrama de afinidade com grupo confirmatório.....	349
Apêndice J - <i>Usage Centered Design</i> : Papéis dos usuários.....	360
Apêndice K - <i>Usage Centered Design</i> : Casos de tarefas.....	366
Apêndice L - <i>Usage Centered Design</i> : Arquitetura da interface e de navegação ...	388
Apêndice M - Proposição de aportes metodológicos para o uso de interfaces computacionais multimodais nas atividades de jogos digitais às pessoas com deficiência visual.....	404
Apêndice N - Validação dos aportes metodológicos para o uso de interfaces computacionais multimodais nas atividades de jogos digitais às pessoas com deficiência visual.....	450
Anexo A - Especificações técnicas Hyperbraille-F.....	504
Anexo B - Parecer consubstanciado CEP 5066604.....	507

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados a contextualização e a delimitação do tema, a formulação do problema de pesquisa, a hipótese, os objetivos e a justificativa desta pesquisa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Os jogos digitais têm conquistado uma importante parcela da cultura infanto juvenil nos países desenvolvidos, influenciando comportamentos e mudanças no que se refere à aprendizagem e desenvolvimento do raciocínio lógico. Assim, o jogo é tido não apenas como forma de entretenimento, mas também como ferramenta lúdica de ensino-aprendizagem (ALVES, 2008).

Ao observar o mercado nacional, nota-se uma crescente demanda por jogos digitais. Segundo Alves e Coutinho (2016), no ano de 2013, só no Brasil foram produzidos cerca de 620 jogos digitais voltados à educação e 698 ao entretenimento. O II Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais identificou, no início de 2018, 375 desenvolvedoras de jogos digitais no Brasil, número que indica um crescimento de 182% em relação aos dados apurados desde o I Censo, que contemplou o período de quatro anos (IVELISE; FORTIM, 2018). A questão surge quando se trata de jogos digitais voltados a pessoas com deficiência visual.

Conforme Silva (2017):

À medida que a acessibilidade digital promove a inclusão de usuários de tecnologias computacionais com algum tipo de deficiência, aumenta a necessidade do desenvolvimento de jogos digitais acessíveis. (SILVA, 2017, p. 770).

Para Coutinho *et al.* (2013), acessibilidade em jogos digitais tem por definição a capacidade de se jogar um jogo, mesmo quando o usuário está operando em condições limitadas, caracterizadas por limitações funcionais ou deficiências como cegueira, surdez ou mobilidade reduzida. Segundo Yuan; Folmer e Harris (2011), grande parte dos jogos digitais carecem de um design voltado às pessoas com deficiência visual, onde: interfaces, lógicas ou mecânicas não atendem integralmente a este público. Ou seja, se faz necessário que o jogo reflita, em seu *design*, condições que permitam a interatividade sem que haja barreiras. Conforme Bürdek (2010),

tarefas diferentes necessitam de métodos diferentes, o que levanta questionamentos quanto ao atual processo de design empregado ao problema em questão.

O *software* leitor de telas¹ é considerado o meio mais utilizado por pessoas com deficiência visual para acessar informações apresentadas no computador (SHIMOMURA; HVANNBERG; HAFSTEINSSON, 2010). No entanto, mesmo que apoiados por dispositivos de Tecnologia Assistiva², os jogos digitais ainda enfrentam incompatibilidade com estes recursos, seja por conflitos de comandos de teclado, ou mesmo pela ausência de informações textuais nos elementos (PATIKOWSKI, 2013).

Segundo Sepchat *et al.* (2006), poucos *videogames* são atualmente acessíveis às pessoas com deficiência visual. Nos casos em que a acessibilidade é presente, geralmente utiliza-se da tradicional abordagem de substituição sensorial, onde elementos visuais são substituídos por estímulos auditivos e/ ou hápticos (MILLER; PARECKI; DOUGLAS, 2007; BORGES, 2018). Para os estímulos auditivos, uma técnica comum utilizada no desenvolvimento de jogos digitais é a utilização de sons tridimensionais, em que o usuário é imerso no ambiente, tendo a experiência de perceber a dimensão por meio da interface sonora (BORGES, 2018). Já os estímulos hápticos fazem uso de recursos especializados como, por exemplo, a vibração (BORGES, 2018).

Dentre os jogos digitais voltados às pessoas com deficiência visual, os baseados em áudio, popularmente denominados *audiogames*, têm ganhado notoriedade nas últimas décadas. As interfaces auditivas fornecem maneiras alternativas e acessíveis de transmitir informações da tela para o usuário, recurso explorado pelos *audiogames* (RÖBER; MASUCH, 2005a; GARCIA; NERIS, 2013). No entanto, nem sempre o estímulo auditivo é suficiente para apresentar informações essenciais para a jogabilidade. Um exemplo são jogadores com surdocegueira, em que o estímulo auditivo não os contempla, ou mesmo jogadores de baixa visão, que carecem de opções que ampliem o tamanho ou aumentem o contraste dos elementos do jogo (PATIKOWSKI 2013).

¹ Mais informações acerca do *software* leitor de telas no Item 2.6.2 (p. 67).

² Conceito evidenciado no Item 2.6 (p. 64).

Deste modo, os gráficos táteis buscam representar itens visuais em modelos palpáveis por meio de pontos ou relevos e desempenham um papel fundamental no fornecimento de informações para pessoas com deficiência visual. Segundo Goncu e Marriott (2011), tal abordagem é provavelmente a mais utilizada no setor educacional, pois fornece, através do canal háptico informações que não podem ser expressadas com caracteres ou áudio, além de permitir que o usuário tenha, de forma cinestésica, o *feedback* do toque (PARK; JUNG; CHO, 2016; SHIMOMURA; HVANNBERG; HAFSTEINSSON, 2010).

Dentre as técnicas de confecção de gráficos táteis é possível elencar: produção por impressão de tinta ou desenho em papéis micro capsulados do tipo *Swell Paper*, especial para utilização em termofusora. Este papel tem por característica criar relevos onde há concentração de carbono, quando aquecido em fusora térmica ou lâmpada de calor (VIDAL-VERDÚ; HAFEZ, 2007). Produção através filmes plásticos, que se deformam sobre moldes (*Thermoform*), por deposição de polímeros ou através de impressoras Braille de alta resolução (VIDAL-VERDÚ; HAFEZ, 2007).

A reprodução de gráficos táteis de forma digital tem se dado por meio de dispositivos como os *displays* em braile, cuja representação pode ocorrer em uma única linha, ou de forma bidimensional, por meio de uma matriz de pinos (KOBAYASHI; WATANABE, 2004). Conforme Jang *et al.* (2016), estas matrizes exibem informações táteis densas por meio de sistemas mecânicos ou elétricos, causando diferentes estímulos táteis. Interfaces como o *Optacon*, um dos primeiros dispositivos de substituição sensorial, desenvolvido na década de 1970 para pessoas com deficiência visual, é um exemplo de interface computacional tátil bidimensional (PASQUERO *et al.*, 2007).

Nas últimas décadas, constatou-se uma grande gama de estudos voltados ao desenvolvimento de interfaces computacionais táteis, hápticas e multimodais. Entre eles, é possível citar estudos com foco na utilização destes recursos na interação com jogos digitais, vide: Caporusso; Mkrtychyan; Badia (2010), Kuber; Tretter; Murphy, (2011), Strachan *et al* (2013), Martínez *et al.* (2014), Morelli *et al* (2010) e Sepchat *et al* (2006). A utilização de *feedback* háptico em jogos digitais também é presente em projetos como: *Tactile Interactive Multimedia* (TiM), que objetiva desenvolver *videogames* acessíveis para crianças com deficiência visual (SEPCHAT *et al.*, 2006);

Também pode ser mencionado o *Tangible Media Lab*, liderado pelo professor Hiroshi Ishii e mantido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) desde 1995, em que são projetados e testados protótipos de interfaces tangíveis, com o objetivo de fundir o mundo real com o mundo virtual a partir da exploração sensorial de seres humanos (CRESPO, 2013); e os estudos realizados pelo laboratório CERTEC, do Departamento de Ciências do Design do Instituto de Tecnologia Lund, na Suécia, que estuda o emprego de interfaces computacionais hápticas para interação de pessoas com deficiência visual com jogos digitais (SJOSTROM, 2001). Tais projetos demonstram a importância do uso do tato como uma alternativa agregativa para a promoção de experiência em jogos digitais pessoas com deficiência visual.

Com base em um levantamento feito por Vidal-Verdú e Navas-González (2003), as interfaces computacionais táteis em geral utilizam de atuadores de estimulação elétrica, liga com memória de forma, pneumáticos baseados em fluídos e géis orgânicos ou baseados em MEMS (*Micro-Electro-Mechanical Systems*). No entanto, existem algumas limitações em relação ao emprego destas nas interfaces computacionais táteis, em específico as bidimensionais. Conforme Bornschein; Prescher; Weber (2015a), a representação de gráficos que utilizam diferentes cores, níveis de altura, estruturas de granulação muito finas, objetos arredondados e linhas não ortogonais pode acarretar em problemas de reconhecimento em dispositivos de baixa resolução.

Outro obstáculo é quanto ao seu alto custo. Estudos como o de Kunzler e Ribeiro (2020) apontam que estas interfaces em sua maioria consistem em atuadores eletromagnéticos ou piezoelétricos, onde cada célula Braille (composta de oito atuadores) integrada ao produto, tem um custo aproximado de US\$90,00. Considerando o modelo mais avançado disponibilizado no mercado, o Metec: *Hyper Braille F Display 6240* (Anexo A, p. 504), que possui uma área tátil de 150 x 260m composta de 6240 atuadores piezoelétricos, o custo apenas de atuadores ultrapassa US\$70.000,00. Valores dissonantes aos dos segmentos de *videogames*, onde no Brasil, consoles ou mesmo periféricos para estes, possuem um custo médio de US\$ 470,00, dado este levantado pela Zoom (TAGARRO, 2020).

Como abordado por Patikowski (2013), a falta de recursos financeiros é um dos principais fatores que impedem os usuários de jogos digitais manterem-se atualizados

no que tange à tecnologia. Com isso, o desenvolvimento de dispositivos de Tecnologia Assistiva de baixo custo é uma forma de manobrar esta situação. Com a popularização do *Arduino* a partir de 2005, e do *Raspberry Pi*, em 2012, processos e componentes antes dominados pelo ramo da engenharia passaram a ser disponibilizados e distribuídos para a massa da população, culminando no movimento *maker*, amplamente difundido em áreas como o Design (CRESPO, 2013).

Somado a isso, o conceito de ubiquidade computacional, em paralelo ao modelo de interação humano-computador apresenta um desafio quanto à quebra de paradigmas no campo de projeto de interfaces (CRESPO, 2013). Conforme abordado por SILVA *et al.* (2009 *apud* THIEME, 2014), para os usuários com deficiência visual, a função determinante para a aquisição de um novo produto é atrelada à função prática que este desempenha. Isso é confrontado com a realidade de pessoas sem deficiência visual, que são influenciadas pela função simbólica. Segundo Santos (2013), quando se trata do desenvolvimento de produtos para pessoas com deficiências, se faz necessário prever as barreiras impostas pelo contexto em que elas estão inseridas. Ou seja, estes produtos devem refletir em seus projetos níveis adequados de experiência, usabilidade e, conseqüentemente, acessibilidade, fazendo com que seu design atenda o máximo possível das necessidades de seus usuários.

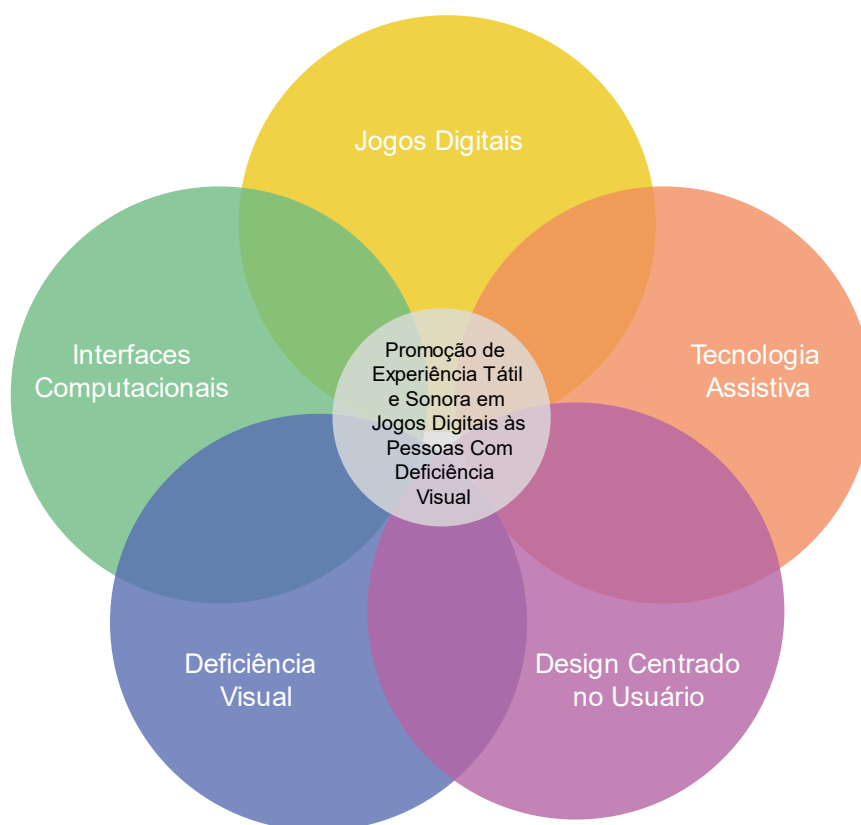
Para isso, o design centrado no usuário busca, ao longo do projeto, ter o usuário como peça central do desenvolvimento de cada fase do produto ou serviço, garantindo a ocorrência de testes, avaliações e validações no contexto do mundo real (MERINO, 2016). Condições estas que nem sempre são exequíveis, dado os diversos fatores adversos, como a pandemia da Covid-19 que vem sendo vivenciada ao longo dos anos, desde o seu início em 2020. Tendo em vista o atual cenário mundial, propor meios que propiciem ao usuário com deficiência visual experimentar jogos digitais de maneira satisfatória, a um custo exequível, ao mesmo tempo que não o exclua da sociedade, torna-se o princípio desta pesquisa.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Atrelado ao uso de *feedbacks* sonoros, uma nova perspectiva do uso da percepção tátil visa preencher uma lacuna presente na literatura e no mercado em relação à produção de dispositivos de Tecnologia Assistiva que promovam níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas

com deficiência visual. Com isso, esta pesquisa delimita-se a explorar, por intermédio do design centrado no usuário, o uso do canal tátil como um meio agregativo ao canal auditivo no design de interfaces computacionais, a fim de contribuir com experiências significativas quanto à interação de pessoas com deficiência visual em atividades de jogos digitais. Em suma, a partir do exposto na contextualização, a Figura 1 ilustra as áreas as quais o tema desta pesquisa permeia.

Figura 1: Delimitação do tema de pesquisa



Fonte: O Autor (2020)

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Como o projeto de interfaces computacionais multimodais pode promover a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais?

1.4 HIPÓTESE

Os jogos digitais em consonância com o projeto de interfaces computacionais multimodais (áudio/tátil), desenvolvidos e avaliados sob a ótica de uma metodologia sistematizada estabelecida a partir de diretrizes, recomendações e princípios de

design centrados no usuário e em mapeamento tecnológico, podem contribuir para a promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em atividades de jogos digitais às pessoas com deficiência visual.

1.5 OBJETIVOS

Neste item são definidos os objetivos dessa pesquisa - geral e específicos.

1.5.1 Objetivo geral

Propor aportes metodológicos sistematizados para o projeto de interfaces computacionais multimodais, com base no design centrado no usuário e em mapeamento tecnológico, de modo que estas contribuam para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

1.5.2 Objetivos específicos

- Compreender a experiência de pessoas com deficiência visual na interação com jogos digitais;
- Identificar recursos e tecnologias computacionais disponíveis, que promovam interação por meio tátil e sonoro para pessoas com deficiência visual;
- Compreender a experiência de pessoas com deficiência visual no que cabe à interação com jogos digitais através de interfaces computacionais;
- Identificar e estabelecer critérios de aferição quanto ao uso de recursos e tecnologias computacionais multimodais por pessoas com deficiência visual;
- Identificar e estabelecer critérios quanto ao desenvolvimento de jogos digitais destinados às pessoas com deficiência visual;
- Classificar, relacionar e sistematizar aportes metodológicos, que contribuam para ao alcance de níveis satisfatórios de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual por meio de recursos multimodais (táteis e sonoros);
- Desenvolver um protótipo do artefato para fins de verificação da aplicabilidade da sistemática projetual estabelecida.

1.6 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a imprescindibilidade da inclusão das pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais, as quais muitas vezes são impedidas de adquirirem por completo as informações presentes nos jogos, o tema abordado neste trabalho justifica-se no interesse para atenuar tal situação.

Conforme apontam os dados apurados no último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2010), com base em sua nota técnica IBGE (2018) e à luz das recomendações do Grupo de Washington, dentre os 190,7 milhões de brasileiros, 12,7 milhões (6,7%) declaram ter alguma deficiência. Cerca de 6,4 milhões (3,4%) declararam ter deficiência visual, o que faz com que esta seja a deficiência mais relatada pela população brasileira. Tais dados refletem a grande parcela de pessoas que podem se beneficiar dos resultados desta pesquisa.

Como citada na Cartilha do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência (IBGE, 2010), a deficiência é tida como um tema de direitos humanos e obedece ao princípio de que todo ser humano tem o direito de desfrutar igualmente de todas as condições necessárias para o seu desenvolvimento, sem que haja qualquer tipo de discriminação. Tal afirmação se sustenta na Convenção sobre o Direito das Pessoas com Deficiência (CPDP, 2008), da Organização das Nações Unidas (ONU), e na Lei Brasileira de Inclusão (LBI), nº 13.146/2015, que trata do desenvolvimento de ferramentas que incentivem o lazer, a participação em jogos, atividades recreativas e o entretenimento digital de pessoas com deficiência (BRASIL, 2015). O Decreto Nº 7.612, de 17 de novembro de 2011 que institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência (Plano Viver sem Limite), também prevê recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias, bem como o aprimoramento e incentivo para produção local de recursos existentes, qualificação de espaços e serviços nas mais diversas áreas (BRASIL, 2011).

Com base nos dados apresentados pelo Instituto de Tecnologia Social (ITS, 2010), o aumento de pesquisas na área de desenvolvimento de Tecnologia Assistiva (TA) reflete diretamente a preocupação de entidades em relação à inserção dessa parcela da população na sociedade. No entanto, Santos (2013) destaca que a área ainda está em ascensão e requer progresso, sobretudo no que diz respeito ao custo

de suas soluções, na medida em que se fazem necessárias personalizações que acarretam um valor monetário exacerbado.

Embora haja meios de promover inclusão de todos, é evidente o desinteresse por parte do mercado na promoção de acessibilidade em seus produtos, ambientes e serviços, o que ratifica a colocação de Santos (2013). Como aborda Cardoso (2016), muitos produtos, ambientes e serviços não são acessíveis para a maior parte da população, fator decorrente do descaso de muitos profissionais que desconhecem as necessidades de diferentes públicos ou simplesmente negligenciam em seus processos de desenvolvimento de produto (PDP) recursos que atendam pessoas com deficiência.

Estudos como o de Yuan; Folmer e Harris (2011) apontam que grande parte dos jogos digitais produzidos carecem no design de suas interfaces, lógicas e mecânicas, de formas acessíveis de promover experiências satisfatórias às pessoas com deficiência visual. Embora estas sejam apoiadas por dispositivos de Tecnologia Assistiva, como leitores de tela, é comum que estas pessoas enfrentem barreiras com os elementos gráficos dos jogos (ARAUJO *et al.*, 2016).

Dentre os estímulos utilizados na substituição do sentido da visão destacam-se o estímulo tátil e o estímulo sonoro. Contudo, o som continua sendo o estímulo mais utilizado quando se trata de projetos de jogos digitais acessíveis (SEPCHAT *et al.*, 2006). Mesmo que essa seja a principal solução explorada, o uso do toque também permanece substancial. Segundo Elbert *et al.* (2002 *apud* CARDOSO, 2016) as pessoas com deficiência visual não se beneficiam de maior quantidade de estímulos auditivos do que as pessoas videntes. Sendo assim, o processo de construção e representação mental ocorre de forma síncrona à utilização dos sentidos remanescentes, potencializando a função de outros sistemas sensoriais (CARDOSO, 2016).

Conforme Sjostrom (2001), as interfaces hápticas usam como meio de interação com o usuário o estímulo tátil, o que torna a forma de interação mais natural. Além disso, Sepchat *et al.* (2006) atentam quanto a um aspecto muito importante com relação ao desenvolvimento de jogos digitais acessíveis: considerar várias interfaces, de modo que todos possam jogar, e não apenas os pares. Segundo Thieme (2014), interfaces ricas são desenvolvidas por meio do design de experiência, usabilidade e

design centrados no usuário e culminam em conjuntos de ações positivas ao usuário em relação ao produto.

De acordo com Lévesque *et al.* (2012), os projetistas de sistemas gráficos táteis digitais enfrentam desafios significativos, na medida em que tentam melhorar a acessibilidade do conteúdo gráfico para pessoas com deficiência visual em relação a abordagens convencionais. O que denota uma extrema relevância quanto a investigação de estudos direcionados ao design de jogos digitais voltados às pessoas com deficiência, em especial a visual.

Conforme Kronbauer e Neris (2014), a promoção da acessibilidade em sistemas computacionais interativos relaciona-se diretamente ao exercício da cidadania. O que corrobora Junior (2018), o qual destaca que os jogos digitais, através de seus ambientes, propiciam vivências culturais e socialização às pessoas com deficiência. Deste modo, além de contribuir com o avanço da ciência, este estudo pode oferecer ao mercado de jogos digitais aportes científicos que favoreçam o desenvolvimento de interfaces computacionais que atendam a estes usuários, ampliando conseqüentemente a participação e inclusão das pessoas com deficiência na sociedade.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho estrutura-se em 5 capítulos.

O primeiro capítulo introduz o tema da pesquisa, bem como sua delimitação, definição de problema, hipótese, objetivos e justificativa.

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico acerca das grandes áreas que envolvem a delimitação desta pesquisa, bem como um panorama a respeito da deficiência visual e suas variações, além de abordar os conceitos de acessibilidade, usabilidade, design centrado no usuário, tecnologia assistiva, jogos digitais, interfaces computacionais e suas tecnologias.

O terceiro capítulo contempla a metodologia de pesquisa utilizada, tal como suas classificações, etapas e procedimentos técnicos empregados.

O quarto capítulo traz a proposição e aplicação do artefato em questão, delineando etapas do desenvolvimento.

O quinto capítulo aborda as explicitações das aprendizagens decorrentes deste trabalho.

Por fim, o sexto capítulo apresenta as discussões, resultados obtidos e os encaminhamentos futuros deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o referencial teórico desta pesquisa, abordando tópicos que tratam da interação de pessoas com deficiência visual com interfaces digitais, especificamente jogos digitais, bem como aspectos relacionados ao design centrado no usuário, no que tange à experiência tátil e sonora.

2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL

Conforme o padrão vigente estabelecido pela Convenção Internacional sobre o Direito das Pessoas com Deficiência e pela ONU, em 2008, ratificado pelo Brasil em 2015, por meio do art. 2º da LBI (Lei 13.146/15), com vista à valorização do ser humano e não a sua condição de deficiência permanente ou passageira, trata-se o grupo como: “pessoas com deficiência” (JUNIOR, 2018).

Pessoas com deficiência são aquelas que tem impedimentos de natureza física, intelectual ou sensorial, as quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade com as demais pessoas (BRASIL, 2015, p. 1).

No Brasil, o decreto nº 5.296/04 estabelece normas e critérios em relação à promoção de toda a acessibilidade para pessoas com deficiência, definindo por meio do Art. 4º, alínea III a deficiência visual como:

cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores (BRASIL, 2004, p. 2).

Tal concepção de deficiência se relaciona com a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS), que considera pessoa com deficiência visual quem possui privação, total ou parcial da capacidade de ver (SONZA *et al.*, 2013). Como apontam Martín e Bueno (2010), a diminuição da resposta visual pode ocorrer de forma leve, moderada, severa, profunda (que compõe o grupo de visão subnormal ou baixa visão) e completa (cegueira). Pode-se mencionar também o padrão de classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados com a saúde (CID-10), que categoriza as funções visuais em quatro níveis: Visão normal, Deficiência visual moderada, Deficiência visual grave e Cegueira (OMS, 2001). Há ainda o daltonismo,

que está relacionado com a dificuldade de distinção entre combinações ou pares de cores (DIAS, 2006).

Sobre a classificação da deficiência visual, Martín e Bueno (2010) trazem que esta pode ocorrer de acordo com o comprometimento do campo visual, idade de início da patologia e se a mesma está associada ou não a outra deficiência. Dentre as patologias que a deficiência visual comporta, no intervalo da cegueira até visão normal, destacam-se: miopia, estrabismo, astigmatismo, ambliopia e hipermetropia (BERNARDES, 2009) que, para Coutinho (2013), podem ocorrer em virtude de causas congênitas ou hereditárias.

Com isso, se estabelece que o conjunto de pessoas que possuem deficiência visual moderada, somadas ao conjunto de pessoas com deficiência visual grave, constituem o grupo das pessoas com baixa visão. Esse grupamento, somado ao grupo denominado cegueira, compõem a formação do termo deficiência visual (PATIKOWSK, 2013).

2.1.1 Cegueira

Segundo Aranha (2006), cegueira retrata a perda total da visão com ausência da projeção da luz. Para Sonza *et al.* (2013), é tratada como uma deficiência grave, visto que representa a perda de um dos sentidos mais úteis na relação do homem com o mundo.

Conforme aborda o Decreto nº 5.296, uma pessoa é classificada como cega quando: considerado a melhor correção óptica, em seu melhor olho, esta apresentar acuidade visual igual ou inferior a 0,05 (BRASIL, 2004). A abordagem qualifica a cegueira como uma alteração grave de uma ou mais funções elementares da visão, as quais acarretam, de modo irrecuperável, a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007). Quanto a sua manifestação, esta pode ocorrer desde o nascimento (cegueira congênita), ou posterior (cegueira adventícia), em decorrência de causas orgânicas ou acidentais (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007). Ainda, pode ser aguda (perda visual súbita) ou progressiva-crônica (perda visual gradual) (SONZA *et al.*, 2013).

Quando tratamos da cegueira, Sonza; Salton; Strapazzon (2015) destacam que é fundamental considerar a memória visual. Conforme Neves (2011), a pessoa com

cegueira congênita possui uma representação intelectualizada do ambiente, contrapondo a pessoa com cegueira adventícia que, ao longo do processo de perda do estímulo visual, consegue formular memórias visuais. Ainda a respeito da cegueira adventícia, Cardoso (2016) discorre que lembranças de imagens, luzes e cores advindas de memórias visuais são extremamente favoráveis para o processo de reabilitação, fator adverso para as pessoas com cegueira congênita, que talvez jamais possam formar uma memória visual ou possuir lembranças visuais.

2.1.2 Visão subnormal ou baixa visão

Diversos são os autores que definem o termo baixa visão, que inclui as noções de ambliopia, visão subnormal ou visão residual. Na visão de Sonza; Salton; Strapazzon (2015), encontrar uma definição única de baixa visão é uma tarefa complexa, na medida em que há uma grande variedade e intensidade de comprometimentos das funções visuais.

Para Aranha (2006), o termo se refere a uma alteração da capacidade funcional da visão, em níveis severos, moderados ou leves, que é capaz de ser influenciada por fatores ambientais inadequados. Já Martín e Bueno (2010), caracterizam baixa visão pela incapacidade de perceber a certa distância massas, cores e formas, ainda que o indivíduo seja capaz de discriminar e identificar objetos e materiais próximos a uma distância de poucos centímetros ou poucos metros. O que corrobora a definição de Gasparetto *et al.* (2001), que relacionam o conceito de baixa visão diretamente com a maior ou menor capacidade do indivíduo que possui visão subnormal realizar tarefas cotidianas, a partir de seu resíduo visual.

Descrita pela CID-10 (OMS, 2001), a baixa visão ocorre quando a acuidade visual no melhor olho com a melhor correção óptica é menor que 0,3 e maior ou igual a 0,05. Cabe destacar que a visão subnormal não define um quadro clínico único, mas uma variedade de padrões visuais, determinados pelas modificações nas funções visuais, de acordo com a gravidade da doença ocular ou sistêmica de base (HADDAD *et al.*, 2001).

2.1.3 Percepção da pessoa com deficiência visual

Sternberg (2008) estabelece a percepção como um conjunto de processos psicológicos responsáveis pelo reconhecimento, organização, sintetização e significação das sensações advindas de estímulos ambientais. Diante do exposto, Cybis; Betiol; Faust (2010) afirmam a necessidade de aprofundar as definições de estímulo, sensação, percepção e cognição. Para tal, os autores elucidam o estímulo como um fenômeno natural, cuja existência produz reação dos órgãos sensitivos humanos; Sensação como uma resposta neurofisiológica a um estímulo sensorial; Percepção como um conjunto de mecanismos responsáveis pela organização das sensações; E, por fim, cognição como um processo que visa interpretar e dar significado às sensações organizadas.

Nesse contexto, linguagens, imagens e ações são transformadas em representações mentais que, por meio do cérebro humano são capturadas, codificadas e organizadas na memória (FREITAS, 2005 *apud* CARDOSO, 2016). Desta forma, mensagens disponibilizadas pelo meio ambiente tornam-se elementos constituintes e indispensáveis para a existência e, conseqüentemente, para a construção do conhecimento (PEREIRA e VEIGA, 2009 *apud* CARDOSO, 2016).

Assim, tanto as pessoas com deficiência visual quanto as pessoas videntes, são consideradas iguais, exceto que ambas representam o mundo de forma qualitativamente diferente, adaptando sua evolução à informação sensorial de que dispõem (CARDOSO, 2016). Segundo Nunes e Lomônaco (2008 *apud* THIEME, 2014), os limites impostos pela perda da visão requerem adaptações para que as informações destinadas a este canal sejam transmitidas por meio de outros sentidos. Como apontado por Sá; Campos; Silva (2007), todas as pessoas possuem as mesmas características e potencialidades em seus sentidos. No entanto, alguns sentidos são mais desenvolvidos pelas pessoas com deficiência visual, dada a maior recorrência deles como meio de decodificação e armazenamento de imagens mentais na memória.

Sem a visão, os outros sentidos passam a receber a informação de forma intermitente, fugidia e fragmentária. O desenvolvimento aguçado da audição, do tato, do olfato e do paladar é resultante da ativação contínua desses sentidos por força da necessidade (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007, p. 15).

Desta forma, compreende-se que os sentidos remanescentes não operam de forma isolada, mas sim de maneira complementar (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007). Ou seja, o processo de compreensão, interpretação e assimilação da informação é ampliado de forma que o comportamento exploratório é estimulado e desenvolvido (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007).

Com isso, é possível promover a percepção das pessoas com deficiência visual através do estímulo de outros sentidos, como o toque ou a audição. Esta divisão da informação em canais de *feedback* associados não favorece apenas as pessoas com deficiência visual, mas também as que possuem surdocegueira ou uma disfunção auditiva (CAPORUSSO; MKRTCHYAN; BADIA, 2010). Conforme Cardoso (2016), a partir do emprego de recursos multimodais pode-se alcançar imagens mentais similares àquelas captadas pelo sentido da visão, ou mesmo, permitir que estes propiciem outras formas de percepção e experiência que levem à fruição. No entanto, Cardoso (2016) salienta que se faz necessário um aprofundamento em estudos sobre percepção humana e seus canais perceptivos, de forma que a partir desses processos seja possível projetar meios que potencializem uma experiência multissensorial a partir de recursos multimodais.

2.1.3.1 Percepção sonora

Clarkson (2007) define audição como uma resposta humana às vibrações sonoras. Segundo Cardoso (2016), esse sentido está atrelado a três características fundamentais: sonoridade, tonalidade e timbre. A sonoridade reflete a sensação de intensidade e proximidade por meio do volume (som mais forte ou mais fraco), a tonalidade reflete a sensação relacionada à frequência sonora (som mais grave ou mais agudo) e o timbre caracteriza a diferenciação dos sons por sua intensidade e tonalidade.

Desta forma, similar ao processo que ocorre no sistema visual, o sistema auditivo humano tem seu início pela organização do campo perceptivo, agrupando objetos sonoros com base em sua localização no espaço tempo, de modo que os elementos que se sucedem são organizados em fluxos sonoros (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Conforme Clarkson (2007), este processo de percepção ocorre por meio de três partes: orelha externa, orelha média e orelha interna. A orelha externa tem a função de coletar a energia sonora recebida e direcioná-la para a orelha média,

onde por meio do tímpano a transforma em vibrações mecânicas. Estas vibrações são propagadas para a orelha interna (cóclea), que então as converte em impulsos nervosos, os quais são transmitidos para o cérebro através do nervo auditivo.

Como abordado por Ritter; Baxter; Churchill (2014), a orelha humana possui a capacidade de perceber sons na faixa de frequências de 20 Hz a 20.000 Hz, tendo a região de frequências de 1.000 a 4.000 Hz (alcance vocal humano) como as mais sensíveis. Com isso, é possível que por meio da percepção de estímulos sonoros (localização, timbre, intensidade e qualidade), ocorra o processo de construção e representação mental (CARDOSO, 2016).

Segundo Rodríguez (2006), a produção de sentido sonoro pela interação é estabelecida entre as formas sonoras que se conhece, e a associação de cada uma destas a um conteúdo significativo. Assim, a possibilidade de atribuir significados às percepções sonoras faz com que a capacidade humana quanto à distinção de sons chegue até 150 variações (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014). Isso faz com que a audição, assim como a visão, seja um dos sentidos mais importante para interação do ser humano com o ambiente (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014). Desta forma, a relação da audição com outras modalidades sensoriais faz com que estímulos sonoros sejam associados às outras informações já armazenadas (FUENTES, 2008 *apud* CARDOSO, 2016).

2.1.3.2 Percepção tátil e háptica

O termo háptico se refere à sensação e manipulação pelo toque e tem sua origem derivada da palavra grega "*haptesthai*", que significa "relacionado a sensação do toque", também descrita como "a sensibilidade do indivíduo de se relacionar com o mundo através do toque do seu corpo" (CRESPO, 2013, p. 30).

O sistema háptico é o canal tátil ativo, que por meio de componentes cutâneos e sinestésicos, reproduz impressões, sensações e vibrações detectadas pelo indivíduo e interpretadas pelo cérebro, constituindo fontes de informação (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007). Conforme Szabo; Enikov (2016), é comprovado que pessoas com deficiência visual são capazes de perceber símbolos com base em sinais

produzidos pela ilusão tátil de continuidade linear (*Graphesthesia*³), sem que haja a necessidade de experiências ou treinamentos prévio.

Segundo Gncu; Marriott (2011), o sistema háptico pode fornecer informações próximas às adquiridas pelo sistema visual (forma, tamanho, textura e posição), de modo que a entrada háptica pode levar a representações espaciais internas funcionalmente equivalentes àquelas obtidas a partir da entrada visual. No entanto, como apontam Leo *et al.* (2018), há limitações humanas na detecção tátil de elementos separados, como pontos ou linhas, correspondentes à faixa de 0,87 a 2,36 mm.

Para Martín e Bueno (2010), a percepção tátil não se encontra exclusivamente nas mãos, mas sim em receptores distribuídos de maneira ampla por toda a superfície da pele. Segundo Ritter; Baxter; Churchill (2014), existem três tipos de percepção tátil:

- Percepção tátil cutânea, aferida apenas por estímulos cutâneos no contexto de uma determinada postura estática (tato e toque);
- Percepção cinestésica, aferida por variações vinculadas à consciência da postura corporal estática e dinâmica, com base em informações provenientes dos músculos, articulações e pele, juntamente ao sistema motor;
- Percepção tátil cutânea e cinestésica, que é o tipo mais comum de percepção tátil, e que envolve o uso de informações do sentido cutâneo e da cinestesia para decodificar informações dos estímulos.

No entanto, devido ao seu caráter sequencial, a captação da informação pelo canal háptico ocorre de forma mais lenta em comparação ao canal visual ou auditivo, fazendo-se necessário que o objeto em questão seja percorrido para sua identificação (NUNES; LOMÔMOCO, 2008). Segundo Sáez (2012), isso se dá em função da complexidade do sistema perceptivo háptico, que exige do sistema nervoso funções cerebrais necessárias para a interpretação da combinação dos subsistemas tátil, cutâneo e cinestésico. Conforme Park *et al.* (2016 *apud* KIM; PARK; RYU, 2019),

³ *Graphesthesia* é a capacidade de perceber formas ou símbolos que são produzidos por uma ferramenta pontiaguda ininterruptamente pela pele (GONZALES, 1996 *apud* SZABO; ENIKOV, 2016).

peças com deficiência visual têm por característica iniciar a leitura tátil a partir do lado superior esquerdo em direção ao lado inferior direito, o que torna informações de alta complexidade difíceis de se assimilar. Para Sá; Campos; Silva (2007), este processo de desenvolvimento de codificação de imagens mentais ocorre de maneira particular a cada pessoa, sendo ampliada de acordo com a pluralidade das experiências vivenciadas.

Desta forma, o canal háptico fornece informações emocionais ricas para a interação com o ambiente físico, visto que a codificação abstrata de informações ocorre de forma ágil, requerendo baixa atenção do consciente do indivíduo (BAU; PETREVSKI; MACKAY, 2009). Com isso, propriedades como forma, volume, temperatura, dentre outros, geram sensações táteis importantes para a comunicação, formação de conceitos e de representações mentais (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007; SONNEVELD; SCHIFFERSTEIN, 2008). Assim, é possível que pessoas com deficiência visual, seja ela total ou parcial, se beneficiem da percepção háptica para reconhecer figuras, mapas, diagramas, gráficos, dentre outros elementos (PADILHA, 2015). Desta forma, os recursos empregados às pessoas com deficiência visual propiciam experiências únicas, uma vez que os sentidos podem se complementar (NEVES, 2009).

2.2 SURDOCEGUEIRA

Segundo Nascimento (2006), a surdocegueira refere-se ao comprometimento dos sentidos visual e auditivo, podendo ser associado ou não às áreas física, intelectual, emocional ou de aprendizagem. Isso se deve ao fato de os danos sensoriais serem multiplicativos e não aditivos (TECNEP, 2008; MAIA; ARÁOZ, 2012). Ou seja, a surdocegueira não se dá apenas pela perda da visão e da audição em sua totalidade, mas também pela perda parcial da visão e audição de forma conjunta, que combinadas culminam em extremas dificuldades para a pessoa (MAIA; ARÁOZ, 2012). Deste modo, a surdocegueira é concebida como uma deficiência única, tratada por Lagati (2002) como:

...uma condição que apresenta outras dificuldades além daquelas causadas pela cegueira e pela surdez. O termo hifenizado indica uma condição que somaria as dificuldades da surdez e da cegueira. A palavra sem hífen indicaria uma diferença, uma condição única e o impacto da perda dupla é multiplicativo e não aditivo. (LAGATI, 2002, p. 306)

Nesse sentido, Campos (2003 *apud* SONZA *et al.*, 2013), aborda que a definição engloba a cegueira congênita e a surdez adquirida, a cegueira e surdez congênita, a cegueira e surdez adquirida, bem como baixa visão com surdez congênita ou adquirida.

Conforme Maia e Araújo (2012), o desenvolvimento do surdocego se dá quase que exclusivamente pelo sentido do tato, que oferece informações descontínuas e mais difíceis de serem organizadas. O programa Educação, Tecnologia e Profissionalização para Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais (TECNEP, 2008) segmenta a surdocegueira em dois períodos: pré-linguístico e a pós-linguístico. A surdocegueira pré-linguística engloba as pessoas que ficaram surdocegas antes da aquisição de uma língua, sendo ela oral ou sinalizada. Já a surdocegueira pós-linguística caracteriza as pessoas que ficaram surdocegas após a aquisição de uma língua, sendo ela oral ou sinalizada.

2.3 ACESSIBILIDADE

Prover acessibilidade trata-se de minimizar barreiras que impeçam as pessoas com deficiência de participarem de atividades do cotidiano, sejam elas serviços, produtos e/ou informações (DIAS, 2006).

Segundo Souza *et al.* (2013), seu conceito é dado por marcos históricos. A postura da sociedade em relação às pessoas com deficiência vem se alterando no decorrer do tempo, de acordo com suas culturas, crenças, fatores econômicos, políticos e sociais. Com isto, a acessibilidade passa a ter seu marco partir da Idade Moderna, período em que esforços foram feitos para que pessoas com deficiência pudessem adentrar no mercado de trabalho, culminando com o surgimento de diversos inventos em prol destas pessoas (SONZA *et al.*, 2013).

No Brasil, o advento de centros de reabilitação se deu a partir da década de 60 e tiveram como pressuposto modificar a pessoa com deficiência a fim de adequá-la à sociedade (ARANHA, 2005). Apenas a partir das décadas de 80 e 90, começa a acontecer o processo de aceitação destas pessoas a partir de modificações na sociedade, buscando tornar espaços, produtos e processos disponíveis e acessíveis a todos (ARANHA, 2005).

Atualmente, no Brasil, a acessibilidade é definida por meio de uma ratificação no decreto nº 6.949, artigo 9, item 1. Este tem como base a definição criada pela CPDP da ONU, que trata:

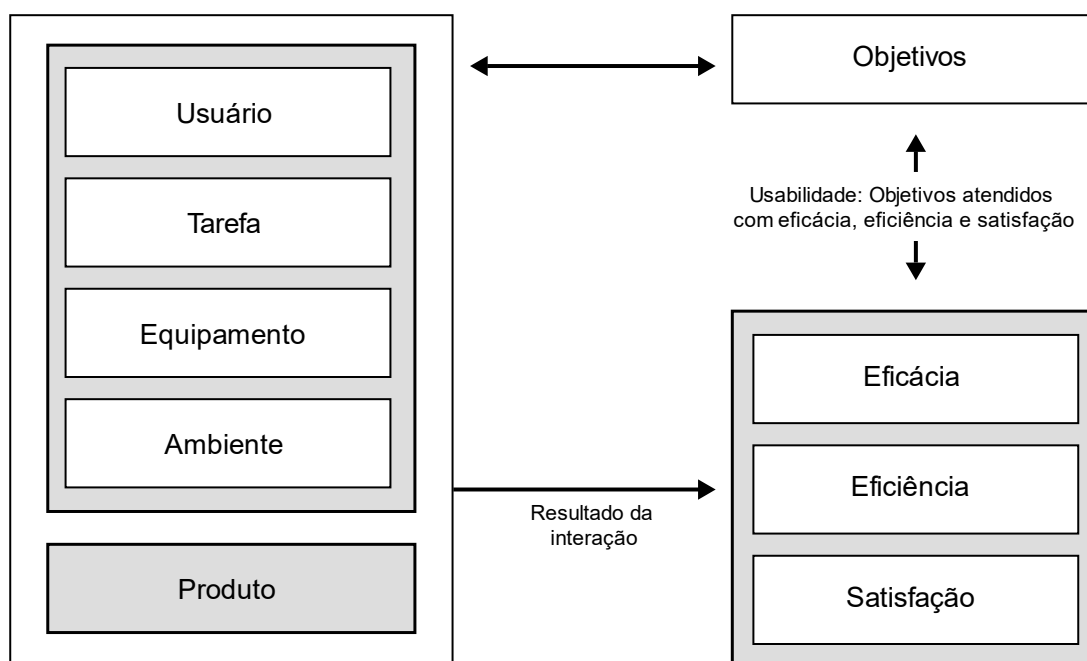
A fim de possibilitar às pessoas com deficiência viver com autonomia e participar plenamente de todos os aspectos da vida, os Estados Partes deverão tomar as medidas apropriadas para assegurar-lhes o acesso, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, ao meio físico, ao transporte, à informação e comunicação, inclusive aos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, bem como a outros serviços e instalações abertos ou propiciados ao público, tanto na zona urbana como na rural (BRASIL, 2009, p. 6).

Desta forma, pode-se compreender a acessibilidade como meio de garantia à condição de utilização segura, autônoma e igualitária de espaços, sistemas, produtos e serviços às pessoas com deficiência.

2.4 USABILIDADE

A usabilidade é considerada um dos critérios de aferição de qualidade quanto à interação com sistemas. O conceito é definido pela ISO 9241 (ABNT, 2011) como a capacidade que um sistema interativo pode oferecer a seu usuário, em um determinado contexto de operação, buscando garantir que os objetivos sejam realizados de forma eficaz, eficiente e satisfatória (Figura 2).

Figura 2: Esquema do conceito de usabilidade.



Fonte: Adaptado de Dias (2006)

Segundo Cybis; Betiol; Faust (2010), a usabilidade tem em sua essência o acordo entre interface, usuário, tarefa e ambiente. Como trata a cartilha de Padrões Web em Governo Eletrônico (e-PWG, 2010), para a usabilidade, o ponto de partida de desenvolvimento se dá no usuário. Seu principal intuito é proporcionar a melhor experiência ao usuário, com base em técnicas e/ou métodos advindos de observação ou opinião de especialistas e/ou usuários (JORDAN, 1998).

Conforme Nielsen (1994), a interface com o usuário em sistemas interativos possibilita a comunicação entre o usuário e o sistema, de modo que o resultado esperado é proporcional ao nível de usabilidade. Assim, para que esse tipo de interface cumpra com o objetivo, se faz necessário que os projetistas tenham conhecimento da estrutura dos processos cognitivos humanos, bem como da distinção de usuários em termos de inteligência, estilos cognitivos e personalidades (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Como frisam os autores, as entradas e saídas do sistema podem ter significâncias diferentes para as pessoas, em virtude do momento e do contexto em que elas se encontram. Assim um sistema interativo é considerado eficaz quando este possibilita que os usuários atinjam seus objetivos (DIAS, 2006).

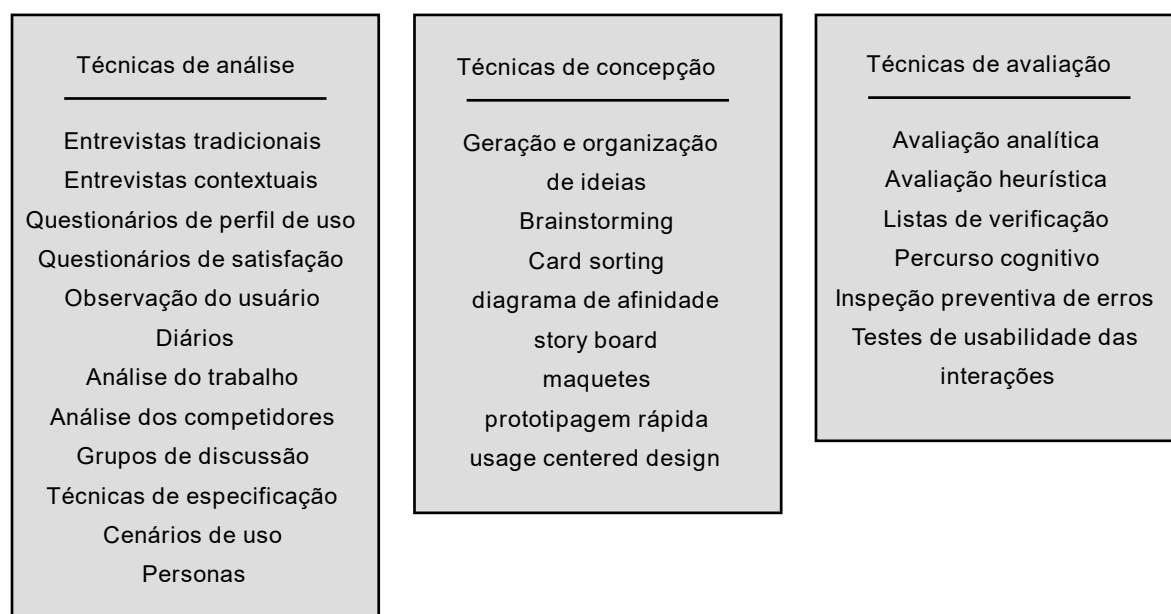
Para tal, Nielsen (1994) estabelece 10 heurísticas de usabilidade para interfaces de sistemas interativos, que podem corroborar a afirmação de Dias (2006), sendo elas: visibilidade do estado do sistema; correspondência entre o sistema e o mundo real; controle e liberdade do usuário; consistência e padronização; prevenção de erros; ajuda aos usuários a reconhecerem, diagnosticarem e se recuperarem de erros; reconhecimento em vez de memorização; flexibilidade e eficiência no uso; design estético e minimalista; ajuda e documentação. Ainda sobre usabilidade de sistemas interativos e do diálogo entre humanos e computadores, também podem ser aplicadas as Regras de Ouro estabelecidas por Shneiderman e Plaisant (2009), sendo elas: prover consistência; fornecer atalhos; fornecer *feedback* informativo; marcar o final de diálogos; fornecer prevenção e manipulação simples de erros; permitir o cancelamento de ações; fornecer controle e iniciativa ao usuário; reduzir a carga de memória de trabalho.

Deste modo, Ferreira e Nunes (2008) discorrem que sistemas orientados para usabilidade devem permitir que a informação flua naturalmente, de modo que a atenção do usuário não seja detida, permitindo que o mesmo se dedique

exclusivamente àquilo que pretende realizar. Assim se faz necessário que o processo de desenvolvimento de projetos orientados à usabilidade sejam centrados no usuário, de maneira que a interface projetada atenda suas necessidades (NORMAN, 1999 *apud* FERREIRA; NUNES, 2008). Como pontua Thieme (2014), a usabilidade e a funcionalidade, estão diretamente relacionadas no que tange o desenvolvimento de interfaces de produto, de modo que, quanto maior for o número de funcionalidades, maior deve ser o grau de assertividade referente à usabilidade.

Com base na abordagem de Cybis; Betiol; Faust (2010), diversas são as técnicas que podem ser empregadas ao longo do processo de projetos com o objetivo de conhecer as necessidades do usuário. Tais práticas estão divididas em três categorias: técnicas de análise, técnicas de concepção e técnicas de avaliação (Figura 3).

Figura 3: Técnicas utilizadas em projetos centrados no usuário



Fonte: Cybis; Betiol; Faust (2010)

No contexto deste trabalho, dentre as técnicas de análise, destacam-se:

- **Entrevistas e questionários:** estas técnicas permitem ao pesquisador, conhecer as experiências, opiniões e preferências dos usuários sob determinado sistema (DIAS, 2006). Conforme Cybis; Betiol; Faust (2010), estas se dão sob um roteiro com tópicos que buscam obter determinada informação dos usuários em questão;

- **Análise de competidores:** técnica que visa identificar previamente pontos fortes e fracos em produtos de competidores, gerando como resultado uma listagem de características desejáveis para o sistema proposto, bem como aspectos desfavoráveis a serem evitados (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010);
- **Especificação de requisitos de usabilidade:** Conforme Cybis; Betiol; Faust (2010), esta técnica aborda a especificação de todos os fatores relacionados ao uso pretendido do sistema em seu contexto. Ainda segundo os autores, esta tem por objetivo definir quem serão os usuários diretos e indiretos; os objetivos e os meios para que se alcance os mesmos; o ambiente técnico, físico e organizacional em que o sistema será operado; os requisitos para a interface e para usabilidade do sistema;
- **Especificação de exigências para usabilidade:** técnica cuja finalidade é estabelecer requisitos quantitativos para a eficácia, eficiência e satisfação de todos os tipos de usuários e tarefas definidos no documento de especificações de contexto de uso evitados (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Ainda conforme os autores, esta pode ser feita por meio de reunião com usuários, desenvolvedores e facilitadores;
- **Grupos de discussões:** segundo Cybis; Betiol; Faust (2010), trata-se de uma reunião informal de usuários interdisciplinares com base em suas opiniões para discussão de novos produtos ou problemas existentes em um produto já consolidado. Conforme os mesmos autores, esta técnica objetiva a obtenção de consenso pelas partes, em torno de uma gama de opiniões acerca do assunto abordado.

Já com relação às técnicas de concepção, podemos elencar:

- **Diagramas de afinidade:** trata-se de uma técnica utilizada para organização de itens em grupos lógicos. Conforme Cybis; Betiol; Faust (2010), aqui projetistas e representantes dos usuários trabalham em conjunto a fim obter consenso sobre a organização dos itens. Os participantes têm a liberdade de dispor os itens em grupos existentes ou

mesmo em novos grupos quando em acordo com os demais. Ainda segundo os autores, têm-se como resultados desta técnica, uma coleção de itens organizados em tópicos acordados entre os participantes;

- **Usage centered design (Projeto de IHC centrado no usuário):** segundo Cybis; Betiol; Faust (2010), trata-se de uma técnica de projeto centrado no uso, onde, as decisões tendem a ser baseadas em análises "objetivas" de modelos de usuários, de tarefas, de conteúdo, de interfaces, dentre outros. Como destacam os autores, nesta técnica, a participação do usuário tende a ser mais seletiva, e as decisões de projeto priorizam a produtividade (eficácia e eficiência) na interação. Com base na abordagem de Cybis; Betiol; Faust (2010), três etapas de modelagem são abordadas: papéis de usuários, o qual apresenta necessidades, interesses, expectativas, comportamentos e/ou responsabilidades específicas em relação ao sistema; casos de tarefas, definidos como narrativas estruturadas e simplificadas (abstratas e livres de detalhes de tecnologia e implementação) da interação realizada pelo usuário por meio do sistema; arquitetura da interface, a qual envolve a definição de estruturas de conteúdo capazes de apoiar os usuários no desempenho de seus papéis nos casos de tarefas definidos no projeto. Essa estrutura é composta de contextos de interação interligados por um modelo de navegação, o qual tende a resultar na realização do projeto detalhado e na implementação da interface;
- **Prototipagem rápida:** pressupõe a implementação de sistemas que simulem com maior fidelidade o resultado almejado, a partir do contexto de operação especificado, resultando assim, em *feedbacks* mais fidedignos com relação aos problemas e vantagens da interface em desenvolvimento (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Ainda segundo os autores, os protótipos podem ser de alta ou baixa fidelidade, sendo os de baixa destinados a aspectos de exploração, e os de alta para aspectos de validação.

Por fim, dentre as técnicas de avaliação, podemos enfatizar:

- **Avaliações analíticas:** segundo Cybis; Betiol; Faust (2010), esta técnica tem por objetivo, verificar questões como a consistência, carga de trabalho e controle do usuário sobre as interações propostas junto a interface. Dentre as formas de emprego desta técnica, destaca-se a *Goals, Operators, Methods and Selections rules (GOMS)*, a qual congrega técnicas de modelagem e análise de tarefas, com o objetivo de prever o tempo das ações físicas e cognitivas associadas à forma correta da realização das tarefas (DIAS, 2006; CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010);
- **Avaliações heurísticas:** técnica que representa um julgamento de valor sobre as qualidades ergonômicas das interfaces humano-computador, resultando em possíveis barreiras a serem enfrentadas por usuários durante sua interação com o sistema (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Neste sentido, esta técnica busca apoiar-se em normas estabelecidas por heurísticas ou padrões de usabilidades, de modo a auxiliar na concepção das interfaces (DIAS, 2006);
- **Testes de usabilidade:** os testes de usabilidade têm como pressuposto constatar problemas que se estabelecem entre a interação do usuário com o sistema, permitindo medir o seu impacto negativo sobre as interações, e identificar suas causas na interface (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Conforme os autores, tais testes podem proporcionar resultados:
 - qualitativos, que se referem ao conhecimento das estratégias aplicadas pelos usuários durante as interações, confirmando ou refutando comportamentos esperados, bem como revelar comportamentos inesperados;
 - quantitativos, classificando e contabilizando a frequência e a duração de indicadores de usabilidade, em termos de eficácia e eficiência dos usuários durante as simulações.

Cabe destacar que o processo de avaliação da usabilidade pode ser realizado em qualquer fase do projeto. Na fase inicial é tido como pressuposto a identificação de parâmetros ou elementos a serem implementados no sistema; na fase intermediária, busca-se validar ou refinar o projeto; na fase final, assegurar que o sistema atenda aos objetivos e necessidades propostos (DIAS, 2006). Segundo Gasparini (2014), a avaliação da usabilidade pode ser aferida por meio de três métricas, sendo estas:

- **Desempenho durante a realização de tarefas:** Grau de conclusão das tarefas, tempo de execução e ocorrência de erros;
- **Satisfação:** Satisfação subjetiva do usuário e correspondência com os objetivos do usuário;
- **Adequações a padrões:** Normas, recomendações, regras, dentre outros.

Conforme Dias (2006), os problemas de usabilidade podem ser classificados de acordo com o tipo de usuário que interage com determinada tarefa. Estes problemas, segundo a autora, podem ser considerados: gerais, quando atingem apenas os usuários inexperientes; avançados, quando comprometem a realização de tarefas executadas por usuários experientes; e especiais, quando atingem grupos específicos de usuários, neste caso, pessoas com deficiência. Assim, a usabilidade é tida como um processo colaborativo e interdisciplinar, tendo seu foco de atenção no usuário.

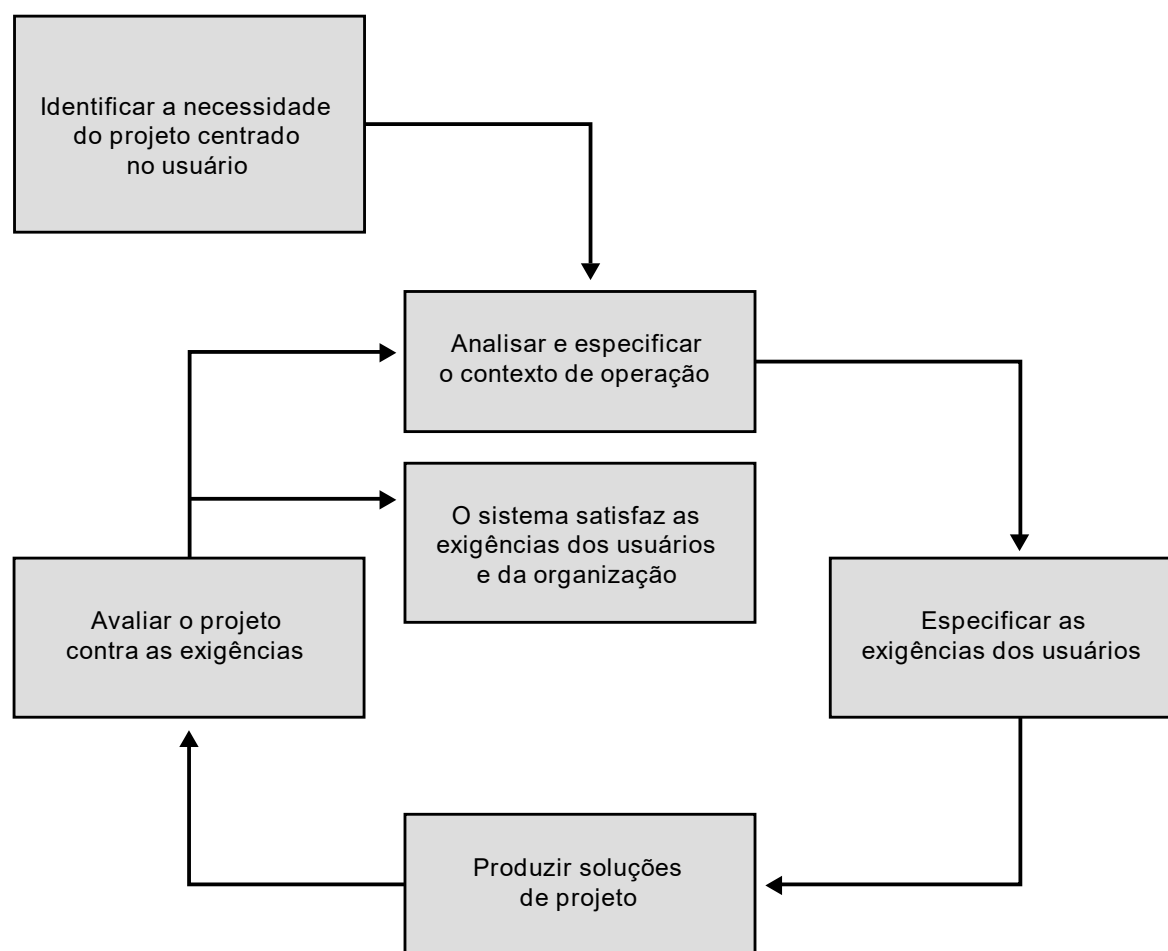
2.5 DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO

Com origem nos anos 1980, o Design Centrado no Usuário (DCU) objetiva enfatizar a participação do usuário no processo de concepção, análises, testes, avaliações e processos de design (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014). Seu paradigma de desenvolvimento (Figura 4) permite a realização de sucessivos ciclos de análise, concepção e testes, com o necessário *feedback* dos resultados ciclo a ciclo. Desta forma, o Design Centrado no Usuário constitui uma metodologia de projeto que infere a participação dos usuários ao longo do processo de desenvolvimento dos produtos (SANTOS, 2013). Como elucidam Ritter; Baxter; Churchill (2014), o processo metodológico tem por característica ser iterativo e

flexível, buscando uma abordagem com ênfase no usuário, de forma que o enfoque nos métodos formais de coleta e especificação de requisitos são mantidos em segundo plano.

Com isso, o design de interação centrado no usuário exige que o *feedback* seja incluído ao longo de todo o processo de *design*, envolvendo-o desde a identificação de suas necessidades até a criação de protótipos e testes finais (HORTON *et al.*, 2017). Isto faz com que os projetos que utilizam desta abordagem atendam melhor às necessidades da população de usuários pretendidos (NIELSEN e LANDAUER, 1993). Tais benefícios se traduzem em sistemas intuitivos, fáceis de aprender e de usar, resultando em produtos de melhor qualidade e fácil aceitação de mercado (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). O que corrobora Wang *et al.* (2009), que enfatiza o uso do Design Centrado no Usuário como uma técnica propícia para o desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva e produtos personalizados.

Figura 4: Projeto centrado no usuário com base na ISO-13407



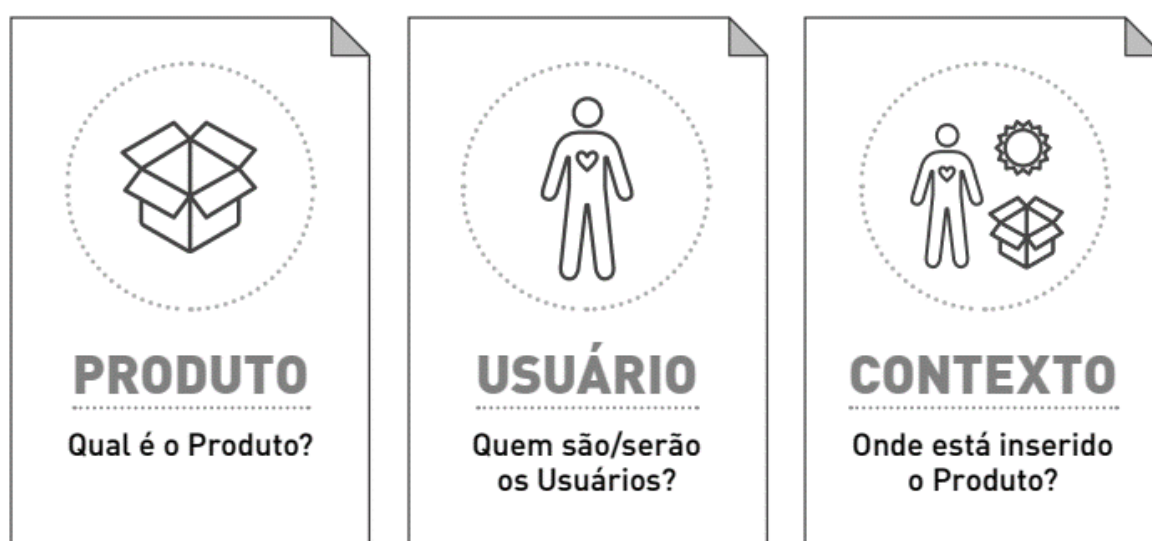
Fonte: Adaptado de Cybis; Betiol; Faust (2010)

Segundo Merino (2016), o projeto centrado no usuário busca tratar das capacidades humanas sensoriais (visão, audição, tato, olfato e paladar), cognitivas (pensamento e comunicação) e motoras (alcance, locomoção e destreza), de forma que, em conjunto com as dimensões temporais (nascemos, crescemos e envelhecemos) e sociais, (aspectos culturais e de contexto) configuram um processo altamente empático.

Como aponta Löbach (2001), o trabalho do *designer* se traduz na busca de uma solução de problema, concretizada em forma de projeto que incorpore características que satisfaçam as necessidades humanas. Segundo Clarkson (2007), essa busca concretiza-se em artefatos desenvolvidos por meio de conhecimentos e capacidades do usuário, em que decisões de projeto acarretam diretamente na interação com o produto, aumentando a acessibilidade e consequentemente a utilidade.

Conforme Merino (2016), durante a prática projetual é comum haver um grande volume de informações, visto que o artefato é projetado para um nicho de usuários em um determinado contexto. Conforme a autora, com base nos Blocos de Referência (Figura 5), é possível escolher técnicas e ferramentas que melhor se adequam ao desenvolvimento do projeto.

Figura 5: Blocos de Referência da GODP



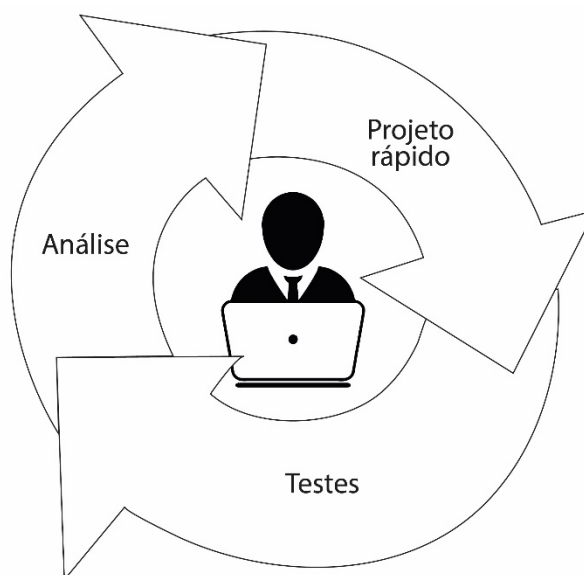
Fonte: Merino (2016)

A norma ISO 9241-210 (ABNT, 2011) propõe que o envolvimento do usuário seja frequente ao longo do projeto, podendo este ser de três formas:

- **Informativo:** quando o usuário é visto como fonte de informação em que, por meio de técnicas de entrevistas, questionários ou da observação, o projetista coleta informações que julgue necessárias para o projeto.
- **Consultivo:** quando o projetista, valendo-se ou não das informações coletadas junto ao usuário, elabora soluções de projeto em que o usuário expressa sua opinião sobre a partir de entrevistas, questionários, *focus groups* e/ou da observação do usuário.
- **Participativo:** quando a organização transfere ao usuário o poder sobre decisões de projeto.

Assim, considerando as afirmativas de Nielsen (1994), enfatizando que “projetista não é usuário” e “usuário não é projetista”, pode-se concluir que o envolvimento do usuário deve se dar de forma combinada. No entanto, Merino (2016) atenta que o desafio não está somente em uma solução baseada em levantamento e análise de informações, mas também por testes, avaliações e validações feitas para usuários reais em um mundo real (Figura 6).

Figura 6: Ciclo de desenvolvimento de projeto centrado no usuário



Fonte: Adaptado de Cybis; Betiol; Faust (2010)

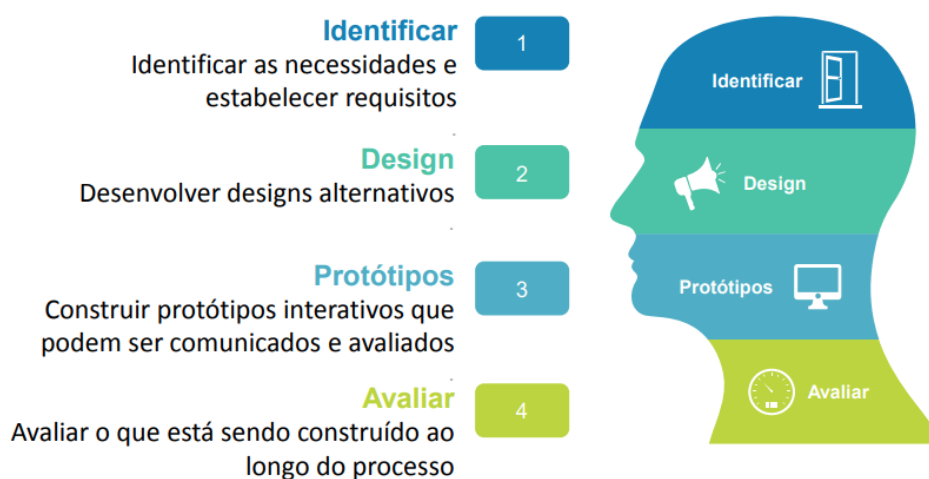
Segundo Merino (2016), dentro do contexto do Projeto Centrado no Usuário, tudo que é projetado gera uma experiência que, de igual forma, pode ser também projetada. Para Löbach (2001), o processo de design envolve tanto a criatividade quanto um meio de solução de problema. Com isso, o *designer* tem em suas mãos o potencial para desenvolver produtos que garantam experiências satisfatórias às pessoas com deficiência, reduzindo os obstáculos enfrentados por esses indivíduos no desenvolvimento de sua capacidade física, psicológica e social (SANTOS, 2013).

2.5.1 Design de interação

Com base no Design Centrado no Usuário, o design de interação surge com a intenção de aperfeiçoar a experiência do usuário, visando o conforto na execução de tarefas de forma que os resultados sejam eficazes (PASSOS, 2010). Desta forma Preece, Rogers e Sharp (2005, p. 28) definem o Design de Interação como: “Design de produtos interativos que fornecem suporte às atividades cotidianas das pessoas, seja no lar, seja no trabalho”.

Desse modo, por intermédio da usabilidade, o design de interação visa redirecionar o foco da função para o usuário, de modo que interações sejam projetadas para serem mais eficazes, agradáveis e fáceis de usar (PREECE, ROGERS e SHARP, 2005). Assim, o processo de design de interação desenvolve-se a partir de quatro etapas, sendo elas: identificar, projetar, prototipar e avaliar (Figura 7).

Figura 7: Processo de design de interação proposto por Preece, Rogers e Sharp.



Preece, Rogers e Sharp (2005), destacam também três características importantes neste processo, sendo:

- **Envolvimento:** usuários devem estar envolvidos no desenvolvimento do projeto;
- **Metas e Usabilidade:** as metas específicas de usabilidade e de experiência do usuário precisam ser identificadas, documentadas e acordadas no início do projeto;
- **Iteração:** a iteração se faz necessária nas quatro atividades.

2.5.2 Design da experiência

Conforme Dewey (2008 *apud* CARDOSO, 2016) a experiência figura-se de forma contínua na interação do indivíduo com o mundo. O que de fato torna a experiência do usuário única, visto que, cada pessoa traz consigo sua própria bagagem de conhecimento e expectativas (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). No campo do *Design*, a experiência geralmente está associada a uma linha de pensamento focada na prática do usuário e na interação sujeito/objeto (MARCONSINI; NOVAES, 2020). O que segundo Cybis; Betiol; Faust, (2010) ancora-se na abordagem de desenvolvimento de projeto centrado no usuário.

Como apontam Cybis; Betiol; Faust (2010), o conceito de experiência do usuário tem seu marco na área de interação humano computador (IHC), cujo objetivo era proporcionar uma visão mais abrangente das relações entre as propriedades funcionais, estéticas e de interação a partir de aspectos físicos, cognitivos e emocionais. De forma clara, a experiência do usuário pode ser definida como: “todo o conjunto de sentimentos e emoções produzidos a partir da interação do usuário com o produto” (DESMET, 2007 *apud* CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010, p. 364).

Segundo Desmet (2007 *apud* CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010), a experiência do usuário se dá pela significância atribuída à experiência estética e às emoções vivenciadas a partir da interação do usuário com o produto. Conceito evidenciado pela ISO 9241-210 que define a experiência do usuário como: "percepções e respostas de uma pessoa que resultam do uso ou uso antecipado de um produto, sistema ou serviço" (ABNT, 2011, p.6).

Como abordado por Cybis; Betiol; Faust (2010), a percepção do usuário com relação ao produto pode ser concebida a partir de diversos fatores, dentre eles: experiências de uso com produtos similares; testemunhos e opiniões de outros usuários; e informações coletadas sobre o produto antes de qualquer contato com o mesmo. Segundo os autores, o procedimento ocorre de forma individual, ou seja, não se trata de um atributo do objeto de interação.

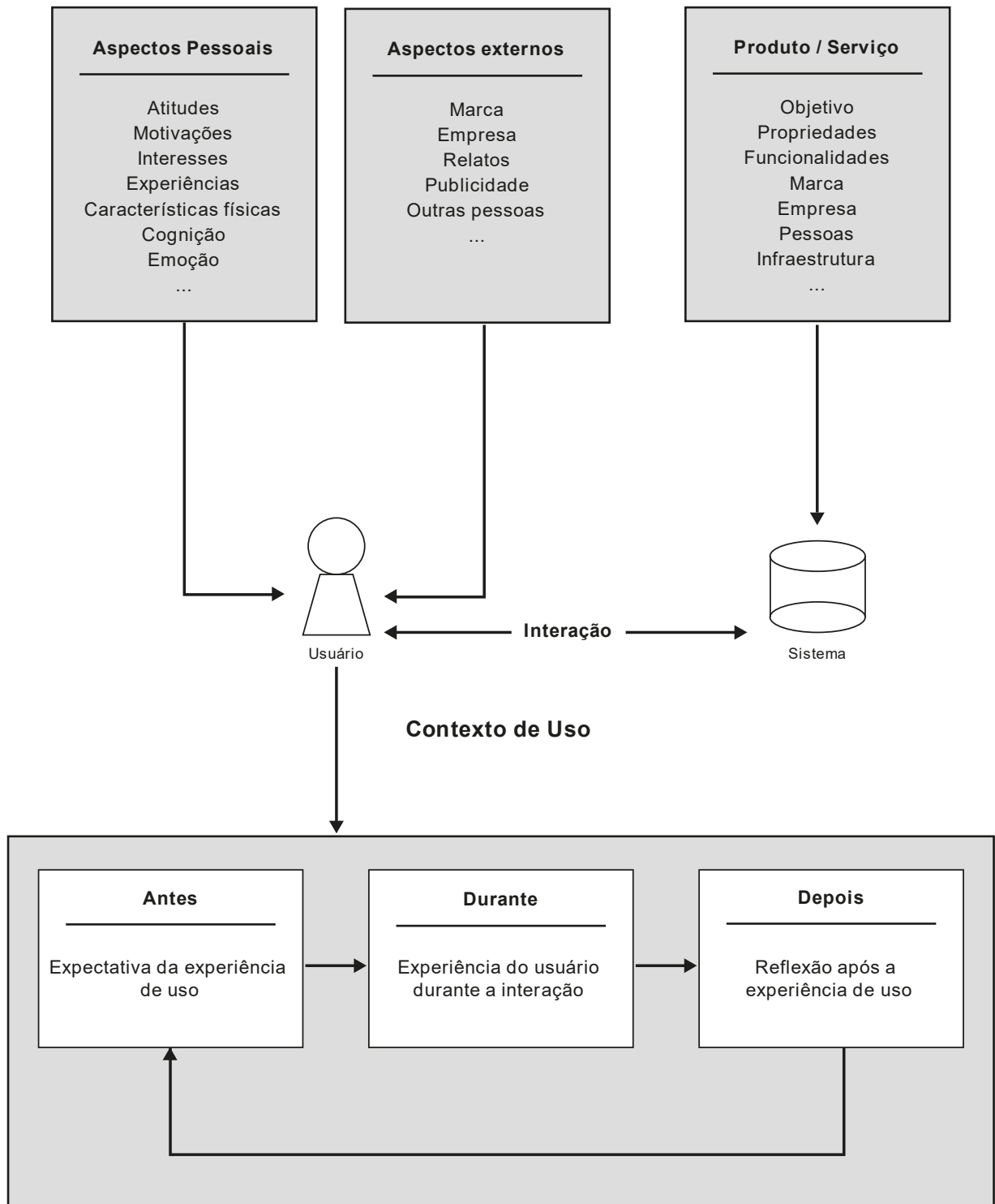
Conforme Ritter; Baxter; Churchill (2014), a experiência do usuário transcende a interface; emoções, crenças, preferências, percepções, respostas físicas e psicológicas, comportamentos e realizações, ou seja, fatores intrínsecos no *design*, podendo ocorrer antes, durante e após a experimentação de um determinado produto. De modo geral, o design da experiência objetiva influenciar as emoções do usuário, seja por meio da manipulação de elementos tangíveis, a fim de controlar qualidades sensoriais, ou pelas formas comportamentais, que buscam estimular determinadas emoções (MILLER, 2002).

Como apontam Cybis; Betiol; Faust (2010), as técnicas tradicionais que permitem mensurar métricas de usabilidade são incorporadas a novos métodos e ferramentas de avaliação, de modo que torna-se possível viabilizar também a aferição das emoções entre usuário e produto. Deste modo, a usabilidade e a engenharia de usabilidade concentram-se nos aspectos relacionados à tarefa tornando-as mais fáceis de usar, eficientes e agradáveis; já a experiência do usuário e o design da experiência, concentram-se em sentimentos, emoções, valores e respostas imediatas e atrasadas dos usuários, refletindo na qualidade da interação. (PASSOS, 2010; RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014).

Neste contexto, Ritter; Baxter; Churchill (2014) destacam três possíveis fatores que influenciam na experiência do usuário: o sistema; o usuário; e suas características, estas relacionadas com o contexto de uso da tecnologia ou do sistema (Figura 8). Em suma, observa-se que esta ocorre de forma individual, a partir de um conjunto de sensações e sentimentos evidenciados pelo usuário, e desencadeados pela interação com o produto/serviço. O que vai ao encontro a afirmação de Cybis; Betiol; Faust (2010), em que, a experiência não se trata apenas de um atributo do objeto de interação, visto que a esta ocorre de diferentes formas em diferentes

momentos. Deste modo, parafraseando Cybis; Betiol; Faust (2010), não projetamos “a” experiência do usuário, mas sim “para” a experiência do usuário.

Figura 8: Esquema geral da experiência do usuário.



Fonte: Adaptado de Cybis; Betiol; Faust (2010)

Conforme Alben (1996 *apud* THIEME, 2014) o contexto de uso é fator imprescindível quando se projeta para experiência. Conforme Löbach (2001), no processo do projeto de produtos é necessário que o *designer* otimize funções, visando assim satisfazer as necessidades de futuros usuários. No entanto, Dias (2006) atenta ao fato de que a experiência do usuário não se relaciona apenas com o sistema, mas também com o contexto ou área do conhecimento em que o sistema é utilizado.

Quando tratamos de pessoas com deficiência visual, um dos principais fatores de desenvolvimento de produtos que proporcionam experiências ricas e agradáveis relaciona-se com a percepção e entendimento da interface do produto (THIEME, 2014). Segundo o autor, o sujeito que nasce com deficiência visual estabelece toda sua relação com os objetos por meio dos sentidos remanescentes, sendo o tato e audição os principais. Assim sendo, a exploração total dos sentidos no design de produto, potencializa a experiência, de modo que estes tornam-se fontes alternativas para o entendimento da interface quanto à interação (THIEME, 2014).

Nessa perspectiva, como abordado por Cardoso, (2016), deve-se considerar parâmetros de projeto adequados para promoção da fruição, buscando subsídios em abordagens com foco no usuário e nos fatores humanos, como o design e emoção e o design universal⁴. Como destacado por Buchenau e Fulton (2000), prover experiência não se resume apenas à criação de um conjunto de ferramentas ou de técnicas formalizadas, mas sim, no desenvolvimento de “atitudes” e “linguagens” que busquem resolver os problemas inerentes de design. Desta forma, por meio da unificação da forma e da função é possível permitir uma interação útil que desperte emoção, resultando assim em uma experiência gratificante ao usuário (FORLIZZI; 1997).

2.5.2.1 Experiência sonora

Conforme Clarkson (2007), há três funções principais da audição a serem consideradas em projetos de *design*: detecção do som, discriminação de discurso e

⁴ O Design Universal trata-se de um processo que viabiliza a criação de produtos comercialmente viáveis, de forma que estes possam ser usados/operados por pessoas com as mais variadas habilidades nas mais diversas: situações, ambientes, condições e circunstâncias (DIAS, 2006). Ainda segundo a autora, entre seus princípios estão: uso equitativo; uso flexível; uso simples e intuitivo; informação perceptível; tolerância ao erro; menor esforço físico; tamanho e espaço para aproximação e uso.

localização do som. Como aponta Ritter; Baxter; Churchill (2014) e Drossos *et al.* (2015), atualmente duas maneiras são comumente empregadas nos sistemas interativos: a saída de voz e o fornecimento de alertas sonoros. Conforme Freitas e Meneguette (2021), estes se dão a partir de sua proveniência narrativa, onde: os sons que provêm do ambiente que os contextualiza são chamados de "sons diegéticos", representados por ícones auditivos (*Auditory Icons*⁵); e os que não provêm deste ambiente são considerados "extra diegéticos" ou "não-diegéticos", podendo ser também representados por ícones auriculares (*Earcons*⁶), ou mesmo, trilhas sonoras e *voice-overs*.

Segundo Ritter; Baxter; Churchill (2014), as saídas de voz geralmente requerem maior processamento do sistema ou espaço de armazenamento se comparados aos alertas sonoros. Isso se dá pelo fato delas poderem transmitir um número maior de informações. Quando se trata de pessoas com deficiência visual, as saídas de voz são consideradas de suma importância, visto que usuários utilizam desses recursos em aplicações, como leitores de tela, para processar o conteúdo exibido em tela (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014). Como apontam Sánchez; Darin; Andrade (2015), no quesito de fornecer uma melhor experiência e empatia ao usuário, é prevalente a utilização de locuções previamente gravadas à síntese da fala⁷.

Já os alertas sonoros são projetados para alertar o usuário sobre situações anormais ou indesejáveis (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014). Eles podem ser usados junto a outros estímulos como meio de reforçar a atenção do usuário. Como apontado por Drossos *et al.* (2015), os ícones auditivos costumam empregar sons reais característicos de situações cotidianas, já os auriculares são constituídos de sons artificiais sintetizados, que podem ser combinados resultando em múltiplos efeitos sonoros. Conforme Ritter; Baxter; Churchill (2014), o design de alertas sonoros

⁵ *Auditory Icons* são efeitos sonoros utilizados para indicar diferentes objetos ou ações (YUAN; FOLMER; HARRIS, 2011). Conforme Drossos et al (2015), estes empregam sons característicos das várias situações do cotidiano, como: toques, passos, paisagem sonora do ambiente, entre outros.

⁶ *Earcons* são estruturas sonoras sintetizadas (um ou mais tons), utilizadas nos jogos digitais, para alertar os jogadores quanto a objetos e eventos, como: radares, sons de interface, dentre outros (PATIKOWSKI 2013; JUNIOR, 2018; YUAN; FOLMER; HARRIS, 2011).

⁷ A síntese de fala, consiste na geração automática de ondas sonoras através da conversão textual em sons da fala elementares (fonemas) (LEM, 2000 *apud* FRANZEN, 2002).

requer maior habilidade por parte do *designer*, visto que o objetivo deste é garantir que os usuários identifiquem o significado do alerta.

No que tange ao emprego da experiência sonora nos jogos digitais, a utilização dos sons como *feedback* sobre as ações do jogador aprimora a imersão e o controle do usuário sobre o jogo (JUNIOR, 2018). Como apontam Sánchez; Darin; Andrade (2015) é comum a combinação entre sons icônicos e os especializados quando se desenvolvem ambientes interativos tridimensionais, tendo o som estéreo como outra opção, presente nas aplicações. Dentre as técnicas utilizadas para aplicações tridimensionais, Atkinson *et al.* (2006); Miller *et al.* (2007); Yuan; Folmer; Harris. (2011) e Araujo *et al.* (2016) destacam o: *AudioQuake*, que utiliza metáforas como meio de indicação de objetos móveis, como por exemplo o radar; *Serialisation*, para o tratamento de prioridades de diferenciação de espaço, tempo e inimigos, e os *Audiolcons*, que adicionam efeitos sonoros para a indicação de trajetos e ações com objetos.

2.5.2.2 Experiência tátil

O sentido tátil é responsável por criar sensações de contato com superfícies do mundo interior e exterior, podendo ser considerado o terceiro sentido mais importante do ser humano, após a visão e a audição (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014).

Como aponta Thieme (2014), a aplicação da experiência tátil pode resultar em diferentes estímulos, divergindo no seu objetivo e percepção. Segundo Batista (2005 *apud* THIEME, 2014), é possível classificar a experiência tátil em dois modos: tato ativo e tato passivo. O tato ativo é o resultado de uma interação desejada e procurada que objetiva comunicação entre o mundo interior e exterior. Já o tato passivo representa as informações recebidas de interações de forma não intencional.

Quando tratamos da interação humano computador, o *feedback* háptico é o responsável pela representação física da força do mundo real (MARTÍNEZ *et al.*, 2014). Conforme Bornschein; Prescher; Weber (2015b), dentre as tecnologias que utilizam esta técnica, encontram-se os *displays* táteis⁸. Conforme os autores, o avanço

⁸ Mais informações acerca dos displays táteis nos Itens 2.6.2 (p. 67) e 2.8.2 (p 89).

tecnológico por trás destas interfaces permitiu que usuários com deficiência visual pudessem acessar conteúdos gráficos digitais de forma dinâmica.

Desta forma, interfaces que fazem uso da experiência tátil podem agir como instrumento às pessoas com deficiência visual, ampliando a percepção acerca de detalhes no ambiente que os cerca (SCHMIDT, 1978). Como aponta Millar (1997), é possível que meios que promovam a experiência tátil atuem também como complemento à audição.

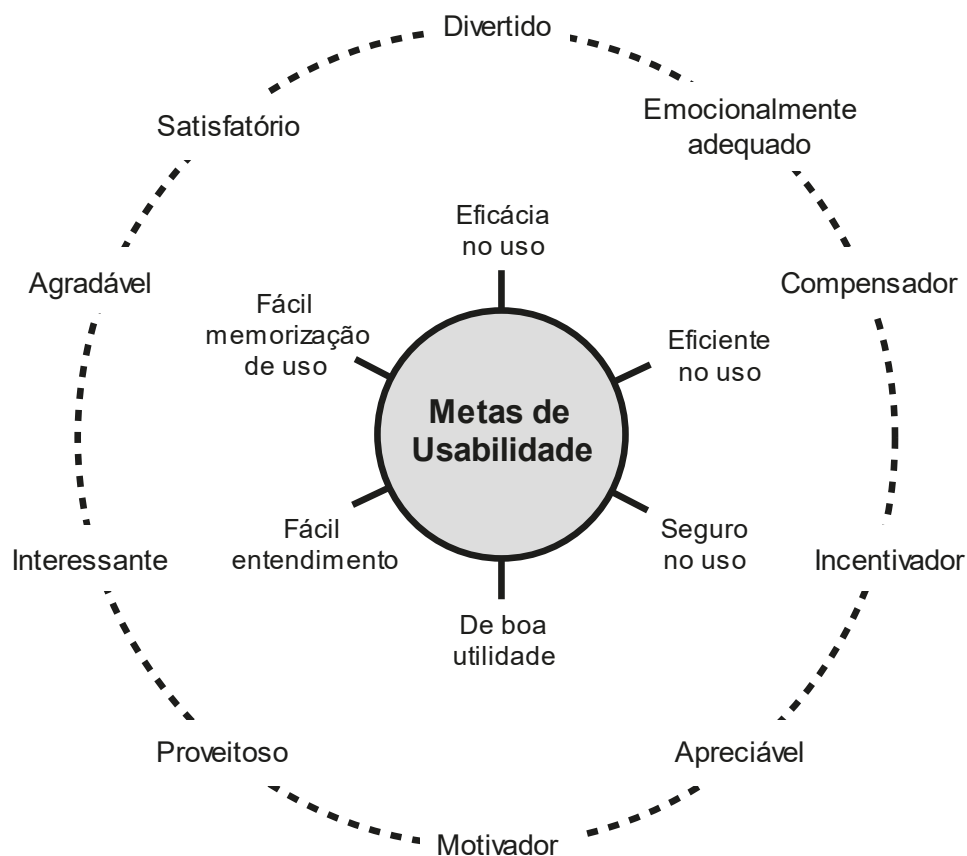
2.5.2.3 Projetando para experiência

Segundo Freire (2009), há uma convenção entre os designers quanto não ser possível projetar uma experiência individual do usuário, mas sim, em interferir no contexto e no produto, projetando situações com as quais os usuários possam interagir e sentir suas experiências. Desta forma, Wenschenk (2011) e Clarkson (2007) elencam três tipos de cargas ou exigências que podem ser realizadas com o usuário quanto à sua interação com o produto/sistema, sendo elas: cognitiva, sensorial e motora.

Como trata Wenschenk (2011), um erro comum entre os *designers* é projetar sistemas que proporcionam uma grande carga de informações ao usuário. Segundo a autora, o cérebro humano processa cerca de 40 mil informações por segundo, sendo apenas 40 destas percebidas pelo cérebro consciente. Desta forma Drudi (2014) aponta que a experiência deve ser projetada com o objetivo de atender a priori necessidades específicas, independente do fator experiencial.

Segundo Preece, Roger e Sharp (2005) um projeto com foco na experiência do usuário deve envolver termos subjetivos. Conforme Gasparini (2014), diferente das metas de usabilidade que são objetivas, um projeto desse tipo deve ser descrito com metas decorrentes da experiência do usuário em relação aos seus sentimentos e emoções (Figura 9). Assim, busca-se evitar aspectos negativos, como experiências tediosas, frustrantes, irritantes, desprazerosas e condescendentes.

Figura 9: Metas decorrentes da experiência do usuário



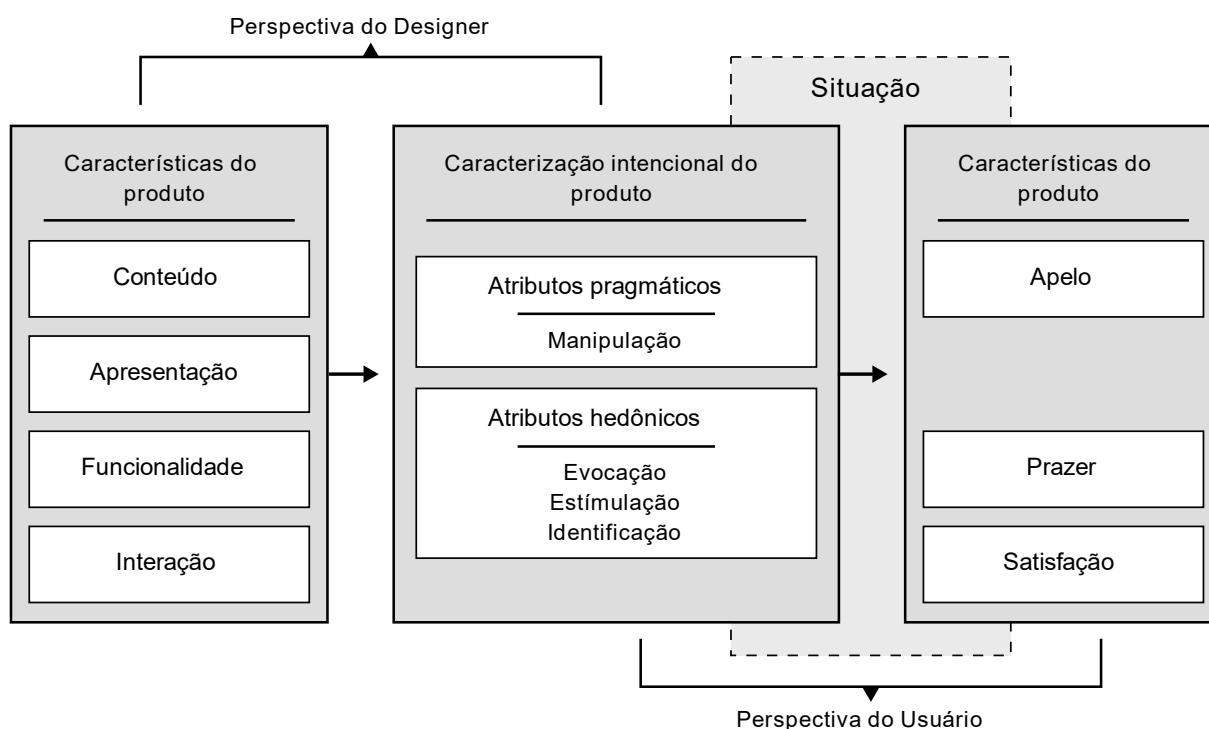
Fonte: Adaptado de Preece, Roger e Sharp (2005)

Preece, Roger e Sharp (2005) destacam ainda a importância do uso de diferentes combinações entre as metas decorrentes da experiência do usuário e as metas de usabilidade, a fim de atender de forma equilibrada as necessidades do usuário. Deste modo, o projeto deve estar alinhado às perspectivas do público a que se destina, visto que o objetivo final não é especificamente o produto ou serviço em si, mas a experiência proporcionada pelo mesmo (DRUDI, 2014). Conforme Kumar (2013 *apud* DRUDI, 2014), o foco no público do projeto resulta em uma clara entrega de valor perceptível, de modo que o resultado do processo concretiza-se em inovação entregue pela experiência.

Assim, pode-se avaliar a experiência do produto/sistema ou serviço de acordo com a percepção do indivíduo sobre os atributos pragmáticos e hedônicos (DRUDI, 2014). Hassenzahl (2004) apresenta um modelo hedônico/pragmático (Figura 10) que relata duas dimensões perceptíveis quanto ao valor atribuído à experiência proporcionada ao usuário, sendo a pragmática, sobre a capacidade de

produtos/serviços realizarem seus objetivos propostos, e a hedônica, quanto à qualificação da realização destas tarefas.

Figura 10: Elementos chave do modelo hedônico - pragmático



Fonte: Adaptado de Hassenzahl (2004)

Conforme pontua Drudi (2014) acerca do modelo de Hassenzahl (2004), a perspectiva do *designer* é inerente ao projeto, enquanto a perspectiva do usuário trata da percepção dos valores envolvidos entre ele e os atributos pragmáticos e hedônicos do produto/serviço. Segundo o autor, é compreensível que a proposta do projeto esteja alinhada às perspectivas do público a que se destina, visto que o objetivo final do projeto não é especificamente o produto ou serviço, mas sim a experiência proporcionada por este.

Deste modo, podem ser avaliadas as particularidades do produto ou serviço no que tange à experiência do usuário a partir das percepções deste sobre os atributos pragmáticos e hedônicos. Dentre os métodos de avaliação, Gasparini (2014) destaca a verificação sem e com participação do usuário, como explana o Quadro 1.

Quadro 1: Métodos de avaliação da experiência

VERIFICAÇÃO SEM PARTICIPAÇÃO DO USUÁRIO	VERIFICAÇÃO COM A PARTICIPAÇÃO DO USUÁRIO
<ul style="list-style-type: none"> • Baseada em Conhecimento: <ul style="list-style-type: none"> ○ Modelos formais e/ou cognitivos (Inspeção Cognitiva); ○ Julgamento do avaliador (Avaliação Heurística); ○ Confrontação com princípios, <i>guidelines</i>, recomendações e normas (Inspeção de Conformidade). • Baseada em Modelos preditivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Baseada na opinião dos usuários sobre a interação; • Baseada em análise de dados comportamentais; • Baseada em experimentos.

Fonte: Gasparini (2014)

Assim sendo, agregar na atividade projetual uma sistematização metodológica que busque contribuir com a experiência sobre produtos e serviços faz com que a entrega da experiência seja de fato relevante ao usuário.

2.5.2.4 Experiência para jogos digitais

Partindo do pressuposto de que um *videogame* abrange todas as experiências computadorizadas a partir de seu principal meio de saída, a exibição em tela, subentende-se que estes são projetados apenas para pessoas com visão (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010; CAPORUSSO; MKRTCHYAN; BADIA, 2010). Esta atribuição se dá pelo fato de que os *videogames* possuem um grau maior de interatividade quando comparados a outras formas de entretenimento (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010).

Isto faz com que os *videogames* requeiram respostas rápidas de seus jogadores, o que conseqüentemente limita o uso de esquemas de codificação complexos, fator recorrente de uma possível incapacidade de distinção por parte do jogador (MORELLI *et al.*, 2010). Como abordam Heron *et al.* (2018), nos *videogames* há um conjunto limitado de periféricos que atuam como interface para o jogo. Tal cenário destaca a necessidade de representações alternativas às pessoas com deficiência visual (CAPORUSSO; MKRTCHYAN; BADIA, 2010).

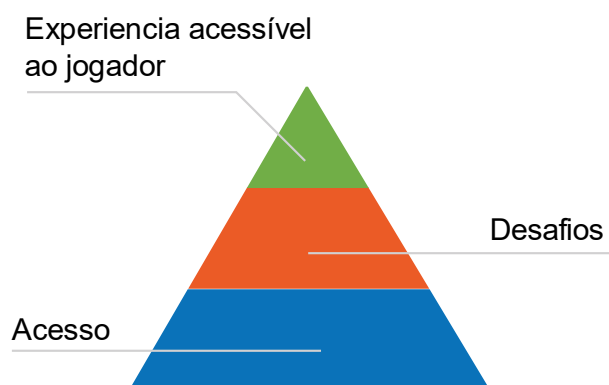
Como aponta AbleGamers Foundation (2018), os jogos possuem relação direta com as experiências que oferecem. Conforme Gal *et al.* (2002), videogames são sistemas implícitos de aprendizagem. Segundo AbleGamers Foundation (2018), é inerente a busca por experiências distintas nos jogos por parte dos jogadores. Desta forma não se torna diferente esta busca por parte dos jogadores com deficiência. Conforme os autores, não basta dar acesso aos controles de seus jogos para que eles possam interagir, mas sim dar-lhes a experiência de vivenciar a ludicidade proposta.

Segundo Cybis; Betiol; Faust (2010), a experiência do usuário quanto aos jogos digitais constitui-se tanto de questões de usabilidade (no que tange ao alcance de metas de forma efetiva), quanto de jogabilidade (relacionadas com o aspecto criativo, desafiador, interessante e prazeroso). Conforme os autores, este equilíbrio é tido a partir da inserção tanto de aspectos interativos (onde o jogador aciona possibilidades e tem respostas distintas dependendo do que acionou), quanto de aspectos passivos (onde a narrativa funcional comunicada pelo jogo experiência o jogador).

De modo geral, o objetivo principal quanto à experiência em jogos digitais se dá através da oferta de desafios de forma equilibrada, a ponto que o ritmo proposto crie engajamento por parte do jogador e, conseqüentemente, prazer e diversão (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010). Segundo Grassioulet (2002), isso é passível a verificação por meio da presença de um ou mais dos seguintes componentes: desafios otimizados; atividades que requeiram atenção completa; objetivos claros; *feedback* claro e consistente quanto ao alcance dos objetivos propostos; atividades que eximam o indivíduo de preocupação e/ou frustração temporariamente; sensação de controle da atividade; inibição de sentimentos de autoconsciência; percepção de alteração do tempo ao longo da atividade.

Quanto à promoção de experiência acessível a jogadores com deficiência, a cartilha *Accessible Player Experiences* (APX), proposta pela AbleGamers Foundation (2018), busca através da segmentação do design acessível (Figura 11), fornecer aos *designers* meios de facilitar o acesso da experiência a jogadores com diferentes tipos de deficiência.

Figura 11: Triângulo APX



Fonte: AbleGamers Foundation (2018), tradução nossa

Em suma, o objetivo do APX é auxiliar o *designer* a pensar sobre o que pode ser feito pelos jogadores com deficiência, ao mesmo tempo em que se produz o jogo desejado (ABLEGAMERS FOUNDATION, 2018). Para tal, a cartilha propõe: 12 padrões de acesso, que fornecem ao *designer*, ferramentas que buscam garantir que o jogador possa ajustar a experiência conforme suas necessidades, além de 10 padrões de design de desafios, que buscam tornar o jogo agradável para todos os jogadores, independentemente de suas habilidades (Quadro 2).

Quadro 2: Padrões propostos pelo triângulo APX

(Continua)

PADRÕES DE DESIGN DE ACESSO		PADRÕES DE DESIGN DE DESAFIO	
SEGUNDO CANAL	Oferecer aos jogadores canais adicionais de informação por meio de diferentes modalidades, para que possam receber informações do jogo ou de suas interfaces de maneira confiável.	INFORMAÇÃO CONSTANTE	Permitir aos jogadores trazer informações de ajuda sobre o jogo ou suas interfaces para que possam revisar e atualizar seus conhecimentos sobre eles.
OPÇÕES DE CONTROLE	Disponibilizar aos jogadores meios para remanejar os controles do jogo para que possam usar efetivamente os controles do jogo ou suas interfaces.	MODERAÇÃO	Disponibilizar meios para que o jogador possa evitar um forte conteúdo emocional a fim de continuar a jogar em um nível moderado de desafio emocional.

Quadro 2: Padrões propostos pelo triângulo APX

(Continuação)

PADRÕES DE DESIGN DE ACESSO		PADRÕES DE DESIGN DE DESAFIO	
INTERFACE PESSOAL	Disponibilizar meios de: mostrar, ocultar, redimensionar, fixar ou reorganizar os componentes da interface do usuário para que possam usá-los com eficácia e eficiência.	AJUDA	Oferecer aos jogadores auxílios para que possam progredir nos desafios apresentados pelo jogo.
PRESERVAÇÃO	Oferecer aos jogadores opções de salvar e reter as configurações de apresentação e controles entre as sessões de jogo, para que não tenham que fazer a configuração em cada sessão de jogo.	TREINAMENTO	Disponibilizar aos jogadores meios de praticar de várias maneiras em seu próprio tempo para que possam adquirir as habilidades necessárias para ter sucesso no jogo.
ENTRADA DE TEXTO FLEXÍVEL	Permitir que os jogadores possam substituir uma interface padrão por uma alternativa quanto à inserção de texto no jogo.	CONTROLE	Permitir que os jogadores reduzam a velocidade, o volume e a variedade de eventos no jogo para que possam progredir com sucesso nos desafios do jogo.
PRECISÃO	Permitir que os jogadores possam ajustar a precisão das ações a fim de direcionar, mover ou navegar com sucesso no jogo ou em suas interfaces.	REGRAS AJUSTÁVEIS	Permitir que os jogadores possam escolher opções para combinar habilidades ou preferências com outros jogadores para que possam jogar em igualdade de condições com os outros.
CONTROLES FLEXÍVEIS	Conceder aos jogadores o poder de substituir um controlador padrão ou dispositivos de entrada por uma peça alternativa de <i>hardware</i> ou <i>software</i> para que possam interagir com o jogo e suas interfaces.	PROGRESSÃO	Oferecer aos jogadores a opção de ignorar parte do jogo para que possa continuar a progredir.

Quadro 2: Padrões propostos pelo triângulo APX

(Conclusão)

PADRÕES DE DESIGN DE ACESSO		PADRÕES DE DESIGN DE DESAFIO	
MONITORES FLEXÍVEIS	Permitir aos jogadores a substituição da tela padrão ou ofertar meios para alterar as configurações da tela para que possam receber as informações apresentadas pelo jogo ou suas interfaces.	MULTIPLAYER	Permitir que os jogadores possam jogar ao lado de outro jogador a fim de cooperar na progressão dos desafios apresentados pelo jogo.
TEXTO LEGÍVEL	Permitir aos jogadores alterar a forma como o texto é apresentado a eles no jogo ou suas interfaces para que possam ser lidos de forma legível.	CONTINUIDADE	Conceder aos jogadores o poder de salvar o progresso no jogo para que não tenham que repetir as seções que apresentam dificuldade muito alta para eles.
FACILITAÇÃO	Permitir aos jogadores reduzir o número de ações na sequência para que possam progredir com sucesso no jogo.	DESAZER REFAZER	Permitir que os jogadores possam confirmar ou reverter escolhas que fizeram no jogo ou em suas interfaces para que possam revisar erros anteriores e o progresso no jogo.
DISTINÇÃO	Conceder aos jogadores o poder de alterar a apresentação das informações para que possam distinguir, atender e usar diferentes elementos de informação no jogo ou em suas interfaces.		
CANAIS LIMPOS	Permitir aos jogadores alterar os atributos das informações nos canais para que possam recebê-las e entendê-las de maneira legível.		

Fonte: AbleGamers Foundation (2018), tradução nossa

Posto isto, cabe ressaltar que os padrões acima apresentados não devem limitar, ou mesmo alterar a experiência pretendida, mas sim fornecer meios de como expandir essa experiência a jogadores com diferentes tipos de limitações.

2.6 TECNOLOGIA ASSISTIVA

A Tecnologia Assistiva (TA), também denominada de “Tecnologia Adaptativa” e/ou “Tecnologia de Apoio”, é uma expressão traduzida do inglês do termo “*Assitive Technology*” (FERREIRA; NUNES, 2008). Segundo Junior (2018), trata-se de uma área do conhecimento de característica interdisciplinar cujo o objetivo é promover funcionalidades relacionadas à atividade e participação de pessoas com deficiência de forma autônoma e inclusiva.

Tavares (2013), complementa identificando a TA como todo recurso ou serviço utilizado para potencializar as habilidades das pessoas com deficiência, bem como para proporcionar autonomia, empoderamento e facilitação à inclusão social. Para tal, estes auxílios englobam: recursos, ferramentas, processos, práticas, produtos, serviços, metodologias e estratégias, cuja finalidade é propiciar independência e sucessivamente maior qualidade de vida às pessoas com deficiência (SONZA *et al.*, 2020).

Segundo Bersch (2017), os recursos de TA estão inseridos em diversas áreas do cotidiano das pessoas com deficiência, auxiliando na comunicação, no controle de ambientes, no processo educacional, nas adaptações em postos de trabalho, na condução de veículos, na realização de atividades de lazer, na execução de tarefas da vida diária dentre outras áreas.

No Brasil, o conceito de Tecnologia Assistiva é evidenciado pela Lei nº 13.146, também conhecida como Lei Brasileira de Inclusão (LBI), a qual menciona, no inciso III de seu Art. 3º que:

[...] tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015, p. 01).

Também tratada pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) como:

[...] uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (CAT, 2007, ATA VII).

Assim, a TA pode ser compreendida como um auxílio à promoção e ampliação de habilidades funcionais deficitárias, que possibilita a realização de funções desejadas, as quais encontram-se impedidas por circunstância de deficiência ou por envelhecimento (BERSH, 2017). Cabe destacar ainda que a Tecnologia Assistiva é vista como o resultado da aplicação de avanços tecnológicos em áreas já estabelecidas (SONZA; SALTON; STRAPAZZON, 2015).

Dentre os recursos de TA, Sonza *et al.* (2020) apontam que não há uma classificação oficial no Brasil, sendo atualmente a estabelecida por Bersch (2017) como a mais difundida no país. Assumindo este pressuposto, para fins de normatização, esta pesquisa adota como classificação dos produtos assistivos aquela estabelecida pelo padrão ISO 9999 (ABNT, 2016, p. 01), que determina como assistivo qualquer produto desenvolvido especialmente para o uso de pessoas com deficiência, seja ele de forma direta ou indireta, digital ou não.

Como abordado por Dias (2006), produtos que promovem acessibilidade de forma direta permitem que um grande número de pessoas com deficiências utilizem do mesmo modo que pessoas sem deficiência, sem custos adicionais ou necessidade de adaptações. Já os produtos que promovem acessibilidade de forma indireta partem de projetos de produtos-padrão com opções de acessórios oferecidos separadamente, em que podem ser acoplados, ou mesmo permitam conexões com interfaces adaptativas de outros fornecedores, a fim de maximizar a compatibilidade e atender a todos os grupos de pessoas com deficiência (DIAS, 2006).

Quando nos referimos aos jogos digitais, a classificação dos recursos apresentados pela ISO 9999 (ABNT, 2016, p. 01) expõe na categoria de produtos de apoio para atividades recreativas e lazer, os dispositivos destinados a jogos, passatempos, esportes e outras atividades. A categoria envolve, além de brinquedos,

produtos de apoio para a realização de esportes, produção fonográfica e fotográfica, bem como produtos de apoio para realização de jogos, tema desta pesquisa.

Cabe ressaltar que, para além dos recursos, a TA abrange também serviços específicos, que incluem: avaliações funcionais de pessoas e ambientes; seleção, adaptação, customização, aplicação, experimentação, manutenção, reparo, substituição ou doação de recursos assistivos; coordenação e uso de terapias; dentre outros (USA, 2004).

2.6.1 Tecnologia Assistiva de baixo custo

Conforme Galvão Filho (2009), há duas denominações específicas dentre os produtos de Tecnologia Assistiva, os de Alta Tecnologia (*high-tech*), e os de Baixa Tecnologia (*low-tech*). Segundo o mesmo, essa diferença não se restringe à quantidade de funcionalidades do produto, ou mesmo quanto a sua eficiência, mas, sim, quanto à sofisticação dos componentes empregados no produto.

Em grande parte dos tipos e graus de deficiências, existem formas simples e de baixo custo que podem melhorar significativamente a acessibilidade e a utilidade dos produtos (DIAS, 2006). Como aborda Galvão Filho (2009):

Mesmo para utilizar um sofisticado software especial de acessibilidade, é possível desenvolver acionadores artesanais simples, baratos, ou mesmo gratuitos, dependendo das necessidades específicas do usuário [...].
(GALVÃO FILHO, 2009, p. 175)

Segundo Sonza *et al.* (2013), isto é possível a partir das Tecnologia Assistiva de Baixo Custo (TABC), que se refere a todo recurso desenvolvido de forma adaptada, com valores acessíveis e que promovam autonomia e melhoria nas atividades da vida diária das pessoas com deficiência. Bersch (2017) complementa ainda destacando que estes recursos são geralmente aqueles equipamentos com pouca sofisticação (*low-tech*), confeccionados ou adaptados de maneira artesanal, ou individualizada, com materiais de baixo custo disponíveis no cotidiano das instituições ou na rotina das pessoas com deficiência. De modo geral, a Tecnologia Assistiva de Baixo Custo é uma linha da Tecnologia Assistiva, onde são desenvolvidos recursos de TA similares aos industrializados, porém de forma manual, personalizada e com um custo mínimo de fabricação e comercialização (SONZA *et al.*, 2013).

Como apontam Sonza *et al.* (2013), o principal objetivo da TABC é promover melhorias na qualidade de vida de pessoas que não possuem condições financeiras para adquirir produtos de TA comerciais. Isso se deve aos valores de comercialização exacerbados, ou mesmo às necessidades de adaptações específicas, as quais não são dispostas nos modelos comerciais (SONZA *et al.*, 2013). Conforme Pawluk *et al.* (2015), um dos principais aspectos a serem considerados na concepção de TABC é a diversidade da população em termos de condição médica, experiência, opiniões, preferências e motivação. Para tal, as práticas de design centradas no usuário são bastante comuns (PAWLUK *et al.*, 2015).

Conforme apontam os autores, o processo inclui determinação das necessidades dos usuários por meio de grupos focais, estudos de etnografia, pesquisas de preferências, experimentos com atributos e outros métodos de coleta de dados, além da consideração de questões de design universal e usabilidade de protótipos e produto final. Conforme Kronbauer e Neris (2014), realizar designs inclusivos, não significa apenas restringir-se à aplicação de normas técnicas, mas sim, contemplar efetivamente a participação dos usuários nas definições das soluções propostas. Com isso, a Tecnologia Assistiva de Baixo Custo rompe barreiras impostas pela sociedade oferecendo igualdade e dignidade às classes menos favorecidas.

2.6.2 Tecnologias digitais destinadas às pessoas com deficiência visual

De acordo com Sonza (2008), o crescente desenvolvimento de tecnologias da informação vem contribuindo para a democratização da utilização dos espaços virtuais, conceito este evidenciado por Lévy (1998) como ágoras virtuais – espaços interativos, que podem ser forjados e otimizados pelas tecnologias da informação.

Como aponta Lévy (1998 *apud* SONZA, 2008) a disseminação da utilização dos computadores pessoais no final da década de oitenta tem possibilitado o apoio a processos educativos mais interativos, o uso otimizado e mais reflexivo da informação, a comunicação e as trocas sociocognitivas entre usuários, bem como a viabilização da construção de aportes às especificidades de cada usuário. Fatores estes que, atrelados aos avanços tecnológicos e à facilitação de acesso a esses avanços no mercado, vêm contribuindo para que as tecnologias digitais destinadas às pessoas com deficiência viessem a se tornar o que são hoje (SONZA, 2008; HORTON *et al.*, 2017). Com isso, as pessoas com deficiência visual podem se beneficiar de recursos

de TA como os sintetizadores de fala e telas atualizáveis em Braille, como forma de visualizar e interpretar informações expostas nas telas dos computadores (ARCHAMBAULT *et al.*, 2007; FERREIRA; NUNES, 2008).

Um dos principais *softwares* com o propósito de renderizar informações digitais em síntese de voz ou Braille são os denominados leitores de tela. Conforme Sonza *et al.* (2020), estes são utilizados principalmente por pessoas cegas para uso do computador ou celular. Por meio de uma varredura nas informações impressas na tela do computador, eles captam e interpretam o código relacionado, transformando informações digitais em fala (FERREIRA; NUNES, 2008). Ainda, os leitores de tela permitem que vozes, velocidades e outras configurações sejam personalizadas de acordo com as preferências do usuário (ARCHAMBAULT *et al.*, 2007). Dentre os *softwares* leitores de tela existentes, Sonza *et al.* (2020) destacam: NVDA, Virtual Vision e Jaws, para o sistema operacional Windows; Voice Over, para MacOS e iOS; Orca, para Linux e TalkBack para Android.

O display Braille, também conhecido como linha Braille, é outro recurso de TA utilizado por pessoas com deficiência visual e surdocegueira como interface com o computador. Em sincronia com *software* leitor de tela, ele é encarregado de exibir dinamicamente, através da movimentação de pinos, informações presentes na tela do computador traduzidas para representação de caracteres Braille (ARCHAMBAULT *et al.*, 2007; SONZA *et al.* 2020). Trata-se de um sistema eletromecânico disposto por células horizontais, onde cada célula comporta seis pontos, duas colunas e três linhas no sistema brasileiro e oito pontos, duas colunas e quatro linhas no sistema internacional (KUNZLER; RIBEIRO, 2020). Além da interface de saída, a linha Braille dispõe de diversos botões que permitem ao usuário a entrada de dados no sistema, possibilitando a sua interação com o computador (KUNZLER; RIBEIRO, 2020).

Segundo Kunzler; Ribeiro (2020), as linhas Braille podem possuir dimensões que vão desde uma única célula, até linhas com 80 células, tendo esta variação como influência direta em seu valor. Como apontam os autores, grande parte destes recursos no Brasil são de origem estrangeira, o que acarreta uma significância maior na relação de seu custo.

Similar à linha Braille, as telas gráficas táteis utilizam o mesmo sistema de pinos, porém, a representação gráfica ocorre de forma matricial (ARCHAMBAULT *et*

al., 2007). Como apontam Kunzler; Ribeiro (2020), estes dispositivos proporcionam informações em relevo ao usuário, permitindo que, através do tato, pessoas com deficiência visual identifiquem gráficos digitais de maneira física. Ou seja, comparado à linha Braille, as telas gráficas táteis são capazes de exibir muito mais informações simultaneamente.

Convém destacar que, dentre os recursos de TA utilizados como interface com o computador por pessoas com deficiência visual, inclui-se também os dispositivos hápticos. Em conjunto, eles representam uma variedade de aparatos, como *joysticks*, *gamepads*, telas sensíveis ao toque e os dispositivos hápticos *Phantom®* (ARCHAMBAULT *et al.*, 2007). Há também uma gama de programas ampliadores de tela, que não só aumentam o tamanho do conteúdo, mas também propiciam opções de personalização e combinações específicas de cores de texto e fundo de página a fim de facilitar a leitura (FERREIRA; NUNES, 2008).

Diante do exposto, cabe destacar que diversas são as tecnologias digitais as quais pessoas com deficiência visual podem se apropriar para facilitar suas atividades. No entanto, não se trata apenas única e exclusivamente do benefício a pessoas com deficiência visual. Segundo Horton *et al.* (2017), o desenvolvimento de tecnologias assistivas também oferece inúmeros benefícios a indivíduos que não possuem deficiência visual, de modo a fornecer estratégias inovadoras quanto ao acesso de fontes complexas de informações com mais eficiência e eficácia.

2.7 JOGOS DIGITAIS

Como abordado por Cybis; Betiol; Faust (2010) os *videogames* têm seu marco inicial na década de sessenta, no ambiente das universidades americanas, em que jogos como *Space War*, criado por Steve Russell e *Pong*, de Nolan Bushnell, deram origem aos primeiros jogos comerciais. A partir da década de 1970, empresas como a Fairchild Semiconductor e Atari deram saltos significativos na indústria de jogos, introduzindo *consoles* que permitiam a troca de cartuchos de jogos como o *Fairchild Channel F* e o Atari 2600 (CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010; MONTEIRO, 2012).

Recentemente, com o advento tecnológico das últimas décadas, novas culturas, como a Cibercultura, vêm imergindo (COELHO, 2014). Desta forma, em um curto espaço de tempo, a vida da população vem modificando-se substancialmente.

Conforme Bürdek (2010), a passagem do analógico para o digital não se limita apenas à tecnologia, e sim a uma verdadeira revolução cultural. Isso vem refletindo diretamente na comunicação e relacionamento de crianças e adolescentes. Segundo Stevens (2011), a evolução da interação na área do entretenimento faz com que as tecnologias de imersão sejam cada vez mais empregadas, possibilitando ao usuário interações especiais, seja ludicamente ou fisicamente, permitindo-os mover objetos e adentrar mundos virtuais. Atualmente, a indústria de *videogames* é considerada a mais rentável na área de entretenimento mundial, ultrapassando a indústria do cinema quanto ao faturamento, movimentando mais de US\$ 120 bilhões no ano de 2019 (PEREIRA, 2020).

Através do jogo é possível desconectarmos nossa mente do mundo real, e evadir para uma nova atmosfera lúdica e desafiadora (HUIZINGA, 2019). Segundo o autor, o ato de jogar presume a cultura instaurada na sociedade humana, podendo ser observado nas brincadeiras dos animais, elementos essenciais do jogo. Com origem no vocabulário latino, a palavra *Ludus* (Jogar) contempla em seu significado conceitos que corroboram com as ideias de Huizinga (2019), como a diversão e a brincadeira (LEITÃO, 2008).

Ainda de acordo com Huizinga (2019), o jogo pode ser conceituado como:

[...] uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida cotidiana". (HUIZINGA, 2019, p. 24)

Tal definição dialoga com a de Schell (2019), que trata o ato de jogar como uma atividade de abordagem recreativa, que objetiva solucionar problemas. Para o autor, o jogo traz em sua essência características como intenção, objetivos, conflitos, regras, vitórias, derrotas, desafios, valores, motivação e engajamento, além de propiciar a criação de sistemas formais e fechados. Em suma, o jogo pode ser definido como uma atividade lúdica formada por ações e decisões que resultam numa condição final (SCHUYTEMA, 2013).

Quando se trata de jogos digitais, diferente de *softwares*, aplicativos ou sites, predomina a ideia de que eles carregam em si um alto grau de interação, fornecendo ao jogador um nível diferente de imersão com um mundo digital representado

(PATIKOWSKI, 2013). Desta forma, o jogo digital é tido como uma interface em que uma ou mais cargas são propositadamente elevadas, a fim de proporcionar maiores desafios aos jogadores (THIEME, 2014). Dentre estas cargas, pode-se mencionar as cognitivas, que pressupõem que o jogador descubra o que está acontecendo no mundo do jogo; cargas visuais, que desafiam o jogador a encontrar itens na tela; cargas motoras, que se dão por meio de dispositivos como teclado ou mouse e/ou mesmo o uso de cargas simultâneas (THIEME, 2014).

Essas interações só são possíveis graças aos avanços tecnológicos das últimas quatro décadas, em que computadores e *videogames* foram introduzidos massivamente no cotidiano das pessoas. Como traz Zanolla (2007), o estopim do jogo digital tem seu surgimento nos Estados Unidos no ano de 1958, durante a Guerra Fria, com objetivo de apresentar à população os avanços tecnológicos.

Segundo Patikowski (2013), a experiência favoreceu o entretenimento interativo. Isso tudo vem fazendo com que a evolução dos *videogames* seja marcada não apenas pelo aumento da capacidade de processamento, mas também pelas mudanças na forma de interação. Interfaces, que até então eram limitadas a botões, hoje dividem espaço com tecnologias de mapeamento corporal, projeções de realidade virtual e aumentada, dentre outras.

Com isso, os jogos digitais passaram a ter potencial de transpor recursos que corroboram com a formação de estruturas mentais, necessárias para a utilização de outras tecnologias presentes no dia a dia das pessoas (PATIKOWSKI, 2013). Assim como no jogo tradicional, o jogo digital promove o desenvolvimento cognitivo, na medida em que possibilita a aquisição de informações (ROSADO, 2006).

Para Petry (2016), os jogos digitais trazem consigo características intrínsecas como liberdade, regras, produção de um estado de ânimo, capacidade de modificação de regras, existência de elementos antagônicos que estimulem o jogador a superá-las, objetivos, circunscrição de pontos de partidas e final e a possibilidade de tomada de decisões por parte do jogador. Segundo Battaiola (2000), tais noções são empregadas junto ao enredo, motor e interface. Neste sentido, enredo pode ser compreendido como o responsável por determinar o tema, a trama, os objetivos e a sequência de acontecimentos decorrentes do jogo. Já o motor tem a função de gerenciar as reações do ambiente, baseadas em ações e decisões do jogador. E, por

fim, a interface permite a comunicação entre o jogador e o motor, fornecendo *feedback* de suas ações por meio de sinais de entrada e saída.

Desta forma, é possível que jogos digitais se diferenciem uns dos outros, podendo ser categorizados de diversas formas. Segundo Lucchese; Ribeiro (2012), eles podem ser cooperativos ou não cooperativos, estáticos (simultâneos) ou dinâmicos (sequenciais) e com informação perfeita ou imperfeita. Além disso, a teoria de jogos determina que estes sistemas possam ser matematicamente representados na forma de um conjunto de jogadores, estratégias, estados e valores (LUCCHESE; RIBEIRO, 2012).

2.7.1 Taxonomia dos jogos digitais

Conforme Pillon (2015), a classificação dos jogos digitais em gêneros e subgêneros não se dá apenas como meio de facilitar a decisão de compra, mas também como uma forma de segmentar o mercado de acordo com as necessidades e preferências dos usuários. Conforme aponta Edge (2012 *apud* PILLON, 2015), trata-se de uma abordagem baseada na psicologia denominada "estratégia de escolha compensatória", em que o comprador pode considerar apenas um critério para compensar o déficit de outro, neste caso o gênero do jogo.

Para Finney (2005), diversas são as maneiras de categorizar gêneros de jogos, seja através de recursos ou estilo. Finney (2005) também ressalta que, embora alguns jogos não se encaixem em determinados gêneros, eles podem vir a ser combinados com outros gêneros ou até resultar na criação de um novo.

Uma pesquisa realizada por Westin (2005), aborda um levantamento feito junto a 20 desenvolvedores, a fim de elencar os principais gêneros de jogos que disponibilizam algum recurso que favoreça a acessibilidade. Dentre os resultados, é possível observar uma tendência aos gêneros de ação, seguidos de esportes (jogos de luta e corrida), aventura, *puzzles*, estratégia e RPG. Outro ponto apresentado pelo autor, é a falta de promoção de acessibilidade em gêneros como o de simulação, onde o mesmo discorre quanto à complexidade que estes jogos apresentam.

Desta forma, para melhores esclarecimentos, os itens abaixo apresentam os principais gêneros de jogos digitais recorrentes nas literaturas, sendo: Ação, Aventura,

Esportes, Estratégia, Puzzles, *Role Play Games* (RPG), *Multiplayer*, MODS e Simuladores.

2.7.1.1 Ação

Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação. Com isso, a exigência de aderência maior da física do mundo real é requisito deste gênero de jogo, garantindo equilíbrio entre a imersão e o *gameplay* (SHELDON, 2017). Outra característica apontada por Sheldon (2017) é de que, geralmente, jogadores não possuem acesso a todo cenário de forma imediata. Assim como no cinema, o escopo é reduzido para a cena atual do *gameplay*.

Jogos de ação exigem maior ritmo do jogador do que os demais gêneros, logo, elementos de jogo como armas, munição, kits de primeiros socorros dentre outros, convencionalmente surgem automaticamente ao longo do cenário (SHELDON, 2017). O autor também destaca que este gênero de jogo pode apresentar duas formas distintas de *gameplay*, tendo o jogador no controle de um único personagem, ou mesmo de um esquadrão.

Com isso, Finney (2005) destaca que os jogos mais populares neste gênero são os PPOV (*First Person Point of View*), onde o jogo é executado através dos olhos de seu personagem, e este, comumente, está em posse de uma arma, assim como seus oponentes.

2.7.1.2 Aventura

Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005). Por este motivo, Sheldon (2017) destaca que este gênero enquadra-se com maior facilidade em *videogames* portáteis ou mesmo smartphones.

Finney (2005) também aborda que os jogos de aventura são fortemente baseados em histórias lineares com objetivos progressivos, em que é necessário que o jogador encontre caminhos para realização de tarefas que o levam a um próximo desafio. Como aponta Sheldon (2017), isso faz com que jogos de aventura sigam um

ritmo de jogo vagaroso, favorecendo assim a resolução dos problemas propostos ao jogador.

Segundo Sheldon (2017), os jogos de aventura oferecem maiores oportunidades para narrativas de histórias. Esse fator faz com que no decorrer da história, o jogador se desenvolva, tornando-se capaz de prever desafios e, conseqüentemente, antecipando a realização de escolhas durante o jogo por meio de seu raciocínio lógico (BATTAIOLA, 2000).

2.7.1.3 Esportes

Considerado uma variação da classe simuladora, este gênero é conhecido por representar, em sua maioria, esportes existentes no mundo real. Conforme aponta Finney (2005), em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe.

2.7.1.4 Estratégia

Segundo Sheldon (2017), os primeiros jogos de estratégia não iniciavam a partir da narrativa de uma história, mas sim diretamente ao *gameplay*. Com o passar dos anos, com base nos demais gêneros, contextos começaram a ser empregados nas missões propostas (SHELDON, 2017). Como versa Finney (2005), esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (*Real Time Strategy*), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (*Turn Based Strategy*), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos. Há também jogos de estratégia baseados em eventos sociais, econômicos e políticos (FINNEY, 2005).

2.7.1.5 Puzzles

Os jogos do gênero labirintos e quebra-cabeças, do inglês *Maze* e *Puzzle*, são conhecidos por sua semelhança com a resolução de desafios. Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo *Maze*, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo *Puzzle* os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).

2.7.1.6 RPG (*Role Play Games*)

Segundo Finney (2005), o gênero RPG descende dos conhecidos jogos de mesa como "*Dungeons & Dragons*", que utilizavam livros, tabuleiros, dados, papel e

caneta como artefatos do jogo. Como elucida Sheldon (2017), o gênero de RPG, assim como o de aventura, foram os precursores do uso de narrativas em seu *gameplay*. Com isso, os RPGs computacionais utilizam histórias, do mesmo modo que costumam ser conduzidos em mesas de RPG. No entanto, a limitação é não ter reações do mestre ao longo do *gameplay* (SHELDON, 2017).

Como aponta Battaiola (2000), o RPG é o tipo de jogo que consiste em uma ambientação contextual e tem por objetivo recriar esta imersão de forma digital. Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).

Sheldon (2017) complementa abordando que estes jogos costumam ter mecânicas baseadas em habilidades e traços de caráter do personagem, bem como a utilização de inventários para armazenamento de itens de jogo. Também é característica de RPGs atuais não haver limitações geográficas quanto ao ambiente do jogo, tendo como fator de exploração as habilidades adquiridas pelo jogador para sobrevivência em determinada parte do cenário.

2.7.1.7 Multijogador

Como aborda Sheldon (2017), muitos são os gêneros de jogos que propiciam múltiplos jogadores simultâneos, dentre os mais comuns destacam-se os de ação, estratégia e RPGs. Os jogos *multiplayer*, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online ou em rede (SHELDON, 2017). A diferença entre os dois modos de jogo está no fato de que, nos jogos *multiplayer* cooperativos, os jogadores trabalham em conjunto e, no modo competitivo, ambos se desafiam (SHELDON, 2017).

Esse fator, segundo Sheldon (2017), faz com que personagens, antes controlados por computadores passem a ser ocupados por pessoas reais, criando experiências simultâneas de encontros e/ou reviravoltas no enredo do jogo. Isso permite aos jogadores explorar alternativas diversas quanto às histórias e *gameplay*, algo que não é possível em jogos *single-player*.

2.7.1.8 MODS

MODS é a nomenclatura dada a *softwares* de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017). Segundo este mesmo autor, estes *softwares* ocupam um lugar específico na indústria de jogos, visto que possibilitam a seus jogadores construir novos níveis de seu jogo favorito a partir de recursos fornecidos pelo próprio desenvolvedor. Fator que culmina de forma excelente na formação de jovens roteiristas e *designers* de *games* (SHELDON, 2017). Um exemplo disso, são os jogos: Counter-Strike, Dota e Mario Maker.

Como aponta Sheldon (2017), estes *softwares* de modificação geralmente são de fácil utilização e consistem em menus intuitivos de construção. Além de que, muitos destes, oferecem sustentação em linguagens de programação estruturadas, consideradas de mais fácil compreensão que as tradicionais utilizadas na programação de jogos, como C e C++ (SHELDON, 2017).

2.7.1.9 Simuladores

Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005). Enquanto funções e controles são suprimidos em gêneros como o de ação, nos simuladores estes são modelados para que sejam precisos (SHELDON, 2017). Segundo Finney (2005), os simuladores geralmente exigem dispositivos de entrada e controladores específicos como joysticks. Outro ponto abordado por Sheldon (2017) é a escassez de elementos narrativos neste gênero.

Para Battaiola (2000), estes jogos possuem níveis de complexibilidade variável, em razão a quantidade de ações necessárias na sua jogabilidade. O que de fato contempla o público de usuários mais velhos, que geralmente orgulham-se de suas habilidades na simulação (SHELDON, 2017).

2.7.2 Desenvolvimento de jogos digitais

Segundo Lopes (2010), o processo de desenvolvimento de jogos digitais relaciona-se estreitamente aos processos de desenvolvimento artístico, onde ambos envolvem processos de concepção, produção e acabamento. Características estas intrínsecas no mercado de produção de jogos digitais, onde há predominância de

profissionais multifacetados, ou seja, profissionais que contribuem nos mais diversos segmentos da produção de jogos, como: design, programação, áudio, entre outros (PILOTI, 2017). Conforme Perucia *et. al* (2007), dentre os profissionais que ocupem cargos específicos no setor de desenvolvimento de jogos digitais é possível elencar:

- Programadores: encarregados quanto ao desenvolvimento de mecânicas do jogo, técnicas de inteligência artificial, computação gráfica, interação, dentre outros.
- Artistas: responsáveis pela concepção da arte do jogo, sejam, texturas, ilustrações, personagens ou animações.
- Designers de níveis: responsáveis pelo planejamento das fases do jogo, estruturando desafios e surpresas ao jogador.
- Game Designers: responsáveis pela produção completa dos jogos digitais, desde as fases de elaboração dos projetos (*design document*), criação de ideias à concepção do jogo.
- Planejadores de software e arquitetos chefe: responsáveis por dividir o projeto do jogo em conjuntos de requisitos, estes avaliados perante o grau de dificuldade e o tempo necessário.
- Gerentes de projeto: responsáveis por gerenciar as tarefas geradas pelo planejador de software e arquiteto-chefe, mantendo o projeto em um bom fluxo e organizado.
- Músicos e sonoplastas: responsáveis pela composição de trilhas sonoras, efeitos especiais e vozes para os jogos.
- Testadores, responsáveis por encontrar falhas e erros ocorridos no jogo.

2.7.3 Acessibilidade em jogos digitais

Segundo Patikowski (2013), os jogos digitais têm sido considerados de grande importância na questão cultural e na qualidade de vida das pessoas. No entanto, apesar do grande avanço que vem se sucedendo na indústria de jogos digitais, ainda

se mostra notável a escassez de recursos acessíveis às pessoas com deficiência (PINHEIRO, 2017). Como elucida Archambault:

[...] a grande maioria dos jogos de computador é totalmente inacessível para usuários cegos, bem como para a maioria de usuários com visão parcial, e mesmo para pessoas com uma grande variedade de deficiências (ARCHAMBAULT *et al.*, 2007, p. 6, tradução nossa, grifo nosso).

Como abordam Morelli *et al.* (2010) o ato de jogar *videogames* ainda é um desafio para jogadores com deficiência. Essas dificuldades estão ligadas diretamente aos problemas de percepção dos jogadores, além das limitações de suas habilidades mentais ou motoras (SEPCHAT *et al.*, 2006). Segundo Morelli *et al.* (2010), por se tratarem de interfaces que fornecem predominantemente o estímulo visual, recursos de tecnologia assistiva são praticamente escassos. De acordo com Yuan; Folmer (2008), a maior parte dos recursos de interação e orientação fornecidos pelos jogos digitais limitam-se a elementos gráficos.

Essa é a principal razão para que muitas pessoas sejam excluídas do mundo dos jogos digitais, em especial as pessoas com deficiência visual. Como aponta Patikowski (2013), as pessoas com deficiência visual são reconhecidamente as mais excluídas do universo dos jogos digitais.

Ainda que mecanismos como alteração da resolução, ajustes de volumes, ativação de legendas e remapeamento dos controles representem um espaço importante na promoção de um design inclusivo nos jogos digitais, as necessidades impostas por limitações mais severas ainda são desatendidas (PATIKOWSK, 2013). Fatores que se mostram em desacordo aos definidos pela *International Game Developers Association* (IGDA), entidade global sem fins lucrativos que integra um grupo específico para estudos sobre acessibilidade em jogos e que declara:

A acessibilidade para jogos pode ser definida como a habilidade de jogar um jogo mesmo sob condições limitantes. Condições limitantes podem ser limitações funcionais temporárias ou deficiências permanentes como cegueira, surdez ou redução de mobilidade (IGDA, 2004, p. 5).

Com isso, se faz necessário que novas formas de interagir e se comunicar integrem os *designs* dos jogos digitais. Segundo Morelli *et al.* (2010), na última década, houve um movimento ativo quanto ao desenvolvimento de jogos que

permitissem ser jogados a partir de outros estímulos que não fosse o do *feedback* visual.

Como apontam Archambault *et al.* (2007) há diferentes formas de propor interação por meio de dispositivos disponíveis para pessoas com deficiência. Dentre eles, Patikowski (2013) destaca recursos de TA como acionadores e leitores de tela, *feedbacks* multimodais como controles com vibração, e a inserção de legendas ocultas como *closed captions*. Ainda sobre a promoção de acessibilidade nos jogos digitais, Archambault *et al.* (2008) dissertam que a concepção vai além de medidas da Interface Humano Computador (IHC). Ou seja, não basta restringir-se às técnicas que permitam o jogador acessar todas as informações necessárias na interface, mas buscar que o resultado da experiência seja interessante e utilizável tanto quanto o jogo original.

Ao contrário de *softwares*, os jogos têm por característica proporcionar sentimentos aos jogadores (ARCHAMBAULT *et al.*, 2008). Imagens de vídeo e mensagens de áudio propiciam componentes emocionais e padrões específicos que geram empatia a seus espectadores. Segundo Heron *et al.* (2018), a acessibilidade nos *videogames* difere da acessibilidade em outros domínios digitais, fator resultante da interação frequente responsável pela imersão. Assim, se faz necessário que os componentes do jogo sejam representados por outros meios que almejem sensações às pessoas com deficiência. Ou seja, na prática, os jogos acessíveis ainda devem ser jogos (ARCHAMBAULT *et al.*, 2007).

Como apontado no estudo de Coutinho *et al.* (2013), que corrobora os destaques de Pinheiro (2017), a demanda por jogos digitais acessíveis ainda se demonstra baixa. Conforme Coutinho *et al.* (2013) isso se deve ao fato de que grande parte dos poucos jogos produzidos a este público destinam-se a funções pedagógicas com crianças.

Dentre os jogos fornecidos como uma alternativa àqueles que não se adéquam à jogabilidade dos jogos usuais, estão os *Audiogames*. Esse tipo de jogo utiliza a substituição sensorial como abordagem ao canal visual (STRACHAN *et al.*, 2013). Embora os *Audiogames* sejam considerados um exemplo de jogos acessíveis, não são suficientes por si só (HERON, 2012). Segundo Morelli *et al.* (2010), embora esses jogos forneçam elementos audíveis, ainda é notável a insuficiência de informações

para que o jogador determine suas ações. Neste quesito, Archambault *et al.* (2007) destacam a possibilidade do uso da modalidade tátil como meio integrativo aos projetos de jogos táteis ou áudio-táteis, por meio da representação do espaço 2D em uma tela de pontos.

Segundo Coutinho *et al.* (2013), mostra-se relevante o desenvolvimento de *videogames* que forneçam acessibilidade às pessoas com deficiência visual, de forma que estes beneficiam não somente seu nicho, mas integrem também jogadores sem deficiência. Neste sentido, não é possível pensar na acessibilidade dos jogos digitais apenas para as pessoas com algum tipo de deficiência, mas sim de forma que estes artefatos considerem características do Desenho Universal. Com isso, por meio da jogabilidade além dos pares, promove-se a qualidade de vida, bem como a inclusão social.

2.7.3.1 Audiogames

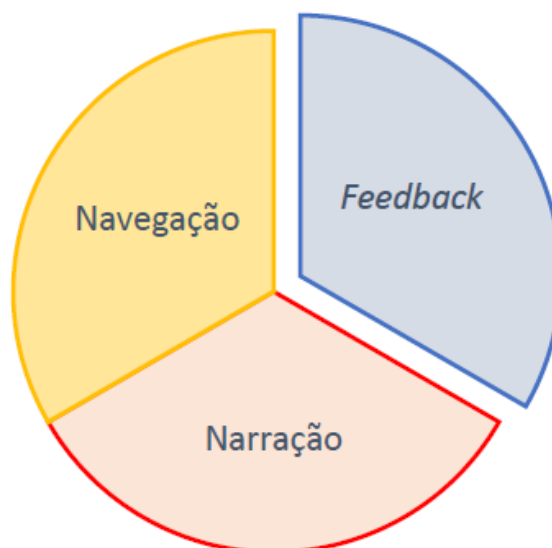
Segundo Borges (2018), os *audiogames* constituem uma categoria dos jogos digitais onde seu principal elemento encontra-se no fator sonoro. A diferença mais proeminente dos *audiogames* em relação aos jogos usuais é a minimização ou ausência de informação visual, que são substituídas por meio de texturas auditivas que retratam os elementos contidos no cenário através de sons alternativos (RÖBER, MASUCH. 2005a).

Em linhas gerais, os *audiogames* buscam transmitir a sensação de imersão em um ambiente virtual, única e exclusivamente por meio do áudio, deixando a cargo da imaginação do jogador retratar a fantasia imposta (RÖBER, MASUCH. 2005b). Desta forma, através das interfaces sonoras, é possível que a navegação do jogador e os elementos visuais do jogo, sejam transmitidos por intermédio de narrações e feedbacks sonoros, como ilustra a Figura 12 (ROVITHIS *et al.*, 2014 *apud* JUNIOR, 2018).

Como aponta Rogers (2010), os *audiogames* têm sua origem nos anos 70 junto aos primeiros jogos de computador, os quais eram totalmente textuais. Estes jogos textuais, denominados de *Multi-user Dungeon* (MUD), tratavam-se de jogos do gênero *adventure* e eram focados na resolução de quebra-cabeças, coleta de itens e gerenciamento de inventário (JUNIOR, 2018). Segundo Sánchez e Hassler (2007), com a popularização do uso da estrutura da *Advanced Research Projects Agency*

Network (ARPANET), a comunidade de pessoas com deficiência visual, com apoio dos leitores de tela, começou a constituir grupos desses jogos de aventura, constituindo assim o chamado *AudioMud*, jogos conversacionais em áudio responsáveis pela evolução dos *audiogames* como conhecemos atualmente.

Figura 12: Representação dos *audiogames*



Fonte: Rovithis et al. (2014 apud JUNIOR, 2018).

Assim sendo, os *audiogames* têm ganhado notoriedade dentre os jogos digitais voltados às pessoas com deficiência visual. Por se tratarem de jogos com pouca ou nenhuma referência visual, eles transmitem informações aos jogadores por meio de pistas auditivas, como falas, ícones auditivos (sons naturais representacionais) e/ou radares sonoros (sons artificiais ou padrões de som) (ANDRADE *et al.*, 2019). Escarce (2014 *apud* JUNIOR, 2018) destaca também que os *audiogames*, assim como os demais jogos, podem ser desenvolvidos para quaisquer plataformas, desde que utilizem de interfaces sonoras como meio de saída.

2.7.3.2 Diretrizes para o desenvolvimento e avaliação de jogos digitais acessíveis

Conforme Archambault *et al.* (2007), as diretrizes são ferramentas importantes para levar a acessibilidade dos jogos ao fluxo principal. Segundo Lebrao; McKenna; Morrow (2015), o objetivo delas é propor aos desenvolvedores meios para resolução de impedimentos com relação à interação das pessoas com deficiência em seus jogos.

Deste modo, os itens abaixo explicitam as principais recomendações levantadas por este trabalho, quanto à promoção de acessibilidade no contexto dos jogos digitais acessíveis. Estas podem vir a servir como meio de inspeção de conformidade ao longo do processo de desenvolvimento, ou mesmo como ponto de partida no que se refere à criação de jogos digitais acessíveis às pessoas com deficiência visual.

2.7.3.2.1 Recomendações de acessibilidade para desenvolvimento e avaliação de jogos digitais

Por intermédio da Revisão Sistemática da Literatura (Apêndice A, p. 194), foi possível reunir as principais recomendações recorrentes entre os autores investigados quanto ao design e desenvolvimento de jogos digitais acessíveis, que também estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3: Recomendações de acessibilidade para desenvolvimento e avaliação de jogos digitais

(Continua)

RECOMENDAÇÃO	DESCRIÇÃO
CONFIGURAÇÃO DE CONTROLE E COMANDOS	O jogo deve permitir que os controles (teclado físico, mouse ou a tela sensível ao toque) e comandos sejam alterados/reconfigurados pelo jogador de maneira simples e intuitiva, fornecendo feedbacks para cada ação executada pelo jogador.
RECURSOS DE ACESSIBILIDADE	O jogo deve ser acessível a qualquer usuário, garantindo fácil acesso às configurações de acessibilidade além de oferecer: opções de configurações gráficas (cores que dificultem a percepção por pessoas com daltonismo, brilho, contraste e tamanho da fonte); informações textuais compatíveis com os leitores de tela; permissão para o uso de recursos de tecnologia assistiva (interface tátil, controle de voz, teclados estendidos, leitores de tela, lupas virtuais, dentre outros).
TUTORIAL, AJUDA E DOCUMENTAÇÃO	O jogo deve apresentar, em áudio e de forma hierarquizada um modo de tutoria, ajuda, dicas e lembretes para auxiliar o jogador. Além de fornecer manuais, instruções de instalação e mecanismos de configuração, sempre de forma acessível.
PROGRESSO E FEEDBACK	O jogo deve permitir que o jogador visualize seu progresso durante as diferentes fases, além de mantê-lo informado sobre o que está acontecendo, o ambiente em que ele se encontra inserido e as ações que são relevantes para a progressão do jogo.

Quadro 3: Recomendações de acessibilidade para desenvolvimento e avaliação de jogos digitais

(Conclusão)

RECOMENDAÇÃO	DESCRIÇÃO
COMANDOS DE VOZ	Quando aplicável, o jogo deve permitir diferentes sistemas de reconhecimento de voz e volume, através de palavras individuais de um vocabulário pequeno
CONFIGURAÇÕES DE SOM E ÁUDIO	O jogo deve oferecer mecanismos para configuração da gestão do áudio, como: controle de duração, opções de controle individual de volumes e opções de suspensão para: narrativas, ruídos ambientes e músicas.
VOCALIZAÇÃO	Quando aplicável, o jogo deve fornecer locuções dos elementos textuais. Esta pode ser feita através de voice overs, expressando de forma natural os sentimentos impostos pelo jogo, auxiliando assim o jogador no processo de tomada de decisão.
REPRESENTAÇÃO SONORA	O jogo deve ser responsável por representar através de sons as: emoções do ambiente, os sentimentos dos personagens, os obstáculos impostos, os objetos contidos, além de uma descrição destinada a leitores de tela. Utilizar sons/músicas distintas para cada objeto, evento, área de texto, listas, tabelas, controles e outros componentes do jogo, faz com que o jogador os reconheça de forma mais clara.

Fonte: Teixeira *et al.* (2018), Teixeira e De Borba (2017), Araujo *et al.* (2017), De Borba e Damasio (2016), Garcia e Neris (2013), Grammenos; Savidis e Stephanidis (2007), Ciccio e Quesada (2018), Chakraborty *et al.* (2017)

2.7.3.2.2 *Recomendações para o design e desenvolvimento de mapas áudio-hápticos*

Façonha (2021) sintetiza 20 requisitos sobre design e desenvolvimento de mapas áudio-hápticos (Quadro 4) a partir de 51 artigos que compõem sua revisão sistemática da literatura (RSL). Por meio do seu estudo, é possível identificar recursos essenciais para a representação de cenários de jogos, de modo que estes sejam acessíveis às pessoas com deficiência visual.

Quadro 4: Recomendações para o design e desenvolvimento de mapas áudio-hápticos

(Continua)

CATEGORIA	RECOMENDAÇÃO	DESCRIÇÃO
ÁUDIO	Áudio 3D	Deve ser utilizado o áudio especializado, 3D, para simular a posição de objetos fixos por meio de sinais sonoros (eco-localização). Os sons devem ser emitidos da posição do objeto, ganhando intensidade de acordo com a aproximação do avatar do usuário.
	Ícones auditivos	Devem ser adicionados efeitos sonoros específicos (<i>Auditory Icons</i> e <i>Earcons</i>) aos objetos, de modo a propiciar que o usuário identifique o objeto do qual se aproxima. Além dessa informação sonora, é possível haver um áudio verbal associado para fornecer a descrição do objeto e da sua orientação no mapa.
	Sons de movimento	Deve ser associado um som particular/específico para todas as ações de movimento espacial no mapa (por exemplo: passos, colisões, saltos etc.).
	Áudios de ajuda	Deve ser fornecida informação verbal complementar, a fim de descrever um cenário, uma atividade a ser executada ou ainda um elemento e sua posição atual.
VISUAL	Design Universal	A representação gráfica deve permitir que o mapa possa ser utilizado por usuários cegos, de baixa visão, surdocegos e por pessoas com visão. O primordial é uma aplicação lúdica para estimular o uso, a imersão e a interação entre videntes e não videntes.
	<i>Debug</i>	A interface visual deve facilitar a depuração do sistema. O desenvolvedor pode usar a interface gráfica para testar o sistema mais rapidamente (por exemplo: verificar a navegação, as colisões com objetos).
	<i>Zoom</i>	O sistema deve fornecer opções de zoom para aumentar o tamanho dos itens.
	Fontes e Contrastes	O ambiente virtual deve oferecer paletas de cores de alto contraste com foco em indivíduos com perda de visão. Além disso, o sistema deve optar por fontes sem serifa para melhorar a legibilidade.
	Perspectiva	O ambiente virtual deve priorizar a navegação em primeira pessoa.

Quadro 4: Recomendações para o design e desenvolvimento de mapas áudio-hápticos

(Continuação)

CATEGORIA	RECOMENDAÇÃO	DESCRIÇÃO
HÁPTICO	Controle	Deve permitir que o usuário controle com precisão os movimentos de navegação do avatar no mapa virtual. Estes, devem fornecer interações para avançar e retroceder o avatar do usuário e girá-lo seguindo ângulos predefinidos (rotação de 30/45/90 graus no sentido horário).
	<i>Feedback Háptico</i>	Deve haver <i>feedback</i> tátil que descreva os objetos localizados no mapa interno (por exemplo: o sistema deve usar vibração ou forçar <i>feedback</i> para indicar uma colisão com um obstáculo).
INFORMAÇÕES ESPACIAIS	Controles	Para evitar sobrecarga cognitiva, deve haver informações essenciais e contextualizadas do mapa para conscientizar o usuário de sua posição e orientação em relação aos seus alvos e pontos de referência (por exemplo: indicar a direção do avatar do usuário usando pontos cardeais; relatar a posição do usuário em relação ao objetivo da atividade; reproduzir um som de referência para pontos cruciais do mapa).
	Prioridades	O sistema deve priorizar a interação com objetos essenciais, para os demais é possível somente identificá-los e saber sua localização no mapa (por exemplo: usar um som referência do objeto alvo e reproduzir o áudio de outros objetos quando o usuário colide com eles para evitar a sobrecarga de informações).
	Densidade	Deve ser definido um número mínimo e máximo de elementos (e área a ser ocupada por tais elementos). O número de objetos a serem incluídos no mapa deve ser cuidadosamente analisado.
	Escala	O sistema deve manter a escala/fidelidade ao ambiente real simulado, para preservar as dimensões, bem como respeitar a sobreposição espacial entre os diversos elementos.
	Navegação	Deve atuar em um plano virtual 2,5D. A navegação do jogador é restrita a um plano bidimensional com acesso limitado à terceira dimensão.

Quadro 4: Recomendações para o design e desenvolvimento de mapas áudio-hápticos

(Conclusão)

CATEGORIA	RECOMENDAÇÃO	DESCRIÇÃO
SISTEMA	Customização	O sistema de suporte dos mapas áudio-hápticos deve propiciar um certo grau de customização do mapa, adaptando-se às necessidades básicas de seus usuários.
	Níveis	O sistema deve fornecer níveis distintos de dificuldade de acordo com o perfil do usuário.
	<i>Logs</i>	O sistema deve fornecer um log de ações do usuário para facilitar a observação e as avaliações experimentais.
	Consistência	Deve-se manter um padrão das ações fornecidas pelo sistema durante a interação dos usuários com os mapas áudio-hápticos.

Fonte: Façanha (2021)

2.8 INTERFACES COMPUTACIONAIS

Segundo Cybis; Betiol; Faust (2010), pode-se definir uma interface como a lógica de operação que torna um sistema agradável, intuitivo, eficiente e fácil de operar. Conforme Ferreira; Nunes (2008), fatores que favorecem a interação do usuário com a interface atrelam-se tanto a aspectos de usabilidade como também à capacidade de detectar e interpretar informações advindas do sistema, respondendo a elas de modo apropriado. De modo geral, uma interface tem como premissa fornecer sequências simples e consistentes de interação, buscando sempre manter claro ao usuário seus objetivos, fixando-o somente no problema que deseja resolver (FERREIRA, 2003).

Como atentam Cybis; Betiol; Faust (2010), as mesmas entradas e saídas do sistema podem ter diferentes significâncias para diferentes pessoas, em virtude do momento e do contexto em que estas se encontram. Conforme Laurel (2003 *apud* FERREIRA; NUNES, 2008), para que se desenvolvam interfaces usáveis, se faz necessário que haja principalmente concentração no usuário, buscando saber quem ele é, como realiza suas tarefas, qual é a sua percepção dos sistemas e, naturalmente, a que tipos de imposições e limitações está sujeito.

No contexto computacional, onde grande parte da informação se apresenta de forma visual ao usuário, a visão passou a ser o principal meio de interagir com os sistemas (FERREIRA; NUNES, 2008). Como destaca Pillon (2015), a comunicação do jogador com os jogos digitais se dá geralmente por meio de interfaces visuais e manuais. Conforme Jacko (1999 *apud* FERREIRA; NUNES, 2008), há um estreitamento quanto à complexa cadeia de processos visuais relacionados às habilidades do campo visual. De longe, a técnica mais comum para representação de informações visuais se dá por meio da computação gráfica, através de displays visuais (NAKATANI *et al.*, 2003).

Sabe-se que as interfaces gráficas impedem ou, na melhor das hipóteses, dificultam o acesso a pessoas com deficiência visual (FERREIRA; NUNES, 2008). Como abordado por Heron *et al.* (2018), discussões quanto ao relacionamento entre humanos e computadores tem se tornado pautas recorrentes em conferências, visto que há um foco considerável na apresentação e no meio de interação destas interfaces com os usuários com deficiência. De acordo com Jacko (1999 *apud* FERREIRA; NUNES, 2008), por melhor que se apresente o projeto de interface, ele dificilmente estará em concordância com o modelo conceitual de usuários com deficiência, o que constitui uma barreira. Assim, se faz necessário tecnologias de apoio capazes de captar informações advindas das interfaces gráficas, tornando-as acessíveis aos usuários com deficiência (FERREIRA; NUNES, 2008).

Segundo Horton *et al.* (2017), dispositivos auxiliares podem oferecer aos usuários com deficiência diversos modos de transmitir informações, seja por toque, som ou outros. Como apontam Yao e Leung (2012 *apud* HORTON *et al.*, 2017), há um aumento considerável na promoção de *feedback* háptico e adaptações multimodais em interfaces, a fim de tornar as tecnologias de exibição convencionais acessíveis a pessoas com deficiência visual.

2.8.1 Interfaces sonoras

Dentre as características que permeiam o campo do áudio, destaca-se a possibilidade de armazená-lo em um meio físico para infinitas reproduções, desvincilhando-se da necessidade de estar no mesmo local ou momento da fonte original (SCHVARSTZHAUPT, 2016). Dado o constante avanço tecnológico que transpõe o fonógrafo, invenção de 1877 de Thomas Edison, que utilizava uma folha

de aço como suporte para registro do áudio (SERRA, 2002), passando pelos anos de 1950, com o advento da televisão e da indústria que gravava o áudio em bandas magnéticas (HENRIQUES, 2012), aos dias atuais, por meio de sistemas computacionais que armazenam o áudio em formatos digitais, novas formas de interação surgem através das interfaces sonoras (PEREIRA, 2004).

No campo dos jogos digitais, a evolução do áudio tem seu marco com o famoso jogo Pong de 1972, que emitia “*biips*” como *feedback* da interação da bola com a suposta raquete (ADAMO, 2014). Posterior a isso, com a introdução dos consoles caseiros, em 1977 o Atari 2600 introduzia o *chip Television Interface Adaptor* (TIA), que contava com dois canais de som de 1 bit monaural, permitindo a modulação de um único som por vez (ADAMO, 2014; MARTINEZ, 2017a). Na sequência, o NES, de 1985 trazia os *chips* RP2A03 e RP2A07 da Ricoh, oferecendo a possibilidade de modular até 4 sons distintos simultâneos (dois de ondas de pulso, um de onda triangular e um de ruído) e reproduzir um único áudio gravado no formato *Pulse-Code Modulation* (PCM) 6 bits (ADAMO, 2014; MARTINEZ, 2017b).

Subsequente a isso, o Megadrive, de 1988 apresenta uma inovação, incorporando em seu circuito dois chips para processamento de áudio, o principal, Yamaha YM2612 FM de 6 canais, e um gerador extra de sons programáveis (PSG) SN76489, da *Texas Instruments*, que permitia a modulação de até 4 canais distintos (ondas quadradas) (ADAMO, 2014; MARTINEZ, 2016a).

Já nos anos 1990, o Super Nintendo, diferenciando-se de seus antecessores, tinha por característica sintetizar sons. Este utilizava o chip Sony SPC700 de 8 bits, além de um processador de sinal digital de 16 bits, com poder de reprodução de até 8 canais de áudio gravados no formato PCM 16 bits (ADAMO, 2014; MARTINEZ, 2016b). A partir do ano de 1995, com a nova era dos consoles, que utilizavam novas mídias de armazenamento como CD, trilhas e efeitos sonoros que já eram comuns na indústria do cinema e televisão, passaram também a ser reproduzidos de igual forma nos jogos digitais, o que, de certa forma, instaurou um novo marco quanto ao áudio dinâmico (ADAMO, 2014).

Conforme Collins (2007), o áudio dinâmico tem por característica estrita responder aos inputs relacionados às ações do usuário. O que, segundo Kobayashi; Watanabe (2004), auxilia o jogador quanto ao julgamento das ações realizadas por

ele naquele momento. Estudos como o de McGee; Brewster; Gray (2001) demonstram que o *feedback* auditivo pode ser utilizado como meio de aprimorar a interpretação de conteúdos hápticos, devido às limitações mecânicas associadas a estes dispositivos.

Quanto aos jogos digitais, estratégias como a combinação de técnicas como a sintetização de falas, modulação de propriedades acústicas e outras, favorecem o uso do áudio como *feedback* às pessoas com deficiência (MORELLI *et al.*, 2010). Segundo Kuber; Tretter; Murphy (2011), uma forma de garantir que pistas auditivas possam ser percebidas adequadamente quando integradas a uma interface, é manter o nível de afinação não superior a 5Khz e não inferior a 125-150 Hz, além de manipular a localização espacial da fonte.

Projetar interfaces que têm como resultante o som, torna necessária à compreensão de como se dá a construção destes objetos sonoros, através dos elementos e conceitos que o envolvem, partindo do seu sentido e linguagem, até a física da fisiologia auditiva (SCHVARSTZHAUPT, 2016).

2.8.2 Interfaces táteis

Segundo Gibson (1962 *apud* THIEME, 2014) o termo *haptical* foi introduzido no ano 1931, por G. Révész, sendo abordado posteriormente em sua obra "*Psychology and Art of The Blind, Exploring the World of Touch*" no ano 1950, tendo estritamente o foco na abordagem das mãos como a principal fonte de entrada para o sistema perceptivo. Conforme Summers; Chanter (2002), tal percepção se dá por meio de sensações que são produzidas por padrões espaço-temporais de distúrbios mecânicos na superfície da pele. Deste modo, compreende-se que o *feedback* tátil está relacionado à sensação cutânea, onde a pressão exercida sobre a superfície da pele interage com as terminações nervosas a fim de indicar tal sensação (KHAN *et al.*, 2010).

Conforme Crespo (2013), desde os nossos primórdios, desenvolvemos habilidades para sentir e manipular o mundo físico, que de fato não são utilizadas em sua totalidade quanto às interações com o mundo digital. Em geral, as interações que o indivíduo faz com o mundo digital atualmente restringem-se a displays gráficos, não condizendo com a nossa interação com o mundo físico (CRESPO, 2013). Conforme aponta este mesmo autor:

...quando estamos interagindo com estes dispositivos, utilizamos muito pouco da nossa capacidade e velocidade de movimento/destreza e não utilizamos nossas habilidades de manipular os objetos físicos, como usamos no artesanato, por exemplo, quando queremos dar forma a argila ou barro. (CRESPO, 2013, p. 30)

Sabe-se que o *feedback* tátil já vem sendo utilizado por muitas interfaces como meio de transmissão de informações ao sentido cutâneo, particularmente como retorno de operações realizadas na interface (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014; BROWN, 2007). Conforme Lederman e Klatzky (2009 *apud* AZH; ZHAO; SUBRAMANIA, 2016) e Crespo (2013), as interfaces computacionais táteis aprimoram as capacidades perceptivas e cognitivas do usuário quanto ao reconhecimento e manipulação de objetos virtuais, incorporando informações digitais no contexto do nosso espaço físico.

Conforme Ritter; Baxter; Churchill, (2014), o *feedback* tátil em sistemas de realidade virtual fornece ao usuário maneiras úteis de auxiliá-lo a se sentir imerso no ambiente virtual. Deste modo, o objetivo das Interfaces Tangíveis (*Tangible User Interfaces* ou TUIs) é de obter vantagem quanto ao uso de habilidades sensoriais, quebrando paradigmas existentes, dando forma física (tangível) para as informações digitais (*bits*) e proporcionando ao usuário uma experiência rica, intuitiva e abrangente (POUPYREV; NASHIDA; OKABE, 2007).

Segundo Lee *et al.* (2014), os displays táteis são considerados uma importante ferramenta para auxiliar o humano a interagir com as máquinas por meio do toque. Para Pietrzak *et al.* (2009), isso favorece inestimavelmente as pessoas com deficiência visual, permitindo que as mesmas naveguem por informações não-textuais. Conforme Zeng; Weber (2016), os displays táteis são empregados em muitas aplicações, a fim de apoiar indivíduos com deficiência visual a lerem conteúdo gráfico, desenhar e acessar animações e até mesmo jogar.

De acordo Benali-Khoudja; Hafez; Kheddar (2007) e Velázquez *et al.* (2008), os displays táteis são dispositivos mecatrônicos, compostos por atuadores que são elevados e abaixados contra as pontas dos dedos, e que podem ser acoplados a sistemas de hospedagem como computadores, telefones celulares, eletrodomésticos e outros. Como explicam Vidal-Verdú; Hafez (2007), os displays táteis (Figura 13) equivalem a um monitor ou tela, em que os pixels são substituídos por “*taxels*”,

favorecendo, através do sentido cutâneo a compreensão de informações às pessoas com deficiência visual.

Figura 13: Modelos de displays táteis: Tactile2D e HyperBraille F



Fonte: Metec (2021)

De acordo com Benali-Khoudja; Hafez; Kheddar (2007), o design mais comum de displays táteis baseia-se nas tecnologias Braille ou *Pin-printer*, em que a matriz de pinos é organizada por linhas e colunas, de forma que cada *taxel* é tratado de forma independente em termos de amplitude, força e frequência.

Segundo Lee *et al.* (2014), há uma crescente demanda por interfaces computacionais táteis dentro da comunidade cega e de baixa visão, quanto aquelas com surdocegueira. Esse fato remete à necessidade de adaptação de conteúdo para tais interfaces. De acordo com Goncu; Marriott (2011), a adaptação do conteúdo visual para a leitura tátil requer a simplificação e redução da densidade da informação, de modo que acomode a menor acuidade do toque. Em *displays* gráficos convencionais, geralmente há uma taxa de exibição de 30 *frames* por segundo (FPS), o que requer adaptação para os *displays* táteis, visto que as pessoas com deficiência visual não requerem uma taxa de *frames* tão alta, em virtude do tempo de interpretação da combinação dos subsistemas tátil, cutâneo e cinestésico (HORTON *et al.*, 2017). Conforme Summers; Chanter (2002), a resolução espacial necessária para os estímulos é determinada pela densidade de receptores de toque na pele (em torno de 1 a 2 mm na ponta do dedo). Segundo Streque *et al.* (2010), para que estímulo seja

considerado eficiente, se faz necessária que a pressão exercida pela interface tátil seja superior a 60 N/cm² (Newton por centímetro quadrado)⁹.

Outro ponto abordado importante é trabalhado por Cardoso (2016). O autor entende que uma boa exploração tátil se dá pelo cumprimento de critérios técnicos e ergonômicos. Dentre eles, destaca:

- Dispor de dimensionamento adequado, a fim de permitir o fácil alcance e manuseio;
- Prover quando possível a descrição verbal como suporte;
- Simplificar imagens complexas em sequências simples de elementos;
- Limitar a largura mínima das representações acima de 0,50mm a fim de torná-las perceptíveis;
- Manter uma distância mínima de 2mm entre as linhas;
- Dispor de no mínimo 0,40 a 0,60mm de altura para as linhas em relevo;

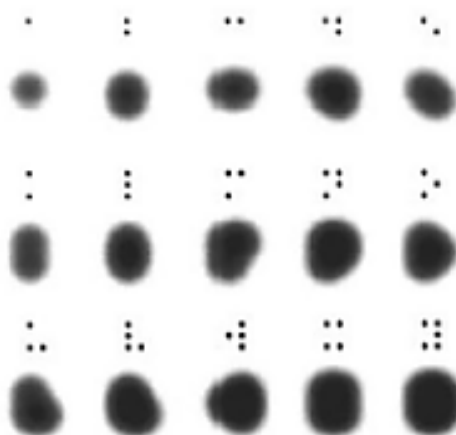
Conforme Streque *et al.* (2010), as especificações das interfaces computacionais táteis diferem em objetivo de exibição de texto, forma e textura. Quanto à exibição de texto, no sistema Braille, cada letra é representada pela configuração de pontos em uma célula. Conforme os padrões internacionais, a tela é composta de uma matriz de pontos de 3x2, tendo um espaçamento entre eles de aproximadamente 2,3 mm, altura de 0,6 mm e diâmetro de 1,5 mm (LEE; LUCYSZYN, 2005; PAWLUK *et al.*, 2015). Segundo Pawluk *et al.* (2015), embora visualmente, cada caractere em Braille seja tipicamente distinguido por seu padrão de pontos, isso não ocorre de igual forma na leitura tátil (Figura 14), onde esta é determinada perceptivamente pela frequência mais baixa mantida taticamente.

Já para a exibição da forma, Streque *et al.* (2010) apontam a necessidade de maiores deslocamentos dos pinos, de modo que estes suportem o peso da ponta do dedo durante a exploração da superfície. A taxa de atualização se dá de modo contrário às interfaces dedicadas à exibição de textura, em que as taxas de

⁹ 1 N / cm² (Newton por centímetro quadrado) equivale a 0.101972 kg / cm² (Quilograma força por centímetro quadrado)

atualização são mais altas com amplitudes de vibração mais baixas (STREQUE *et al.*, 2010).

Figura 14: Grau de reconhecimento pelo toque dos caracteres Braille



Fonte: Pawluk *et al.* (2015)

Entre alternativas para representar informações gráficas em interfaces computacionais táteis, Pietrzak *et al.* (2009) destacam duas soluções. A primeira consiste em converter diretamente a sombra dos pixels na posição do pino, em que pixels claros são convertidos em pinos elevados e pixels escuros em pinos retraídos. Esta solução, segundo Pawluk *et al.* (2015), permite que o usuário resolva facilmente a orientação da linha/borda ao longo do rastreamento. No entanto, os autores atentam quanto ao uso de telas menores, em que o espaçamento ífero geralmente resulta em um rastreamento lento e difícil.

Outra solução apontada por Pietrzak *et al.* (2009) se dá quanto ao uso de representação codificada, ou seja, por meio de ícones táteis (*Tactons*). Os *Tactons* consistem em meios de transmitir informações através de mensagens estruturadas e abstratas, estática ou dinâmica, a partir de uma matriz de pinos (PIETRZAK *et al.*, 2009; BREWSTER; BROWN, 2004). Segundo Brewster; Brown (2004), parâmetros como frequência, amplitude, duração de um pulso tátil, ritmo e localização podem ser utilizados na construção de um *Tacton*. Conforme os autores, a utilização dos *Tactons* favorece a interação onde o display visual está sobrecarregado, limitado em tamanho ou não disponível, servindo assim, como meio de complementar o feedback gráfico e auditivo na interface do usuário.

No tocante aos jogos digitais, Archambault *et al.* (2007) destacam o uso dos quadros táteis, bem como dos displays táteis como meios de entrada e / ou saída de informações de jogo. Conforme os autores, esses instrumentos, em combinação com o feedback de áudio, permitem a designers projetarem representações bidimensionais em informações mais perceptíveis às pessoas com deficiência visual.

2.8.3 Interfaces hápticas

De acordo com Iwata *et al.* (2001), as interfaces hápticas são dispositivos mecânicos que possuem como característica gerar *feedback* de força de reação a partir de objetos virtuais. Estas são capazes de fornecer sensações como toque, peso e rigidez, o que torna possível sentir formas baseadas em informações digitais (SJOSTROM, 2001). Fator este que faz com que os sistemas hápticos sejam amplamente utilizados em diferentes domínios com diferentes objetivos, como por exemplo reabilitação, cirurgia, treinamento, jogos e design industrial (KHAN *et al.*, 2010).

No campo do entretenimento, o uso de hápticos tem ganhado destaque como forma de agregar a sensação de imersão a ambientes virtuais, sendo uma tecnologia amplamente difundida em celulares e controladores de *videogame* (MARTÍNEZ *et al.*, 2014). Conforme Jang *et al.* (2016), dispositivos móveis comumente utilizam *feedback* vibrotátil como forma de notificação de ações realizadas em jogos e aplicativos. Já os *videogames* utilizam o *feedback* vibrotátil em controles, como fonte primária de *feedback* (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014). Segundo Jang *et al.* (2016), isso faz da vibração o meio mais comum de notificação háptica.

Com relação ao uso do *feedback* de força, dispositivos hápticos atuais como o *Touch* (Figura 15) beneficiam-se da percepção cutânea à medida em que se movem para apresentar estímulos cinestésicos, como sensações de vibração, temperatura, dor e recuo (BROWN, 2007). Conforme o autor, tal interface apresenta vantagens quanto a aspectos de identificação de propriedades geométricas, e desvantagens quanto a algumas características, como identificação de texturas.

Comparada às interfaces visuais e sonoras, onde as sensações são reunidas por órgãos especializados, as interfaces hápticas são consideradas complexas, visto que a sensação de força pode ocorrer em qualquer parte do corpo, o que gera

dificuldades quanto à implementação (IWATA *et al.*, 2001). Conforme Horton *et al.* (2017) e Iwata *et al.* (2001), muitos desses sistemas são restritos a um único ponto, ou em um grupo de pontos de contato, sendo que não são espacialmente contínuos, o que, de certa forma, resulta em informações abstratas que usuário deve aprender a interpretar.

Figura 15: Touch da 3D Systems



Fonte: 3d Systems (2021)

No que se refere a pessoas com deficiência visual, as interfaces hápticas têm sido amplamente utilizadas como meio de exibição de informações gráficas, como cenas tridimensionais e superfícies em relevo (LÉVESQUE *et al.*, 2012). Elas fazem com que o usuário com deficiência visual use seu senso de toque para interagir com dados, colaborar remotamente e navegar facilmente em novos ambientes (ZARATE *et al.*, 2017). Em cenários orientados para a experiência, Azh; Zhao; Subramanian (2016) ressaltam que as interfaces hápticas aprimoram a experiência do usuário quanto à compreensão e apreciação de objetos virtuais, seja no patrimônio cultural, educação ou entretenimento.

2.8.4 Interfaces multimodais

Segundo Junior e Reis (2007) e Kuber; Tretter; Murphy (2011), as interfaces multimodais têm por característica processar diversas formas de entrada do usuário (voz, gestos ou toque) combinando-as de forma coordenada através de saídas multimídia, a fim de melhorar a interação do usuário como sistema. Conforme Bolt (1980 *apud* BORGES, 2018), o conceito de interface multimodal despontou após a demonstração de “*Put That There*”, um experimento do MIT com vistas a interações naturais como voz e gestos entre o homem e a máquina. Como apontam Kuber; Tretter; Murphy (2011), a tecnologia atual nos traz uma gama de dispositivos,

softwares e interfaces que, por meio de entradas e saídas multimodais, proporcionam ao usuário uma experiência mais próxima do natural.

Dentre as diversas formas de interação entre humano-computador envolvendo a exploração da interface, Vitense; Jacko; Emery (2002) destacaram os benefícios que as interfaces de *force-feedback* podem trazer ao usuário quando combinadas com outras formas de *feedback*. Segundo Junior e Reis (2007) é visto que as interfaces multimodais tendem a tornar a experiência do usuário com o sistema mais rica e interessante.

Como visto, quando tratamos de usuários com deficiência visual, as informações espaciais são frequentemente apresentadas a eles de forma isolada, ou seja, por meio de interfaces táteis, hápticas ou sonoras. Deste modo, Kuber; Tretter; Murphy (2011) destacam o quão importante são as interfaces multimodais no que tange à possibilidade de oferecer a usuários com deficiência visual uma melhor experiência de interação, em especial com os jogos digitais. Dentre as razões, os autores apontam a importância do uso combinado das interfaces: sonora, que beneficia diretamente o grupo de usuários com deficiência visual; gráfica, que beneficia usuários com baixa visão; háptica, que disponibiliza recursos como a vibração que pode ser incluída como elemento atrativo e/ou de alerta durante o jogo.

Com relação aos jogos digitais, é possível encontrar os que utilizam recursos multimodais, em especial, aqueles em que as entradas e/ou saídas são feitas por painéis táteis, ou por telas Braille combinadas ao *feedback* de áudio. Dentre eles, o projeto de Rao; O'modhrain (2019) que explora a possibilidade de representar dados espaciais em telas gráficas táteis atualizáveis em combinação com *feedback* de áudio e utilizando informações táteis estáticas e dinâmicas.

2.9 MAPEAMENTO TECNOLÓGICO

O mapeamento tecnológico (MT), popularmente denominado pela sigla TRM – *Technology Roadmapping*, é utilizado para a organização das ideias de projetos de produtos de inovação tecnológica (GONZÁLEZ, 2007). Conforme Baxter (2000), a técnica contempla uma das fases das Especificações da Oportunidade, definida como: “Levantamento das oportunidades tecnológicas, capazes de satisfazer as necessidades do consumidor, de forma inovadora” (BAXTER, 2000, p. 171). De

acordo com Leonel (2006), nessa fase, o mapeamento tecnológico fornece subsídios para definição de estratégias de inovação numa perspectiva de médio e longo prazo.

Segundo Bray e Garcia (1997 *apud* GONZÁLEZ, 2007) é possível, por meio do mapeamento tecnológico, prover informações que podem auxiliar na tomada de decisões quanto ao investimento em tecnologia, além de permitir identificar tecnologias críticas e lacunas tecnológicas que devem ser preenchidas para satisfazer os objetivos de desempenho do produto. Assim sendo, por intermédio da Revisão Sistemática da Literatura (Apêndice B, p. 209), foi possível reunir informações acerca dos principais produtos comerciais bem como de projetos acadêmicos que permeiam o problema de pesquisa deste trabalho. Entre as tecnologias críticas identificadas, destacam-se os atuadores, que são apresentados no tópico seguinte, abordando questões como custo, consumo energético, tamanho e dissipação de calor. Pontua-se também questões inerentes à arquitetura eletrônica, detalhada no item 2.9.2.

2.9.1 Atuadores

Com origem na palavra “atuação”, que significa “colocar em ação, mover-se”, os atuadores são descritos como: “componentes físicos que se movem de maneira a serem detectadas pelo usuário” (POUPYREV; NASHIDA; OKABE, 2007, p. 206, tradução nossa, grifo nosso). Segundo estes autores, há diversos tipos de atuação possíveis, sendo os mais comuns:

- Mudança na posição espacial dos objetos ou de suas partes, seja na sua posição ou orientação;
- Mudança na velocidade de movimento dos objetos ou de suas partes, seja por velocidade de rotação, velocidade do movimento linear ou direção do movimento;
- Mudança na textura da superfície dos objetos ou de suas partes;
- Mudança de força aplicada ao usuário, seja na mudança da amplitude da força, direção ou torque.

Com relação ao uso do *feedback* háptico, muitos atuadores têm sido utilizados para estimular a sensação de toque, sendo os mais comuns para estes fins, os

atuadores: térmicos, elétricos e mecânicos (VIDAL-VERDÚ; HAFEZ, 2007). Como aponta Vidal-Verdú; Hafe (2007), os atuadores térmicos têm por característica a geração de calor que, por consequência, estimula os receptores de temperatura na pele; Já os atuadores elétricos constituem-se de eletrodos que aplicam tensões ou correntes em terminais nervosos da pele; Finalmente, os atuadores mecânicos traduzem informações em forças ou deslocamento de modo a serem detectados quando em contato com a pele.

Ainda que haja desafios quanto à garantia de eficiência energética, robusteza e tamanho compacto dos atuadores, estudos recentes apontam uma facilitação para inserção de atuação às interfaces tangíveis, fatores resultantes do avanço tecnológico de microprocessadores e materiais inteligentes (POUPYREV; NASHIDA; OKABE, 2007). Como aborda o estudo realizado por Velázquez; Hernández; Preza (2012) e Leonardis; Loconsole; Frisoli (2018), dentre as tecnologias utilizadas nas últimas décadas para a atuação de interfaces táteis, destacam-se as abordagens tradicionais de atuação como: servomotores, bobinas eletromagnéticas, cerâmicas piezoelétricas e pneumáticas, até as novas tecnologias como: ligas com memória de forma (SMAs), polímeros eletroativos (EAPs), fluidos eletro-reológicos (ER) e sistemas micro-eletromecânicos (MEMS). Segundo Velázquez; Hernández; Preza (2012), embora promissoras, essas tecnologias ainda precisam se mostrar como significativamente vantajosas em relação ao custo e ao desempenho, possibilitando assim a substituição da atual abordagem piezoelétrica.

2.9.1.1 Atuadores eletromagnéticos

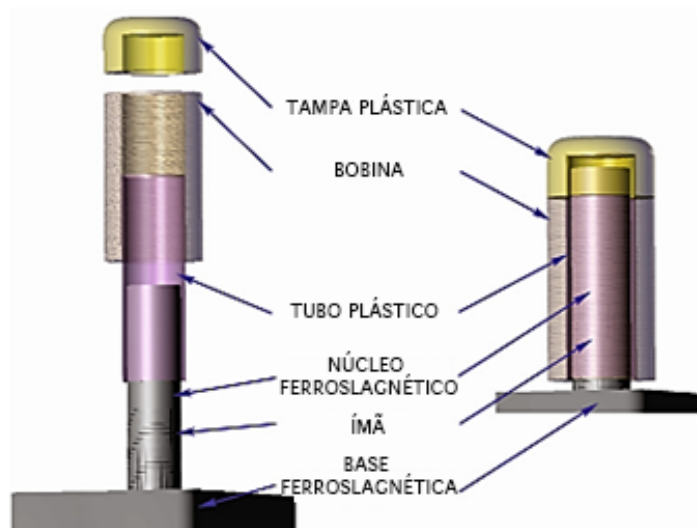
Os atuadores eletromagnéticos encontram-se entre os mais utilizados em produtos de consumo, indústria e automação em geral (LEONARDIS; LOCONSOLE; FRISOLI, 2018). Seu princípio básico de operação consiste em um campo magnético estático, que interage com um campo magnético variável produzido pela corrente elétrica que flui entre uma ou mais bobinas (LEONARDIS; LOCONSOLE; FRISOLI, 2018).

De acordo com Szabo; Enikov (2016), os atuadores eletromagnéticos (Figura 16), em geral têm por característica uma bobina em escala de milímetro¹⁰ e um ímã permanente. Eles são capazes de produzir quantidades suficientes de forças, ao custo

¹⁰ 10⁻³ metros.

de uma alta corrente requerida, fator que comumente causa o efeito de superaquecimento em operação. Conforme dados do estudo de Chen; Chossat; Shull (2019), cada solenoide de seu sistema extraiu aproximadamente 0,57A de corrente a partir de 6V de tensão contínua, razão resultante de uma força de bloqueio de 0,32 N.

Figura 16: Modelo de atuador eletromagnético



Fonte: Szabo; Enikov (2016), tradução nossa

Entre as abordagens sobre atuadores eletromagnéticos, é possível encontrar também os motores elétricos rotativos, considerados a forma mais difundida de atuador eletromagnético. Esses dispositivos podem ser dispostos em diferentes soluções de design buscando, por exemplo, o movimento linear (LEONARDIS; LOCONSOLE; FRISOLI, 2018).

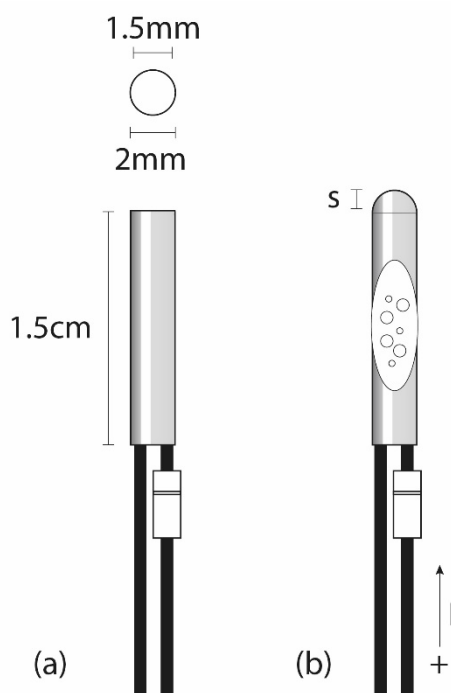
2.9.1.2 Atuadores de polímeros eletroativos, eletro-reológicos e reológicos magneto

Conforme Mohiuddin *et al.* (2015), esta classe de atuadores pode ser considerada promissora para a aplicação em dispositivos hápticos, na medida em que podem fornecer grandes deformações (forma e tamanho) a partir de estimulação elétrica. Já os atuadores a base de fluidos eletro-reológicos (ERFs) e fluidos reológicos magneto (MRFs) podem ser deformados tanto a partir de respectivos campos elétricos como campos magnéticos (MOHIUDDIN *et al.*, 2015).

2.9.1.3 Atuadores pneumáticos e termo-pneumáticos

Conforme Lee; Lucyszyn (2005), a atuação pneumática e termo-pneumática, comumente utilizam-se de pressão de ar, fluido ou gás (Figura 17).

Figura 17: Modelo de atuador termo-pneumático



Fonte: Adaptado de Vidal-Verdú e Navas-González (2003)

Os atuadores termo-pneumáticos possuem como princípio de operação o aquecimento de fluidos a um nível próximo ou maior ao seu ponto de ebulição, que geram aumento da pressão e, conseqüentemente, o deslocamento do lado flexível do atuador (LEONARDIS; LOCONSOLE; FRISOLI, 2018). Há também os atuadores termo-pneumáticos, que utilizam materiais de mudança de fase (PCMs). Segundo Lee; Lucyszyn (2005), estes materiais são substâncias que comutam de fase, alterando o estado da matéria por meio da variação de condições externas (temperatura/pressão), gerando como resultando uma força hidráulica por meio da expansão volumétrica.

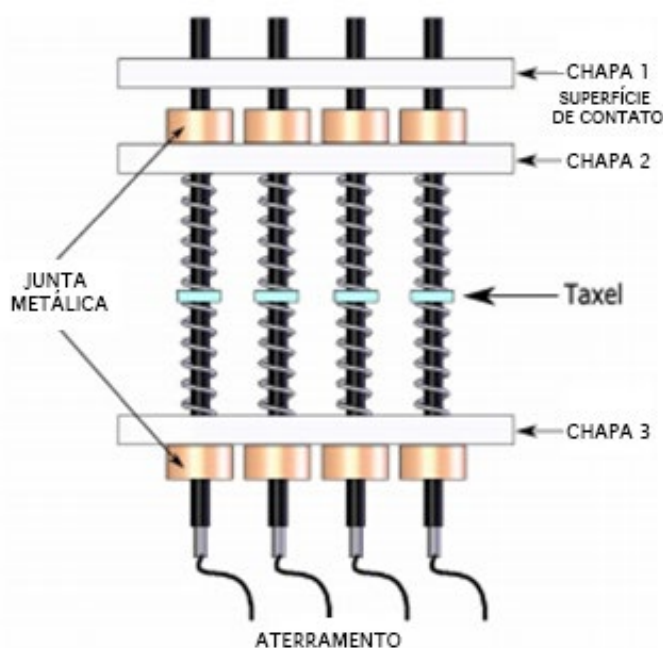
Entre as possíveis aplicações dos atuadores pneumáticos e termo-pneumáticos, Lee; Lucyszyn (2005) pontuam a exibição dinâmica de caracteres Braille, visto que tratam-se de atuadores com estrutura e funcionamento simplificados. Segundo os autores, esse tipo de atuador é uma excelente opção em termos de precisão, velocidade e acabamento. Porém, ao mesmo tempo são sistemas com custos exacerbados, que exigem sistemas de controle complexos e que demandam alto consumo de energia.

2.9.1.4 Atuadores de liga de memória

A liga de memória de forma, livre tradução de *shape memory alloy* (SMA), é um material que tem por característica permitir a sua deformação, podendo retornar espontaneamente à sua forma original quando submetido a uma determinada temperatura (NAKATANI *et al.*, 2003). Similar ao funcionamento dos atuadores termo-pneumáticos, a liga de memória de forma utiliza a temperatura para alterar significativamente suas propriedades mecânicas, como rigidez e/ou volume (LEONARDIS; LOCONSOLE; FRISOLI, 2018).

Conforme Nakatani *et al.* (2003), ligas de memória de forma não apresentam *feedback* sobre sua forma transformada, o que torna necessária a implementação de mecanismos que encerrem esse ciclo de transformação quando desejado. Desta forma, é comum que os atuadores SMA sejam moldados na forma de molas carregadas (Figura 18) que, por meio de uma corrente elétrica fluindo no material, gera aquecimento e conseqüentemente a alteração da rigidez, resultando no deslocamento controlado do atuador (LEONARDIS; LOCONSOLE; FRISOLI, 2018).

Figura 18: Modelo de atuador baseado em liga de memória



Fonte: Velázquez; *et al.* (2008), tradução nossa

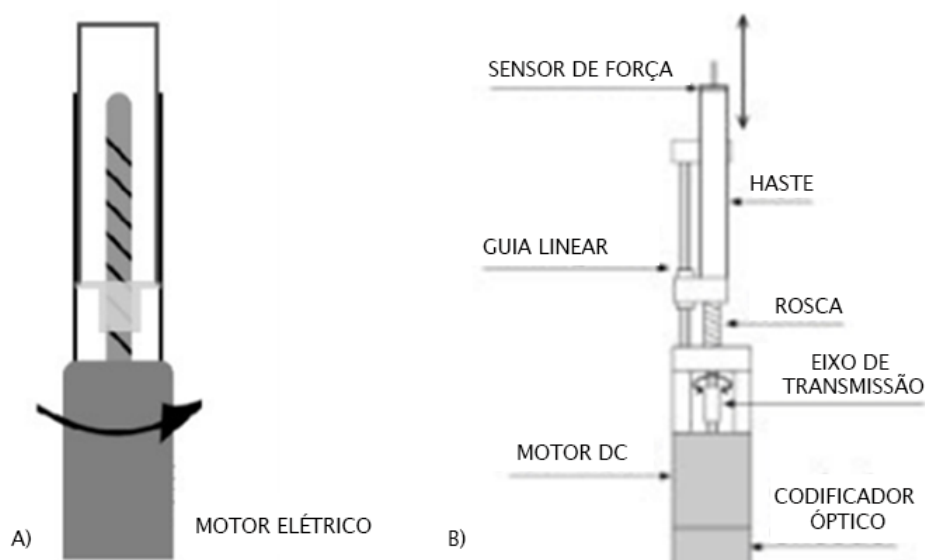
Atuadores SMA, como o *Bio Metal Helix 200*, fabricado pela Toki Corporation, possuem diâmetro tênue de 0,85 mm, além de permitirem serem deformados até o dobro do seu comprimento original (NAKATANI *et al.*, 2003). Essas são razões

favoráveis, segundo Nakatani *et al.* (2003), para aplicação em telas táteis, visto a facilidade de alocação dos mesmos.

2.9.1.5 Atuadores eletromecânicos

Os atuadores eletromecânicos são conhecidos por serem soluções baseadas em mecanismos de passo ou motores lineares (SZABO; ENIKOV, 2016). Dentre as aplicações, destacam-se os atuadores que utilizam do movimento rotativo do eixo de seus motores para conversão em movimento linear (RAGHAVENDRA; SANKARANARAYANAN, 2014). Segundo Raghavendra; Sankaranarayanan (2014), é comum, neste cenário, a utilização de motores de corrente contínua, por oferecerem duas direções (sentido horário ou anti-horário), conforme a polarização da tensão exercida sobre o mesmo (Figura 19).

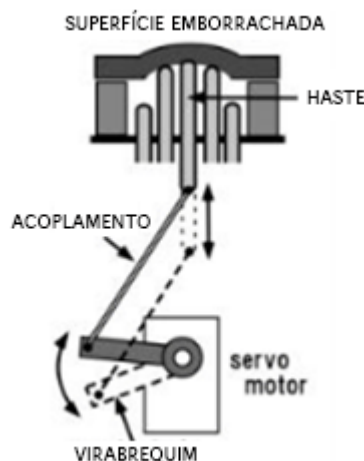
Figura 19: Modelos de atuadores eletromecânico baseado em motor DC



Fonte: a) Raghavendra; Sankaranarayanan (2014) / b) Iwata *et al.* (2001), tradução nossa

Há também mecanismos que utilizam servo motores (Figura 20) como meio de atuação, onde a rotação (0 a 180 graus) do eixo é convertida em movimento linear através de uma haste, um eixo de manivela e uma articulação (CRESPO, 2013). Conforme Crespo (2013), Muntasir *et al.* (2019), e Kim *et al.* (2009), essa é uma solução de atuação considerada simples por especialistas, visto sua fácil implementação, baixa dissipação de calor e baixo consumo de energia. Porém, Crespo (2013) atenta para a perda de precisão, baixa durabilidade e alto nível de ruído nestes sistemas.

Figura 20: Modelo de atuador eletromecânico baseado em servo motor



Iwata *et al.* (2001), tradução nossa

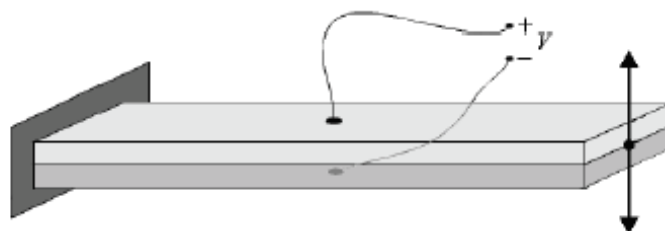
Conforme Nakatani *et al.* (2003) e Muntasir *et al.* (2019), estruturas eletromecânicas costumam ter um volume relativamente grande, o que dificulta a alocação em uma matriz de pinos densa, fator necessário para uma boa resolução. Desta forma, em geral, os atuadores eletromecânicos são vistos como falhos na sua aplicação em interfaces de exibição tátil.

2.9.1.6 Atuadores piezoelétricos

A cerâmica piezoelétrica compreende a classe de matérias dielétricos, os quais caracterizam-se por seus efeitos piezoelétricos e piezoelétricos reversos, fatores que resultam em: potencial elétrico quando o dielétrico é sujeito a vibrações mecânicas e vibração mecânica quando o dielétrico é sujeito a um campo elétrico (VELÁZQUEZ; HERNÁNDEZ; PREZA, 2012). Conforme Kunzler; Ribeiro (2020) tais características se traduzem em sensores, quando o material piezoelétrico é utilizado para transformar energia mecânica em elétrica, e atuadores, quando utilizados para transformar energia elétrica em mecânica.

Na forma *Bimorph* (Figura 21), os atuadores piezoelétricos possuem duas camadas finas permanentemente ligadas e sobrepostas que, quando estimuladas com sinais elétricos geram o efeito intercalado de expandir e contrair (KUNZLER; RIBEIRO, 2020). Esse fenômeno tem como causa o curvamento do atuador, o que faz com que cada ponto acoplado na extremidade do atuador seja movimentado verticalmente em relação à superfície da célula (CAPORUSSO; MKRTCHYAN; BADIA, 2010).

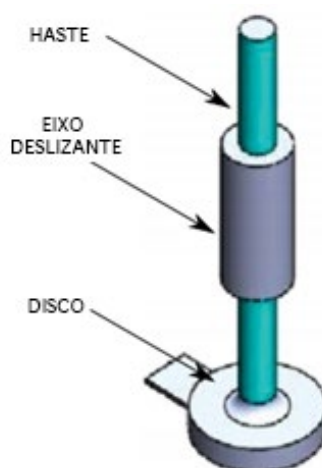
Figura 21: Modelo de atuador piezoelétrico (*Bimorph*)



Fonte: Kunzler; Ribeiro (2020)

Outra abordagem oferecida pelos atuadores piezoelétricos se dá na forma de motores piezoelétricos (Figura 22). Diferentemente dos bimorfos, esse tipo é baseado em elementos piezoelétricos deformáveis ativados em sequência, que geram como resultado a translação ou rotação de um eixo móvel (LEONARDIS; LOCONSOLE; FRISOLI, 2018).

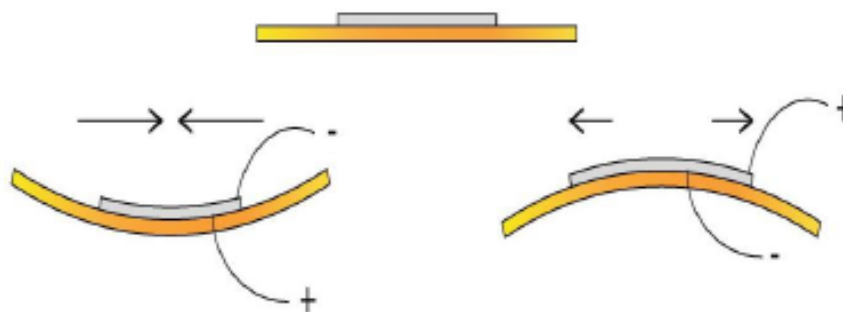
Figura 22: Modelo de atuador piezoelétrico (motor linear)



Fonte: Velázquez; Hernández; Preza (2012), tradução nossa

Há também, entre as várias formas de atuadores piezoelétricos, os discos piezoelétricos. Eles podem ser facilmente encontrados no mercado brasileiro e possuem preços mais acessíveis em relação aos atuadores *Bimorph* e motores piezoelétricos, custando cerca de R\$ 0,50 por atuador (KUNZLER; RIBEIRO, 2020). Eles são constituídos por uma fina camada de material piezoelétrico sobreposto em um pequeno prato metálico, onde cada disco piezoelétrico (Figura 23) possibilita, de igual forma aos atuadores *Bimorph*, gerar distorções em sua forma quando estimulados por sinais elétricos (KUNZLER; RIBEIRO, 2020).

Figura 23: Deformação do disco piezoelétrico conforme sua polarização



Fonte: Kunzler; Ribeiro (2020)

Quando se trata de atuadores piezoelétricos, Pasquero *et al.* (2007) e Jang *et al.* (2016) destacam múltiplas vantagens que os tornam a escolha ideal para uso como exibição tátil em interfaces, sendo elas: eficiência em termos de custo energético, dado seu baixo consumo de energia; vida útil proeminente; baixo custo monetário; altas taxas de atualização e portabilidade. Tais princípios consolidam esse tipo de atuador para o uso comum em muitos dispositivos portáteis, incluindo telas Braille atualizável e telefones celulares (PASQUERO *et al.*, 2007). Contudo, Pasquero *et al.* (2007) atentam para o fato de que os atuadores piezoelétricos possuem limitações quanto ao seu deslocamento, além de requererem altas tensões para que se deformem.

2.9.2 Arquitetura eletrônica

Dada a necessidade de gerenciamento das comunicações entre *software* e *hardware*, bem como de controle de potências e conversões de sinais, a arquitetura eletrônica é um dos pontos cruciais no que tange ao desenvolvimento de interfaces táteis. Dentre os fatores que permeiam esta área, enquadram-se os microcontroladores. Segundo Monk (2017), microcontrolador é um pequeno computador incorporado a um chip, que inclui um processador, memória RAM, memória EPROM e pinos de entrada e saída de dados, utilizados para ligação com demais componentes eletrônicos.

Conforme Wallace e Richardson (2016), há uma vasta gama de plataformas com vistas à construção de projetos baseados em microcontroladores. Dados os estudos de: Caporusso; Mkrtyan; Badia (2010), Velázquez; Hernández; Preza (2012), Kobayashi; Watanabe (2004), Szabo; Enikov (2016), Goncu; Marriott (2011),

Pasquero *et al.* (2007), Chen; Chossat; Shull (2019), Raitt *et al.* (2019), Huang *et al.* (2017), Raghavendra; Sankaranarayanan (2014), Martínez *et al.* (2014), Bau; Petrevski; Mackay (2009), Jang *et al.* (2016), Follmer *et al.* (2013), Kim *et al.* (2009), Benali-Khoudja; Hafez; Kheddar (2007), contidos na revisão sistemática da literatura (Apêndice B, p. 209), elencam-se como principais microcontroladores utilizados o Arduino, Raspberry Pi e FPGA, descritos nos itens abaixo.

2.9.2.1 Arduino

Com origem no *Ivrea Interaction Design Institute*, como uma ferramenta de prototipagem voltada para alunos sem formação em eletrônica e/ou programação, o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre e de baixo custo, projetada a partir de um microcontrolador Atmel AVR com suporte a entradas e saídas nativas, programáveis em linguagem simples baseada em C/C++ (ARDUINO, 2018, CRESPO, 2013; MONK, 2014a). Ele tem seu funcionamento a partir da conexão de um computador ou de forma autônoma e possibilita a conexão de dispositivos externos, como motores, relés, sensores, diodos luminosos e outros (MONK, 2014b). Conforme Monk (2014a), além das placas de interface, o Arduino inclui também *softwares* e ferramentas que propiciam o desenvolvimento de protótipos/projetos de forma ágil.

Como abordado por Crespo (2013), com a popularização do Arduino no mercado, áreas como a das Artes e do Design obtiveram benefícios diretos, possibilitando que profissionais criativos projetem e experimentem seus próprios produtos sem a dependência de técnicos ou engenheiros eletrônicos especializados. Atualmente, a plataforma Arduino possui diversos modelos, cada qual com as suas limitações, abrangendo aplicações como: IoT (*Internet of Things*, ou Internet das Coisas), vestíveis, impressão 3D e ambientes integrados (ARDUINO, 2018).

2.9.2.2 Raspberry Pi

A Raspberry Pi é uma placa de computador portátil orientada à educação, com tamanho aproximado de um cartão de crédito, com preços na faixa de US \$ 25-35 (MAKSIMOVIĆ *et al.*, 2014). Ela foi introduzida em 2012, no Reino Unido, pela Fundação Raspberry Pi, com foco na promoção do ensino de ciência da computação para jovens em escolas e universidades da Europa (RASPBERRY, 2019). Semelhante a um computador pessoal (PC), a Raspberry Pi consiste em um processador, chip

gráfico e memória RAM, sendo necessário um teclado para entrada de comandos, uma unidade de display para visualização das informações e uma fonte para sua alimentação (MAKSIMOVIĆ *et al.*, 2014).

Conforme Gay (2018), vários modelos de placas foram produzidos ao longo dos anos, partindo do modelo B, seguido pelo modelo A, contemplando atualmente 14 modelos comerciais (Quadro 5) distintos em seu portfólio.

Quadro 5: Especificações dos modelos da Raspberry Pi

(Continua)

Modelos	SoC / Processador	Memória RAM	Observações
Raspberry Pi Zero	BCM2834 ARMv6Z 1GHz 32-bit	512MB	-
Raspberry Pi Zero W	BCM2834 ARMv6Z 1GHz 32-bit	512MB	<i>Wireless 2.4 GHz / Bluetooth 4.1, BLE</i>
Raspberry Pi 1 Model A+	BCM2835 ARMv6Z 700 MHz 32-bit	256 MB	-
Raspberry Pi 1 Model B+	BCM2835 ARMv6Z 700 MHz 32-bit	512 MB	-
Raspberry Pi 2 Model B	BCM2836 ARMv7-A 900MHz 32-bit	1GB	<i>VideoCore IV 3D graphics core</i>
Raspberry Pi 3 Model B	BCM2837 ARMv8-A 1.2GHz 32/64-bit	1GB	<i>Wireless 2.4 GHz / Bluetooth 4.1, BLE</i>
Raspberry Pi 3 Model B+	BCM2837B0 ARMv8-A 1.4GHz 32/64-bit	1GB	<i>Wireless 2.4 GHz, 5.0 GHz / Bluetooth 4.2, BLE</i>
Raspberry Pi 3 Model A+	BCM2837B0 ARMv8 1.4GHz 64-bit	512MB	<i>Wireless 2.4 GHz, 5.0 GHz / Bluetooth 4.2, BLE</i>
Raspberry Pi 4 Model B	BCM2711 ARMv8-A 1.5GHz 64-bit	2GB, 4GB, 8GB	<i>Dual displays 4K / USB 3</i>
Raspberry Pi 400 unit	BCM2711 ARMv8-A 1.8GHz 64-bit	4GB	<i>Wireless 2.4 GHz, 5.0 GHz / Bluetooth 5.0, BLE / OpenGL ES 3</i>
Raspberry Pi Pico	Arm Cortex-M0+ 32-bit	264KB	-

Quadro 5: Especificações dos modelos da Raspberry Pi

(Conclusão)

Modelos	SoC / Processador	Memória RAM	Observações
Compute Module 4	BCM2711 ARMv8-A 1.5GHz 64-bit	1GB, 2GB, 4GB, 8GB	<i>Wireless</i> 2.4 GHz, 5.0 GHz / <i>Bluetooth</i> 5.0, BLE / <i>OpenGL</i> ES 3.0
Compute Module 3	BCM2837 ARMv8-A 1.2GHz 64-bit	1GB	67.6 x 31mm
Compute Module 1	BCM2835 ARMv6Z 1GHz 32-bit	512MB	67.6 x 30mm

Fonte: RaspberryPi (2021)

A Raspberry Pi, assim como os PC's, utiliza um sistema operacional (SO) para seu funcionamento, tendo como padrão o Raspbian, uma distribuição Linux baseada no Debian (MAKSIMOVIĆ *et al.*, 2014). Além das funções básicas contempladas pelo SO, a placa Raspberry Pi disponibiliza em seu circuito uma porta GPIO de 26 pinos, que podem ser programados como entradas e saídas digitais e/ou como interfaces para protocolos integrados. Deste modo, assim como o Arduino, o GPIO do Raspberry Pi permite que o mesmo se comunique com outros componentes e circuitos e/ou atue como um controlador em um circuito eletrônico, tendo como possíveis aplicações projetos como IoT, robótica, dentre outros (MAKSIMOVIĆ *et al.*, 2014; RASPBERRY, 2019).

2.9.2.3 FPGA

As FPGAs (*Field-Programmable Gate Arrays* ou Matrizes de portas programáveis) são dispositivos de silício pré-fabricados que podem ser programados eletricamente para se tornar qualquer tipo de sistema de circuito digital (KUON; TESSIER; ROSE, 2008). Segundo Monmasson; Cirstea (2007), a tecnologia permite o desenvolvimento de arquiteturas de *hardware* específicas, de modo que os projetistas possuem total liberdade em um ambiente programável flexível com relação às implementações de microprocessadores.

Como apontam Monmasson; Cirstea (2007), a FPGA constitui-se por uma matriz de blocos lógicos configuráveis (combinatórios e / ou sequenciais), ligados entre si por uma rede de interconexão totalmente reprogramável, em que as células de memória controlam os blocos lógicos, bem como suas conexões. Segundo Kuon;

Tessier; Rose (2008), tal flexibilidade tem um custo significativo de fatores com relação aos Circuitos Integrados Específicos. O consumo de energia de uma FPGA é de aproximadamente 20 a 35 vezes maior e seu desempenho, cerca de 3 a 4 vezes mais lento, desvantagens estas impostas por sua estrutura de roteamento programável.

Conforme Monmasson; Cirstea (2007), dentre as aplicações de sistemas elétricos em que as FPGAs são empregadas destacam-se: inversores de controle de potência, modulação de largura de pulso (PWM), conversores de matriz, máquina de relutância comutada (SRM), controle de *drives* de movimento, controle de lógica difusa de geradores de energia e medidores de velocidade. Segundo os autores, a grande gama de possibilidade de aplicação se dá em virtude da eficiência que os controladores baseados em FPGA respondem aos desafios atuais e futuros desse campo.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A partir dos conceitos abordados na fundamentação teórica, nesta seção será descrita a caracterização e as etapas da pesquisa, bem como os critérios de seleção dos participantes e os aspectos éticos da pesquisa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Demo (2000) caracteriza a pesquisa científica tanto como um procedimento de fabricação do conhecimento, quanto como procedimento de aprendizagem, sendo parte integrante de todo processo reconstrutivo do conhecimento. A pesquisa de ordem prática, também denominada de pesquisa aplicada, que caracteriza a natureza deste trabalho, visa auxiliar os profissionais na solução de problemas diários por meio dos resultados alcançados ao longo da investigação (DRESCH *et al.*, 2015). No entanto, o fato de a pesquisa possuir relevância profissional não descarta a necessidade que a mesma seja reconhecida pela comunidade acadêmica, garantindo assim, o avanço do conhecimento (DRESCH; *et al.*, 2015)

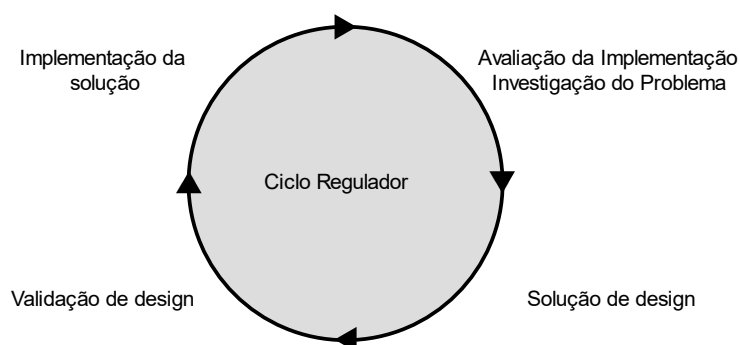
Segundo Hatchuel (2009 *apud* DRESCH *et al.*, 2015), o rigor da pesquisa pode ser alcançado através da utilização de métodos alinhados com a natureza do problema que se deseja estudar. Assim sendo, este trabalho traz em sua abordagem características da pesquisa mista, visto que por meio da compreensão do fenômeno estudado, pretende-se tornar aplicável a um grande número de casos. Como aponta Sampieri; Collado; Lucio (2013), a pesquisa mista se beneficia da combinação da coleta e análise de dados de ambas as abordagens, o que a torna profunda e com dados variados.

Quanto aos objetivos, este trabalho tem seu alcance enquadrado como exploratório, visto que apresenta uma perspectiva inovadora e molda a estrutura da área para novos estudos, à medida que o problema se torna mais explícito (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Conforme Dresch *et al.* (2015), as pesquisas realizadas sob o paradigma das ciências tradicionais resultam em estudos que se concentram em explicar, descrever, explorar ou predizer fenômenos e suas relações, apresentando limitações na construção ou criação de artefatos ou pesquisas orientadas à solução de problemas. Nesse sentido, a *design science* traz consigo um

novo paradigma epistemológico para condução da pesquisa a partir dos fundamentos dos métodos científicos (DRESCH *et al.*, 2015).

Dresch *et al.* (2015) conceituam a *design science* como um conjunto de conhecimentos acerca de *design* produzidos por pesquisas que seguem um rigor metodológico que, por sua vez, concebem e validam sistemas que ainda não existem, seja criando, recombinação ou alterando métodos que tragam melhorias às situações existentes (LACERDA *et al.*, 2013). Para tal, o método da *design science research* (DSR) traz em sua abordagem a concepção de artefatos inovativos, que buscam solucionar problemas do mundo real, ao mesmo tempo em que contribuem de forma prescritiva para a ciência por meio de métodos abduativos (DRESCH *et al.*, 2015). Rodrigues (2018) aborda que, na *design science research*, um problema prático é responsável por guiar a pesquisa, trazendo à tona outros problemas práticos, bem como questões de pesquisa ao longo deste processo, encadeando assim um ciclo regulador, como ilustra a Figura 24.

Figura 24: Ciclo regulador da DSR



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2018, p. 117)

Segundo Dresch *et al.* (2015) é constatado que a *design science research* é o método de pesquisa mais indicado quando o objetivo do estudo é projetar ou desenvolver artefatos, ou soluções prescritivas, colocando-os à prova. Dresch *et al.* (2015) destacam, ainda, que a *design science research* contribui no aumento da relevância dos trabalhos realizados, diminuindo a distância entre a academia e as organizações. Desta forma, considerando que um dos fatores que garantem o rigor metodológico e a confiabilidade dos resultados de uma pesquisa é a utilização de métodos e ferramentas que respondam aos problemas de pesquisa formulados, bem como a consecução dos objetivos delineados, os procedimentos metodológicos adotados por este trabalho apoiam-se sob o paradigma da *design science research*

(DSR), proposta por Dresch *et al.* (2015). Assim sendo, a Figura 25 ilustra de forma geral o delineamento metodológico adotado por este trabalho a fim de facilitar a compreensão.

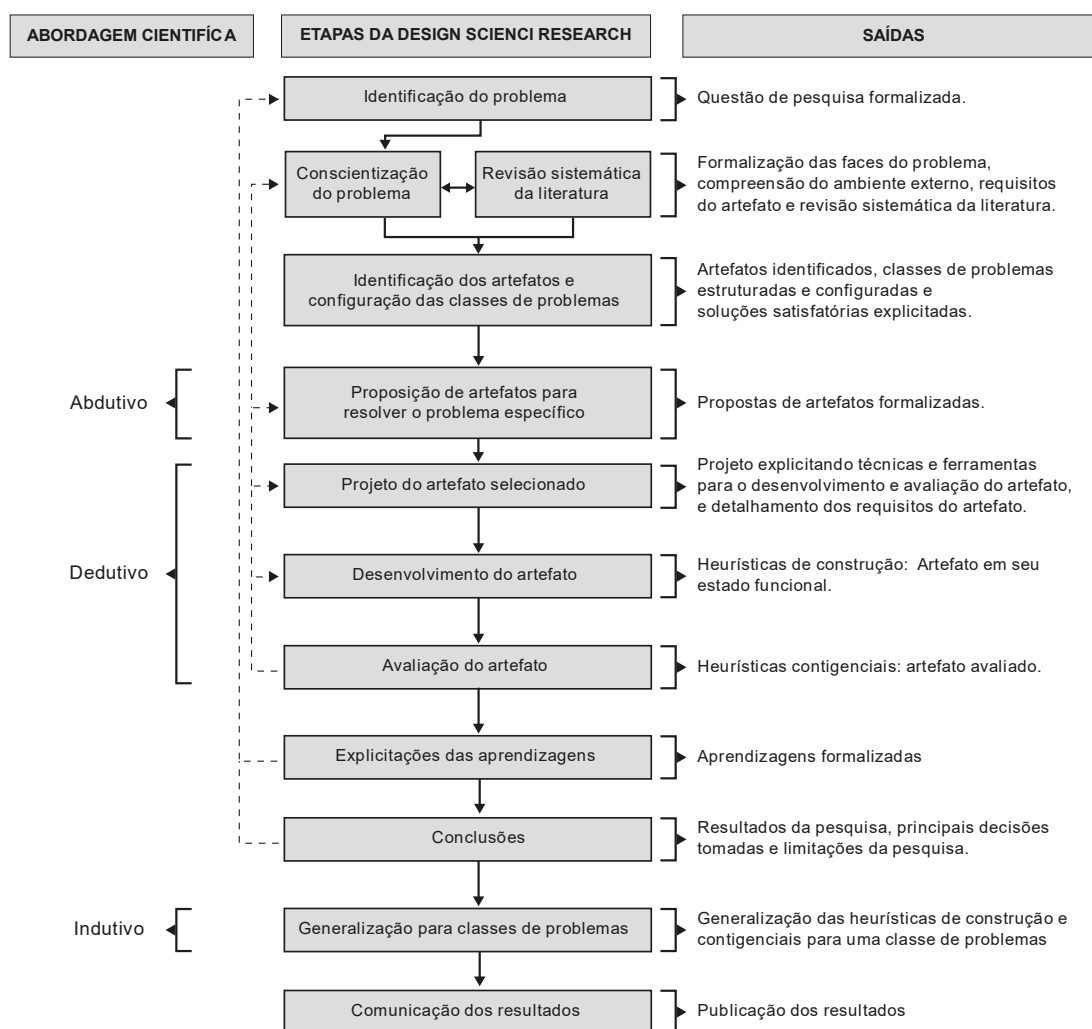
Figura 25: Delineamento Metodológico



Fonte: O Autor (2021)

Deste modo, o desenho desta pesquisa fundamenta-se pelos sete critérios de condução definidos pelo pesquisador Alan Hevner, por meio do processo metodológico de Dresch *et al.* (2015), o qual estrutura-se em 12 etapas (Figura 26).

Figura 26: Etapas da *Design Science Research*.



Fonte: Adaptado de Dresch *et al.* (2015, p. 125 e 134).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

As etapas previstas na pesquisa, incluem diferentes métodos que colaboram para o alcance da geração de aportes metodológicos sistematizados para o projeto de interfaces computacionais multimodais, que contribuam para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

Deste modo, a fase inicial contempla a definição do problema. Esta tem como ponto de partida a investigação acerca de questões que permeiam à promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual, por intermédio do canal tátil e sonoro, bem como sua contribuição para a socialização de pessoas com deficiência. Como resultado desta fase, tem-se formalizado o problema de pesquisa, este descrito no item 1.3 (p. 24).

Na sequência, contemplam-se, a conscientização do problema e a revisão sistemática da literatura¹¹. Nesta fase, são realizados, o levantamento de informações acerca de: técnicas, modelos, métodos e/ou diretrizes que auxiliem no design e desenvolvimento de *audiogames* acessíveis as pessoas com deficiência visual; bem como, os recursos computacionais táteis e hápticos utilizados na interação de pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais. Deste modo, esta fase, junto à literatura cinza, soma-se à construção da fundamentação teórica.

A quarta fase do método contempla o levantamento de dados, a qual busca-se coletar dados de diferentes fontes. Para tal, três etapas são previstas. A primeira, trata-se da identificação dos artefatos e a configuração das classes de problema. Na sequência, também com base nas RSL (Item 4.1.1, p. 123), são pontuadas as funcionalidades e as características de ferramentas similares ao projeto, bem como lições adquiridas e construídas por outros pesquisadores; a terceira, a partir da aprovação do CEP (Anexo B, p. 507), onde são realizadas entrevistas¹² com usuários interdisciplinares¹³, a fim de investigar as funcionalidades, as características, os requisitos e as exigências do futuro artefato, bem como testemunhos de experiências com artefatos similares. Deste modo, as entrevistas são planejadas para ocorrerem

¹¹ O método utilizado para a condução das RSL, bem como os resultados alcançados podem ser encontrados no item 4.1.1 (p. 123).

¹² O ambiente de pesquisa é descrito no item 3.4 (p. 119).

¹³ Os critérios estabelecidos para a inclusão dos participantes são descritos no item 3.3 (p. 118).

no período de 60 minutos, de forma semiestruturada, com perguntas abertas que objetivam a discussão do assunto por parte dos entrevistados, cabendo a eles o direito de resposta. A condução destas, seguem o roteiro prévio de entrevistas (Apêndice F, p. 277), onde são apresentados aos participantes o problema e os objetivos da pesquisa, visando esclarecer o propósito da atividade, seguido da realização de questões. Com isso, objetiva-se como resultados desta etapa:

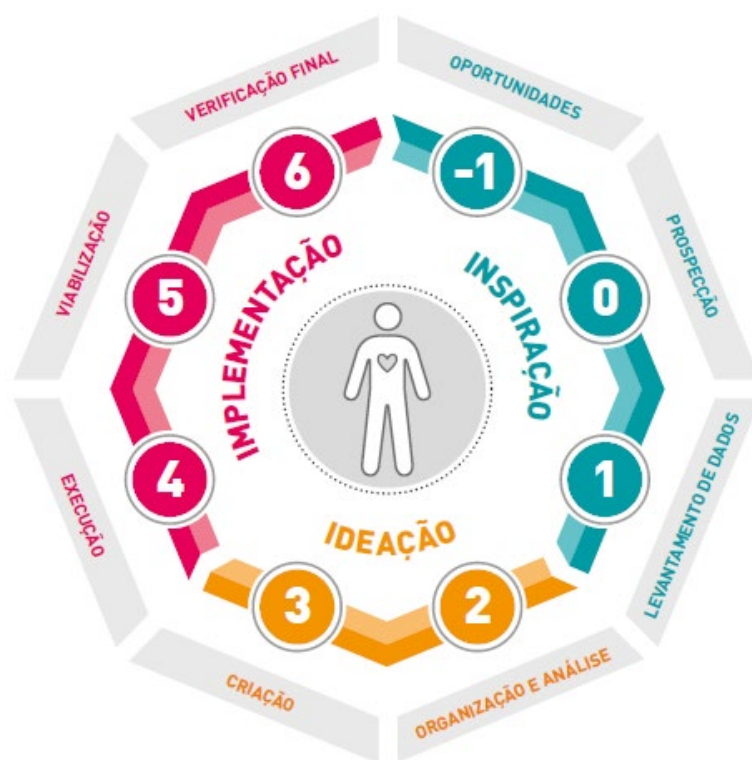
- A configuração das classes de problemas, com base nos dados advindos das RSL.
- O levantamento preliminar de mercado, para identificar pontos fracos e fortes em competidores, experiências de uso com produtos similares, testemunhos e opiniões de outros usuários, bem como uma listagem de características desejáveis para o futuro produto;
- As especificações de requisitos e de exigências, para determinar o uso pretendido, os usuários, o contexto, os requisitos desejáveis quanto à eficácia, eficiência e satisfação.

A quinta, sexta, sétima e oitava fases do método, que correspondem respectivamente à proposição, projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato, são executadas sob a ótica do Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP) (Figura 27). A metodologia proposta por Merino (2016) busca orientar o desenvolvimento de projetos centrados no usuário. Assim sendo, têm-se as etapas de -1, 0 e 1 (inspiração) da GODP atendidas pelas fases anteriores (1, 2, 3 e 4) da DSR.

Deste modo, a quinta fase do método da DSR, que utiliza a abordagem abdutiva, é contemplada pelas etapas 2 e 3 (a ideação) da GODP. Nesta fase, são organizados e catalogados os dados obtidos da quarta etapa por intermédio do diagrama de afinidade¹², este executado com aprovação do CEP (Anexo B, p. 507), por usuários interdisciplinares¹³ junto ao pesquisador. Para execução da atividade, como descreve o Roteiro prévio de execução do diagrama de afinidade (Apêndice G, p. 282), é previsto um tempo médio de 120 minutos, no qual, são apresentados inicialmente aos participantes o problema e os objetivos da pesquisa, seguido por uma lista de diretrizes, recomendações e princípios de design quanto à promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas

com deficiência visual, por intermédio do canal tátil e sonoro, as quais devem em consenso, ser selecionadas e hierarquizadas em grupos lógicos.

Figura 27: GODP - Uma metodologia de design centrado no usuário



Fonte: Merino (2016)

Para mais, é utilizada nesta fase a *Usage Centered Design*, de modo a considerar características internas e o contexto do artefato, como seus componentes, suas relações e limitações, sejam elas internas e externas. Assim, somam-se os dados coletados nas fases anteriores, sintetizando-as em documentos como: os papéis dos usuários (necessidades, interesses, expectativas, comportamentos), os casos de tarefas a serem executados (narrativas estruturadas), bem como a definição da estrutura do projeto detalhado, resultando assim, em aportes para a concepção de conceitos e alternativas de artefatos.

A sexta, sétima e oitava fases da DSR contemplam o projeto, o desenvolvimento e a avaliação das alternativas de artefatos advindos da etapa anterior, que correspondem às etapas 4, 5 e 6 (implementação) da GODP e auxiliam na construção do ambiente interno do artefato. Nesta fase, a partir da sistematização estabelecida, são desenvolvidos protótipos de artefatos de alta e de baixa fidelidade, a fim de validar os conceitos e alternativas propostos, bem como o emprego da

avaliação descritiva com base nos conhecimentos prévios, avaliações heurísticas¹⁴, bem como, inspeções de conformidade¹⁵. Para tal, estava prevista a realização das avaliações acima descritas por grupos focais, de modo a contemplar todo o ciclo de desenvolvimento de projeto centrado no usuário. No entanto, devido às restrições epidemiológicas impostas pelo contexto atual desta pesquisa, esta passa a ser executada pelo autor, tendo a aplicação com o grupo focal como sugestão para trabalhos futuros.

Conforme Brendler *et al.* (2014), a avaliação é importante para o processo de desenvolvimento de produtos centrados no usuário, visto que o retorno do usuário final irá garantir a excelência do produto. Deste modo, como resultado desta etapa, constam não apenas o artefato validado em seu estado funcional, mas também as heurísticas de construção e as heurísticas contingenciais, que são consideradas uma das contribuições da DSR para o avanço da ciência (DRESCH *et al.*, 2015). Cabe ressaltar que os resultados apresentados nesta etapa podem nortear um regresso para uma das etapas anteriores, no caso dos resultados não se mostrarem satisfatórios.

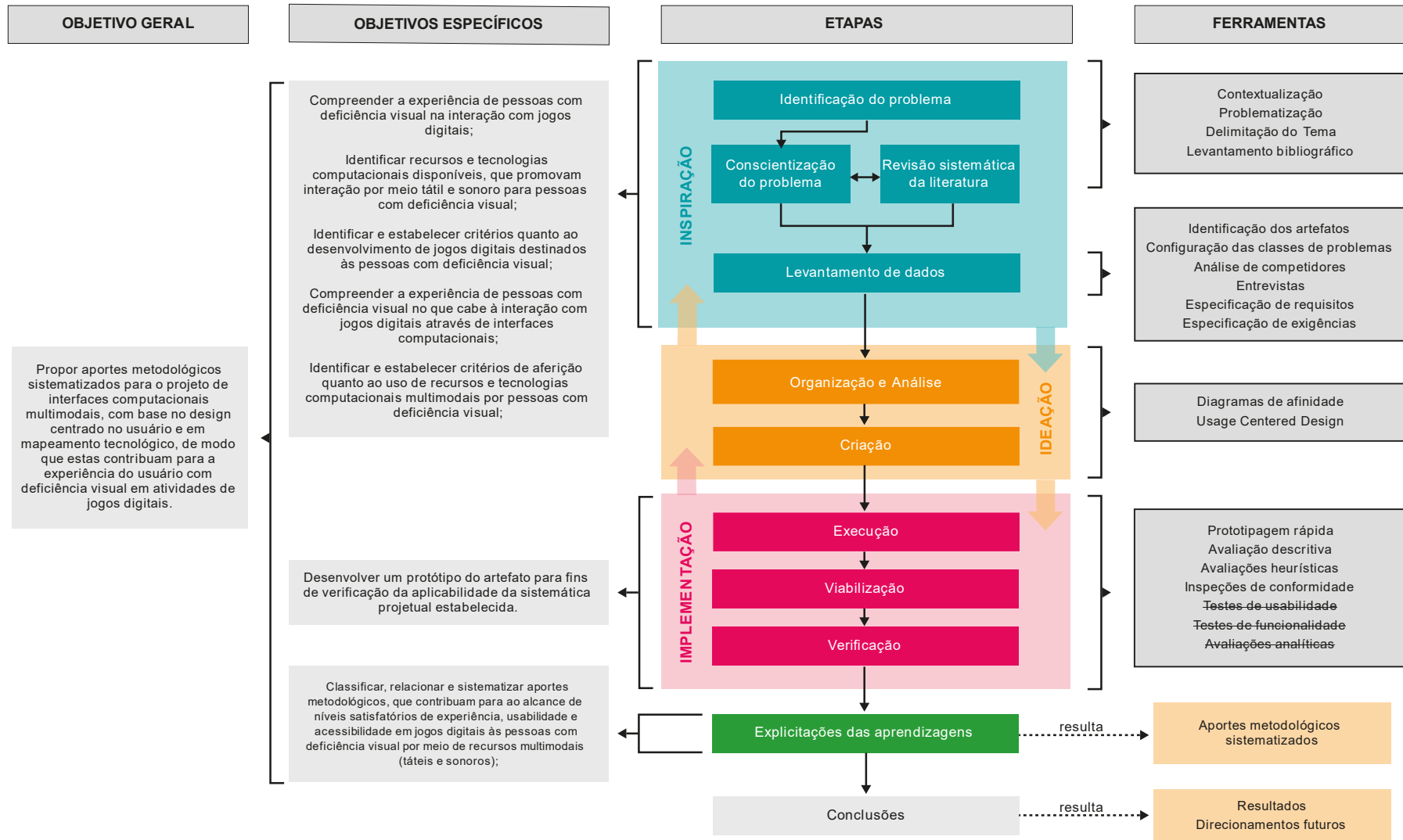
A nona fase contempla as explicitações das aprendizagens provenientes do processo de pesquisa, ponderando erros e acertos, resultando, assim, em subsídios para a geração do conhecimento, tanto no campo prático como teórico. Esta fase, visa auxiliar outros pesquisadores ou designers quanto ao desenvolvimento de jogos digitais acessíveis às pessoas com deficiência visual, bem como o projeto de interfaces computacionais multimodais empregadas aos jogos digitais.

A décima fase elucida a conclusão da pesquisa, bem com a formalização dos resultados obtidos. Também são as limitações da pesquisa e os direcionamentos a futuros trabalhos. Por fim, têm-se o artefato desenvolvido e suas heurísticas generalizadas a uma classe de problemas, servindo para que outros pesquisadores as utilizem na condução de pesquisas similares. A Figura 28 apresenta a visão geral da metodologia adotada neste trabalho, bem como os critérios que a norteiam:

¹⁴ As avaliações heurísticas são executadas a partir da adaptação das regras de ouro de Schneiderman (p. 41), e nas regras de usabilidade propostas por Nielsen (p. 41) por meio de um *checklist*.

¹⁵ As inspeções de conformidade se dão com base nas recomendações elucidadas no item 2.7.3.2.1 (p.82), item 2.7.3.2.2 (p. 83) e item 2.5.2.4 (p. 59)

Figura 28: Processo metodológico.



Fonte: O Autor (2021)

3.3 SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

Como apontam Kronbauer e Neris (2014), uma das barreiras impostas ao pesquisador, se dá em função do recrutamento de usuários representativos, em termos de, papéis desempenhados, capacidades e habilidades. Conforme o levantamento realizado pela RSL (Apêndice B, p. 209), que elenca dados das avaliações realizadas pelos estudos selecionados, é possível observar uma representatividade média de 8 a 12 participantes, sendo estes em sua maioria, com idades entre 21 e 34 anos, videntes, cegos e com baixa visão. O que em parte, corrobora com Cybis; Betiol; Faust (2010), que apontam como ideal a presença de 6 a 12 participantes de áreas interdisciplinares na participação de grupos focais.

Assim sendo, para seleção dos participantes deste trabalho, dois grupos com objetivos distintos são pautados ao longo da pesquisa. Um grupo exploratório, contendo o mínimo de seis participantes, para execução de entrevistas quanto: funcionalidades, características, requisitos e exigências do futuro artefato, bem como testemunhos de experiências com artefatos similares; um grupo focal confirmatório, contendo o mínimo de três participantes, para realização do diagrama de afinidade. Ambos os grupos devem contar com os participantes em comum em ambas as atividades. Também estava previsto pela metodologia para etapa de avaliação um terceiro grupo, incluindo apenas participantes cegos e com baixa visão, a qual sugere-se a realização em trabalhos futuros.

O recrutamento dos participantes se deu por conveniência, a partir da base pessoal de e-mails do pesquisador, onde o mesmo já possui contatos prévios, bem como indicações por parte dos participantes. Deste modo, dentre os critérios para a inclusão dos participantes em ambas as atividades elencam-se:

- a) Ser maior de 18 anos;
- b) Possuir computador com acesso à internet (no caso do participante ser cego ou baixa visão, possuir software leitor de telas previamente instalado);
- c) Enquadrar-se em um dos grupos descritos:
 - a. Designer de jogos;
 - b. Designer de produto;

- c. Engenheiro
- d. Programador;
- e. Especialista em Acessibilidade;
- f. Especialista em Usabilidade / IHC;
- g. Representantes de usuários (que possuam experiência com jogos digitais):
 - i. Vidente;
 - ii. Cego;
 - iii. Baixa Visão.
- d) Assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C, p. 267, / Apêndice D, p. 271), o qual aponta os benefícios da participação e os possíveis riscos (para usuários cegos ou de baixa visão, a anuência é dada por meio de resposta ao e-mail enviado pelo pesquisador, informando seu consentimento na participação da pesquisa).

Deste modo, o convite para participar desta pesquisa é dado por meio de uma carta convite (Apêndice E, p. 275), enviada individualmente por correio eletrônico. Junto a mesma, encontra-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C, p. 267 / Apêndice D, p. 271), o qual, com anuência por parte do usuário, é retornada no endereço eletrônico do remetente, cabendo ao mesmo manter uma cópia do mesmo como garantia legal. Cabe destacar que, todos os documentos enviados aos convidados estão devidamente acessíveis aos *softwares* leitores e ampliadores de telas.

3.4 AMBIENTE DE PESQUISA

Com vistas a segurança quanto à participação dos usuários nesta pesquisa, dada a pandemia da Covid-19, que vem sendo vivenciada ao longo destes últimos anos (2020, 2021 e 2022), foram definidas algumas ferramentas para o ambiente de interação.

Para realização das entrevistas, bem como o diagrama de afinidade, são estabelecidas como ferramentas: o Google Meet¹⁶, para a discussão dos participantes; e o Google Docs¹⁷ para representação dos diagramas estabelecidos. Cabe ressaltar que ambas as ferramentas são virtuais, acessíveis e operam de modo remoto, dispensando a presença física dos participantes, vide as restrições epidemiológicas impostas pelo contexto atual desta pesquisa. Deste modo, o acesso a ambas ferramentas é dado por meio de um *link*, com data e horário estabelecidos previamente entre pesquisador e participantes. Com isso, busca-se na execução desta pesquisa a minimização dos riscos aos participantes envolvidos por meio de medidas como:

- a não manipulação de objetos físicos, bem como contatos pessoais;
- o sigilo acerca da identidade e imagem dos participantes;
- a isenção de custos de participação;
- a garantia quanto ao uso das informações obtidas através da participação serem exclusivamente para fins de pesquisa, com publicação neste relatório e artigos relacionados, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- a participação facultativa, garantindo a retirada do consentimento a qualquer momento desejado;
- o envio de uma via do TCLE assinado como garantia legal, a qual, é de suma importância que seja arquivada em local seguro pelo participante;
- o envio dos contatos do pesquisador e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Cabe destacar ainda, há a possibilidade de ocorrência de falhas ou quedas de conexão com a internet e/ou energia elétrica durante a realização das atividades, bem como possíveis dificuldades quanto à operação das ferramentas propostas, de modo

¹⁶ <https://workspace.google.com/intl/pt-BR/products/meet>

¹⁷ <https://workspace.google.com/intl/pt-BR/products/docs/>

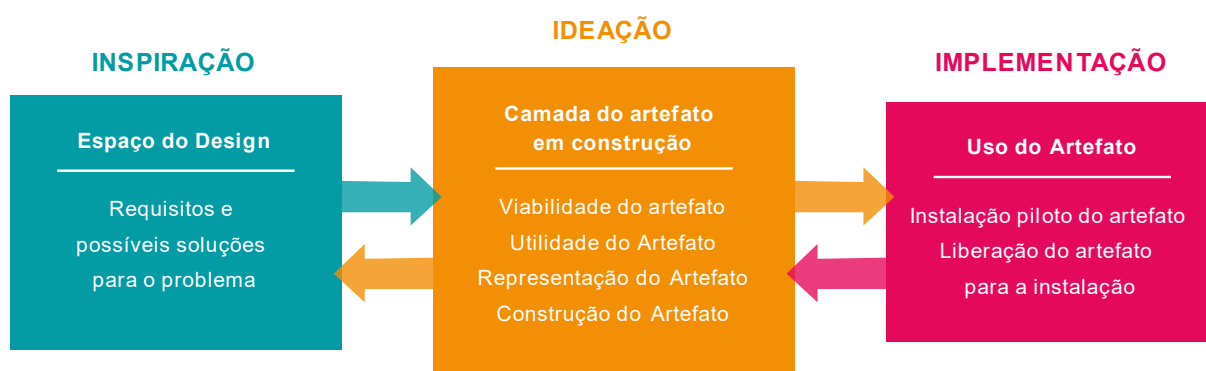
que estas, não acarretaram prejuízos aos participantes, sendo este livre por optar à não execução da atividade proposta.

Ademais, as informações obtidas através das atividades propostas, têm seu registro (áudio e vídeo) compiladas e redigidas em relatórios identificados através de códigos alfanuméricos, assegurando o sigilo dos participantes. Ressalta-se ainda que, o projeto da presente pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética da Plataforma Brasil, tendo sido aprovado, conforme aponta o parecer consubstanciado (Anexo B, p. 507).

4 DESIGN DO ARTEFATO

Gil e Hevner (2011 *apud* DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015), apontam que o processo de design constitui-se de várias camadas (Figura 29) fortemente relacionadas às características e propriedades dos artefatos que buscam ser desenvolvidos.

Figura 29: Processo de desenvolvimento do artefato



Fonte: adaptado de Gil e Hevner (2011 *apud* DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015)

Estas camadas segmentam-se em: Espaço do Design, Construção do artefato e Uso do artefato. Elas representam, respectivamente: o conjunto de possíveis soluções para resolução do problema, bem como os requisitos para o seu funcionamento; sua viabilidade; seus benefícios; sua representação conceitual; sua construção; e por fim, a aplicabilidade no contexto de uso real.

Com isso, pretende-se gerar um artefato que, por meio do uso dos canais tátil e sonoro, propicie níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em atividades de jogos digitais às pessoas com deficiência visual. Por meio da execução destas camadas, busca-se estabelecer aportes metodológicos sistematizados para o projeto de interfaces computacionais multimodais, bem como diretrizes para a construção dos jogos digitais que serão executados nesta interface. Com esse cenário, projetistas e desenvolvedores poderão se beneficiar do artefato proposto, favorecendo indiretamente aos usuários finais (pessoas com deficiência visual) através de suas criações baseadas nos aportes supracitados.

Deste modo, esta seção apresenta detalhadamente a condução destas camadas a partir dos procedimentos metodológicos estabelecidos no Item 3.2 (p. 113) desta pesquisa.

4.1 INSPIRAÇÃO

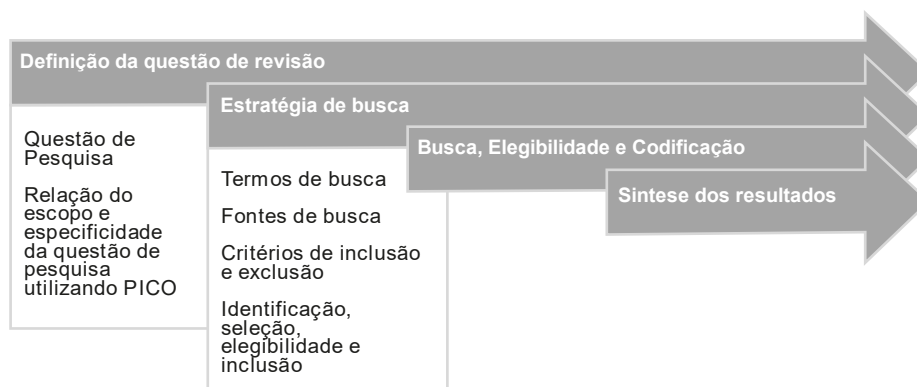
Também denominada de Espaço do design, trata-se da primeira camada do processo de desenvolvimento do artefato. Seu intuito é reunir possíveis soluções para o problema, bem como os requisitos para seu pleno funcionamento (DRESCH *et al.*, 2015). Nesta etapa são verificadas as oportunidades frente ao problema proposto e o que se pretende desenvolver, de modo a assegurar quanto a assertividade na proposição do artefato (DRESCH *et al.*, 2015; MERINO, 2016). Posto isto, os itens abaixo detalham as fases desta etapa.

4.1.1 Revisão sistemática da literatura

A revisão sistemática da literatura é considerada uma etapa fundamental da condução de pesquisas científicas. Ela resulta em uma documentação detalhada do processo através de uma metodologia rigorosa, explícita e passível de reprodução (BUCHINGER, SIQUEIRA, HOUNSELL, 2014). O método em questão tem por objetivo mapear, avaliar e sintetizar resultados através de evidências e avaliações críticas de estudos primários, buscando identificar lacunas que resultem em relatório ou síntese (DRESCH *et al.* 2015; BIOLCHINI *et al.*, 2005).

Para a elaboração destas revisões sistemáticas da literatura, optou-se pela utilização do método adaptado da *Design Science Research*, tendo por referência o PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Ilustrado pela Figura 30, o método utilizado para esta revisão sistemática da literatura tem por especificidade as seguintes etapas: definição da questão de revisão, estratégia de busca e síntese dos resultados (DRESCH *et al.*, 2015).

Figura 30: Método adaptado da *Design Science Research* para revisão sistemática da literatura



Fonte: O Autor (2019)

A metodologia de pesquisa *Design Science Research* tem por objetivo a formulação e validação de artefatos que propiciem benefícios às pessoas através da resolução de problemas reais, por meio da produção de conhecimentos científicos (DRESCH *et al.*, 2015).

4.1.1.1 Desenvolvimento de *Audiogames* acessíveis às pessoas com deficiência visual (Apêndice A)

A revisão teve seu período de execução abrangendo o intervalo de maio de 2019 a julho de 2019, com objetivos de investigar, na literatura científica, técnicas, modelos, métodos e/ou diretrizes que auxiliem no *design* e desenvolvimento de *audiogames* acessíveis as pessoas com deficiência visual. Foram selecionadas para a revisão sistemática da literatura quatro bases de dados: Scopus, IEEE, EBSCOhost e Springer Link. Dentre os 456 registros advindos das bases, a partir da *string* de busca estabelecida no Quadro 6, foi possível elencar, através dos critérios estabelecidos, um portfólio de 12 artigos em língua inglesa diretamente relacionados ao tema. Os relatos levantados demonstraram a concentração de estudos por grupos de pesquisa, com foco na área de jogos digitais acessíveis, especificamente o tipo abordado por essa revisão: “*audiogames*”.

Quadro 6: *String* de busca na língua inglesa utilizada na RSL - Desenvolvimento de *Audiogames* acessíveis às pessoas com deficiência visual

((visually impaired) OR (visual disability) OR (blind) OR (blind people) OR (who is blind) OR (blind NEAR gam*) OR (developer) OR (game developer) OR (game designer)) AND

((develop*) OR (creat*) OR (build) OR (produce) OR (design)) AND

((easily) OR (simplify) OR (facilitate) OR (speed up)) AND

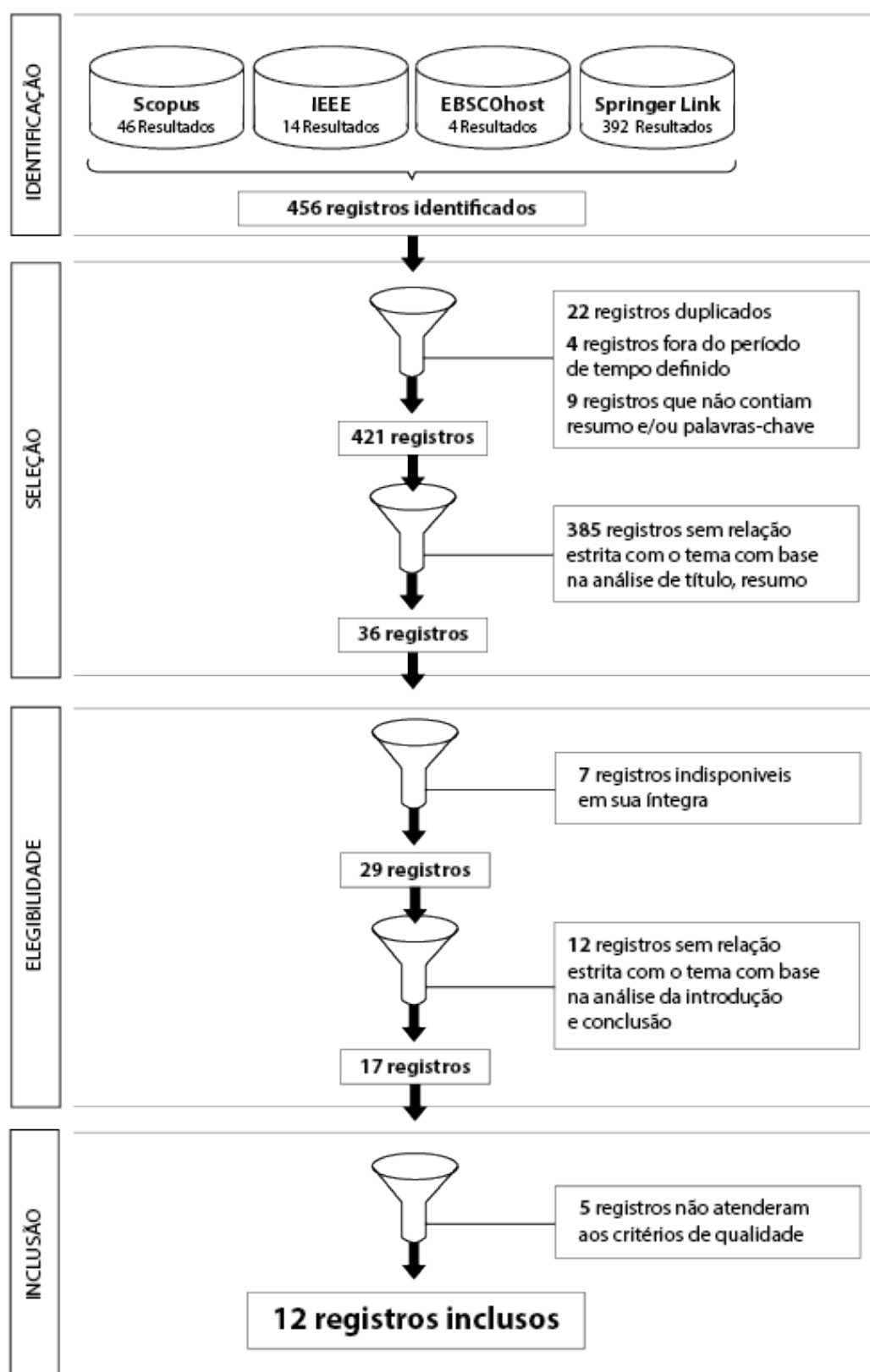
((audiogame) OR (games NEAR accessibility) OR (game audio) OR (audio game) OR (blind game)) AND

((technique) OR (model) OR (method) OR (parameter) OR (process) OR (game design) OR (development kit) OR (framework) OR (sdk) OR (tool kit) OR (development NEAR tool))

Fonte: O Autor (2019)

Por fim, esta revisão permitiu, além das contribuições para o referencial teórico deste trabalho, a compilação de 8 considerações de design e desenvolvimento com recorrência entre os autores investigados, um levantamento de técnicas de navegação e modelos de mecânicas utilizados em jogos digitais acessíveis. A Figura 31 ilustra o fluxo de execução estabelecido por esta revisão sistemática da literatura.

Figura 31: Diagrama de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão do fluxo principal da revisão sistemática



4.1.1.2 Interfaces táteis/hápticas no contexto dos jogos digitais acessíveis (Apêndice B)

A revisão teve seu período de execução abrangendo o intervalo de novembro de 2019 a março de 2020, com objetivos de investigar na literatura científica, recursos computacionais táteis e hápticos utilizados na interação de pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais. Foram selecionadas para esta revisão sistemática da literatura três bases de dados: Scopus, IEEE e Springer Link, além dos resultados advindos por intermédio de referências cruzadas. Dentre os 608 registros resultantes, a partir da *string* de busca estabelecida no Quadro 7, foi possível elencar, através dos critérios estabelecidos, um portfólio de 48 artigos, estes em língua inglesa e diretamente relacionados ao tema.

Quadro 7: *String* de busca na língua inglesa utilizada na RSL – Interfaces táteis/hápticas no contexto dos jogos digitais acessíveis

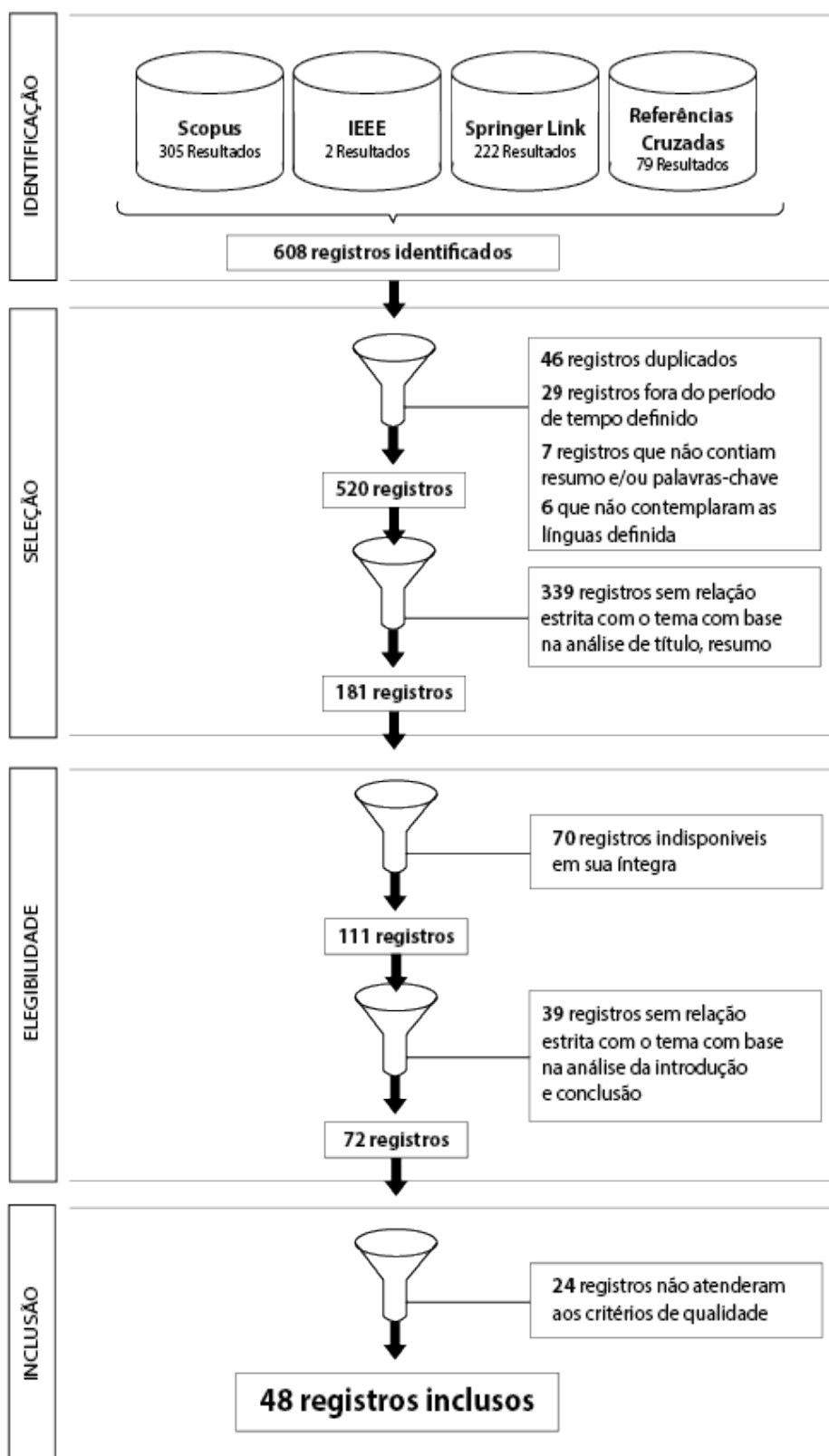
(("visually impaired") OR ("visual disability") OR ("blind") OR ("blind people") OR ("who is blind"))
AND
 (("haptic display") OR ("tactile display") OR ("tactile interface") OR ("pin-matrix") OR ("tactile video"))
AND
 (("game") OR ("game*") OR ("blind game") OR ("game" NEAR "accessibility")) AND
 ("experience") OR ("design experience") OR ("user experience") OR ("interaction"))

Fonte: O Autor (2019)

Por meio do método de Triangulação ecológica, foi possível elencar os problemas abordados em cada estudo bem como os artefatos propostos para resolução dos mesmos, as heurísticas de construção e contingenciais e os resultados alcançados. Também foi possível efetuar um levantamento quanto às tecnologias existentes (comerciais e não comerciais) no que se refere às interfaces táteis e hápticas, bem como os métodos de avaliação e validação realizados pelos estudos.

Por fim, esta revisão permitiu, além das contribuições para o referencial teórico deste trabalho, direcionar a proposição do artefato tanto em questões de tecnologia, quanto de avaliação e validação do mesmo. A Figura 32 ilustra o fluxo de execução estabelecido por esta revisão sistemática da literatura.

Figura 32: Diagrama de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão do fluxo principal da revisão sistemática



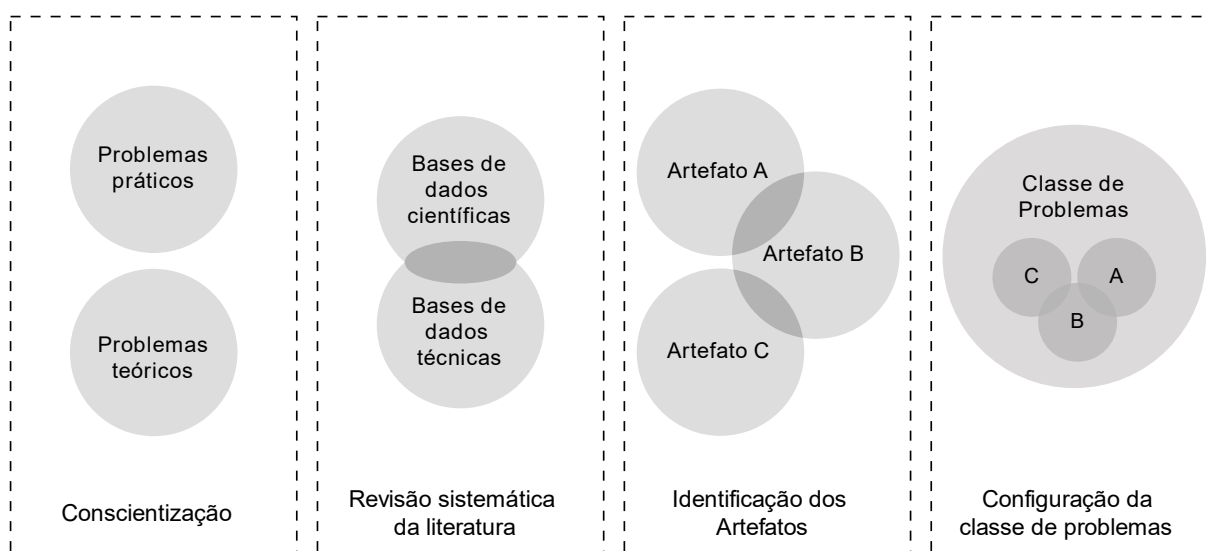
4.1.2 Levantamento de dados

Conforme Merino (2016), o projeto tem sua definição na etapa de levantamento de dados, baseado nas necessidades e expectativas do usuário. Deste modo, como referido na metodologia (Item 3.2, p. 113), para esta etapa, além da identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas, são utilizadas também como ferramentas: a análise de competidores, entrevistas, especificações de requisitos e exigências. Deste modo, a partir das revisões sistemática da literatura, fora possível levantar dados quanto: às orientações para o desenvolvimento e avaliação de jogos acessíveis, os principais produtos comerciais no que tange à interação tátil, especificações de protótipos acadêmicos, além da contribuição teórica para o estabelecimento de um roteiro prévio (Apêndice F, p. 277) para a aplicação das entrevistas. Posto isso, os itens abaixo detalham os procedimentos.

4.1.2.1 Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas

Segundo Dresch *et al.* (2015), as classes de problemas permitem que os artefatos e suas soluções não sejam aplicados apenas a questões pontuais, mas gerem conhecimentos que possam ser generalizados e enquadrados em classes, servindo assim como referência à comunidade quanto à resolução problemas similares. Para tal, através da lógica de construção das classes de problemas (Figura 33) estabelecida por Dresch *et al.* (2015), pode-se definir fronteiras entre as delimitações dos problemas e suas soluções por meio de artefatos existentes.

Figura 33: Lógica para construção das classes de problemas



Fonte: Adaptado de Dresch *et al.* (2015)

Deste modo, com base na conscientização do problema e nas revisões sistemáticas da literatura (Apêndices A e B, p. 194 e 209) foi possível identificar, classificar e analisar ferramentas e soluções propostas pertinentes ao problema de pesquisa, generalizando-as assim em classes de problema (Quadro 8).

Quadro 8: Configuração das classes de problema

(Continua)

Classe de Problema	Problema	Artefato
Jogos Digitais	Facilitação quanto à criação de jogos digitais táteis em terminais de Braille para crianças com deficiência visual.	<i>Engine</i> para jogos digitais baseados em tela Braille.
	Promoção de Acessibilidade em jogos digitais	Requisitos de Acessibilidade
		Técnicas de desenvolvimento
		Interfaces Multimodais
	Heurísticas de construção	
Representação Gráfica Tátil	Conversão de conteúdo multimídia para exibição em displays gráficos táteis	<i>Softwares</i>
	Representação de gráficos digitais através de interfaces táteis.	Displays gráficos táteis
		Sistemas de tele presença háptica
	Promoção de controle quanto à visualização de gráficos táteis complexos.	Displays gráficos táteis instrumentados
	Exibição de gráficos táteis dinâmicos	Displays gráficos táteis
Integrar a combinação da sensação háptica com computação gráfica.	Interfaces táteis/hápticas	
Interação com objetos virtuais	Entrega de experiência ao usuário com relação a interação com objetos virtuais.	Interfaces táteis
		Interfaces hápticas
		Interfaces sonoras

Quadro 8: Configuração das classes de problema

(Conclusão)

Classe de Problema	Problema	Artefato
Interação com objetos virtuais	Promoção de interações físicas dinâmicas, exibição de formas, interações não dominantes com as mãos e notificações hápticas expressivas.	Interface hápticas
Navegação em ambientes virtuais	Promoção de interações dinâmicas com objetos passivos.	Sistemas de telepresença háptica
	Proporcionar a percepção de estímulos em diferentes resoluções espaciais	Interface táteis
		Interface hápticas
	Navegação em ambientes virtuais bidimensionais	Interface táteis
		Interface hápticas
		Interface sonoras

Fonte: O Autor (2020)

4.1.2.2 Análise com base na literatura

Com base na literatura abordada por este trabalho, bem como na identificação dos artefatos e configuração das classes de problema, esta análise permitiu elencar as principais características e técnicas presentes nos artefatos propostos nos estudos (comerciais e acadêmicos), além de um conjunto de requisitos/recomendações quanto à promoção de acessibilidade e usabilidade nos jogos digitais.

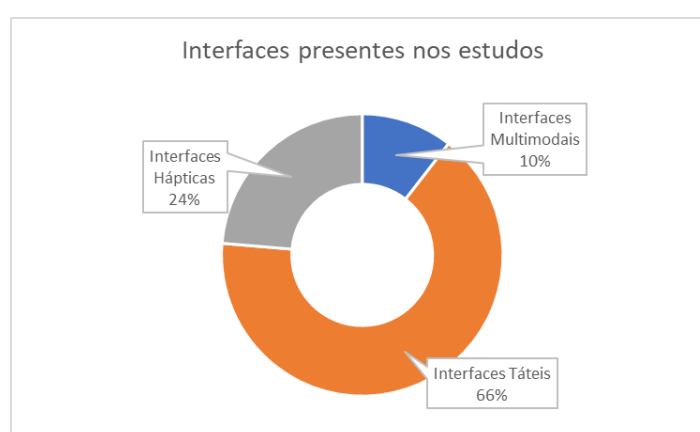
Deste modo, no que tange à promoção de acessibilidade e usabilidade nos jogos digitais, um total de 50 requisitos/recomendações foram abordadas neste trabalho, sendo estes agrupados por suas similaridades e elencados nos itens: 2.5.2.4 (p. 59); 2.7.3.2.1 (p. 82) e 2.7.3.2.2 (p. 83).

Com relação às interfaces e suas interações, foi realizado um levantamento quanto a características técnicas presentes nos estudos, bem como os produtos comerciais neles citados. Assim sendo, com base no Quadro 7 contido no Apêndice B (p. 254), o qual aponta as características fundamentais das interfaces detalhadas, é possível observar: a predominância do tipo de atuador Piezoelétrico (*bimorph*), bem

como dos processadores Atmel da família megaAVR; as resoluções que variam em matrizes de pontos de, 4x4, 6x6, 8x8, 10x10, 30x30, 64x64 até a maior resolução de 120x60; o diâmetro dos pinos que variam do menor (0.5mm^Ø) ao maior (10mm^Ø), tendo como média de 3,23mm^Ø, sendo a medida de maior recorrência 1,5mm^Ø; a distância entre os pinos que varia da menor (0.5mm) a maior (25 mm), tendo como média de 3,95mm, sendo a medida de maior recorrência 2,5mm; a elevação dos pinos que variam da menor (0,1mm) a maior (120mm), tendo como média de 18,5mm, sendo a medida de maior recorrência 0,7mm; pôr fim a força de atuação, que varia da menor (13mN) a maior (5N), tendo como média de 2,5N. Características estas consideradas essenciais para o desenvolvimento das interfaces táteis.

No tocante aos produtos comerciais, o Quadro 8, presente no Apêndice B (p. 209), detalha os 15 produtos presentes nos estudos, sendo destes: sete matrizes táteis, com resoluções que variam de 12 a 104 pontos de largura, e 6 a 60 pontos de altura; duas linhas braile, ambas com 32 células de 6x2; duas mesas táteis sensíveis ao toque com feedback sonoro; cinco sistemas de *feedback* háptico, sendo três *joysticks* com *force feedback* e dois estimuladores por vibração. Dentre os principais fabricantes estão: Orbit, Metec, Hims, 3D Systems e Logitech.

Figura 34: Tipos de interfaces presentes nos estudos



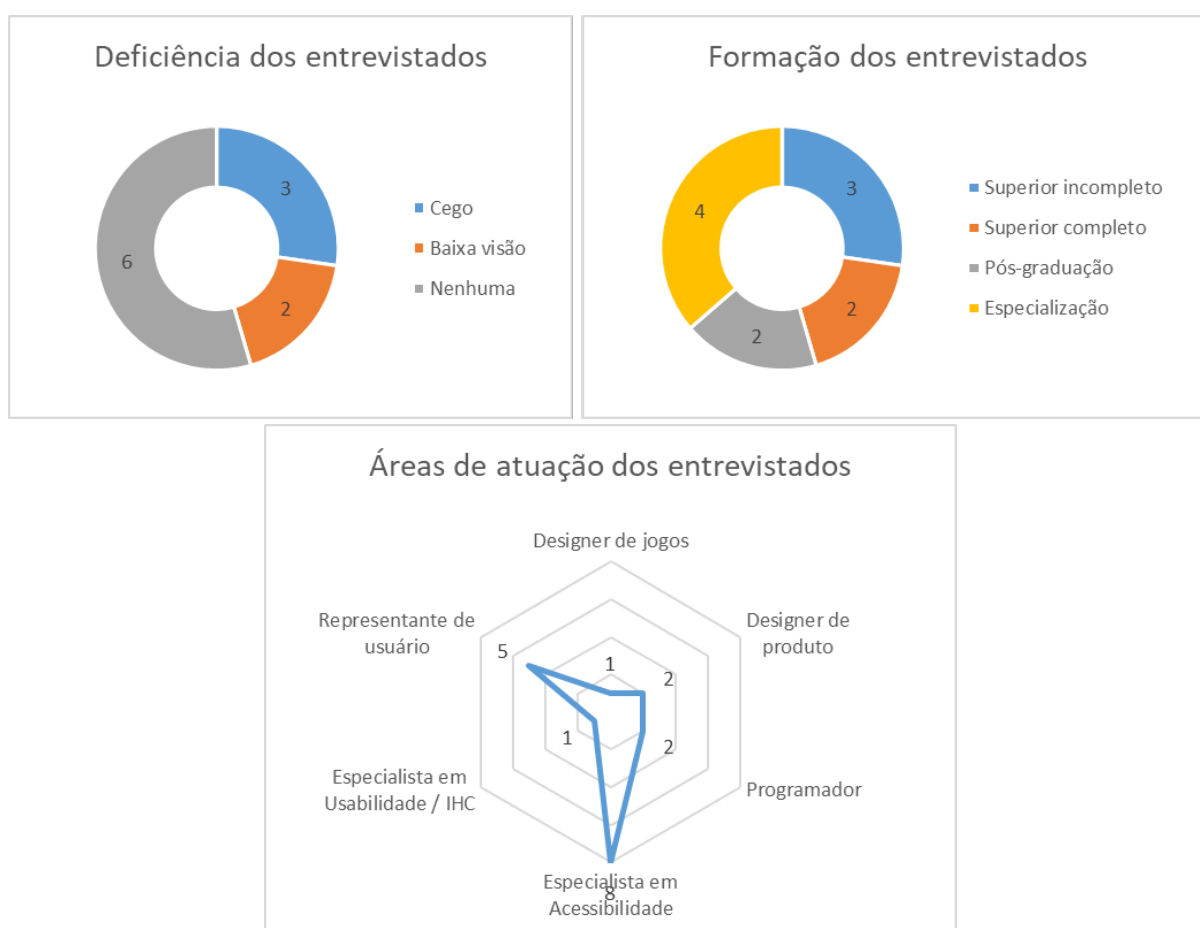
Fonte: O Autor (2022)

Cabe destacar que, dentre as interfaces (tátil, háptico, sonoro) presentes em 36 estudos dos 48 elencados no Apêndice B (p. 209), há maior recorrência do tipo tátil, dado expresso pela Figura 34, o qual denota que o uso das interfaces táteis se trata de uma área em ascensão dado os avanços tecnológicos, reafirmando a importância deste trabalho.

4.1.2.3 Análise com base em grupo exploratório

Para esta análise, a partir dos critérios estabelecidos para a seleção dos participantes (Item 3.3, p. 118), foi convocado um grupo exploratório, contendo 11 participantes com idades entre 22 e 39 anos, com expertise nas áreas de: design de jogos, design de produto, programação, acessibilidade, usabilidade/IHC, bem como na posição de representantes de usuário (pessoas com deficiência visual¹⁸). A Figura 35 ilustra de modo geral os dados quanto ao perfil dos entrevistados.

Figura 35: Dados quanto ao perfil dos entrevistados



Fonte: O Autor (2022)

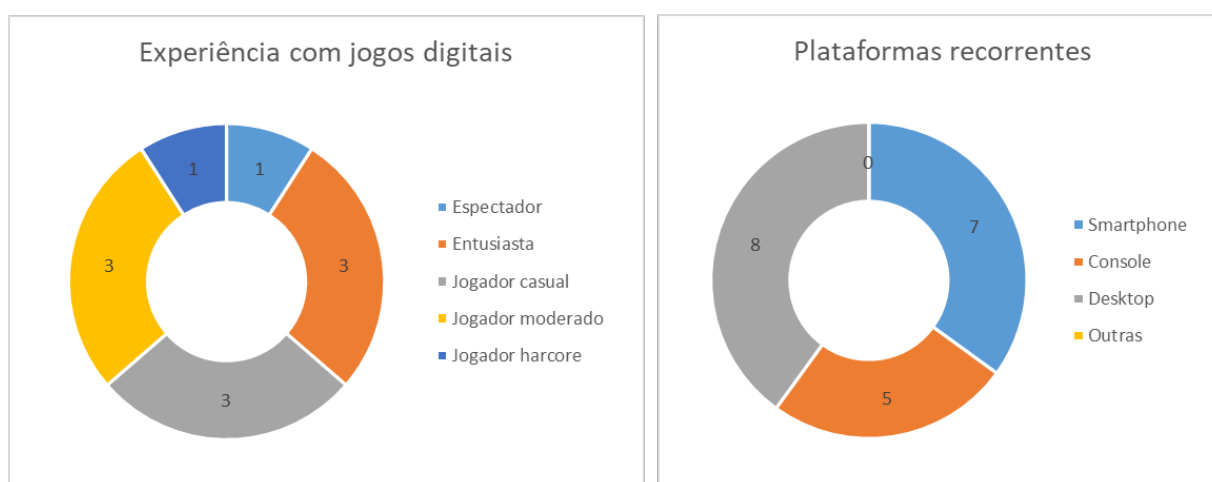
Como proposto na metodologia, os participantes foram submetidos a uma entrevista de forma individual, a qual pode ser visualizada em sua íntegra no Apêndice H (p. 284). Dentre os pontos abordados pela mesma, é possível visualizar em um primeiro momento os conceitos-chave por parte dos entrevistados. Estas refletem

¹⁸ Entre os participantes com deficiência visual constam: um participante com deficiência visual advéncia e quatro participantes com deficiência visual congênita. Todos possuem familiarização com recursos digitais de Tecnologia Assistiva e jogos digitais.

suas experiências com os jogos digitais, bem como suas percepções sobre os termos acessibilidade e usabilidade e seu emprego nos jogos digitais.

Dentre as categorias propostas quanto à familiarização dos entrevistados com relação aos jogos digitais, é possível visualizar uma predominância de jogadores entusiastas, casuais e moderados, sendo a plataforma recorrente destes, o *desktop* e o *smartphone*. A Figura 36 retrata em números estas representações.

Figura 36: Familiarização dos entrevistados com as atividades de jogos digitais



Fonte: O Autor (2022)

Quanto as suas percepções sobre os temas acessibilidade e usabilidade (Figura 37), é possível notar uma forte tendência por parte das respostas, que refletem que, estas devem prover meios de propiciar autonomia e independência do usuário quanto ao acesso a recursos, bem como à facilidade de compreensão dentre as possibilidades e especificidades de cada usuário. Tais questões, podem ser observadas nos trechos abaixo (Quadro 9 e Quadro 10) retirados das entrevistas.

Quadro 9: Fragmento de entrevista - Sujeito B

“...trata-se da possibilidade de acesso a todos os recursos do jogo, independente das limitações que o usuário venha a ter, sejam elas, física, intelectual ou de recursos/equipamentos disponíveis”

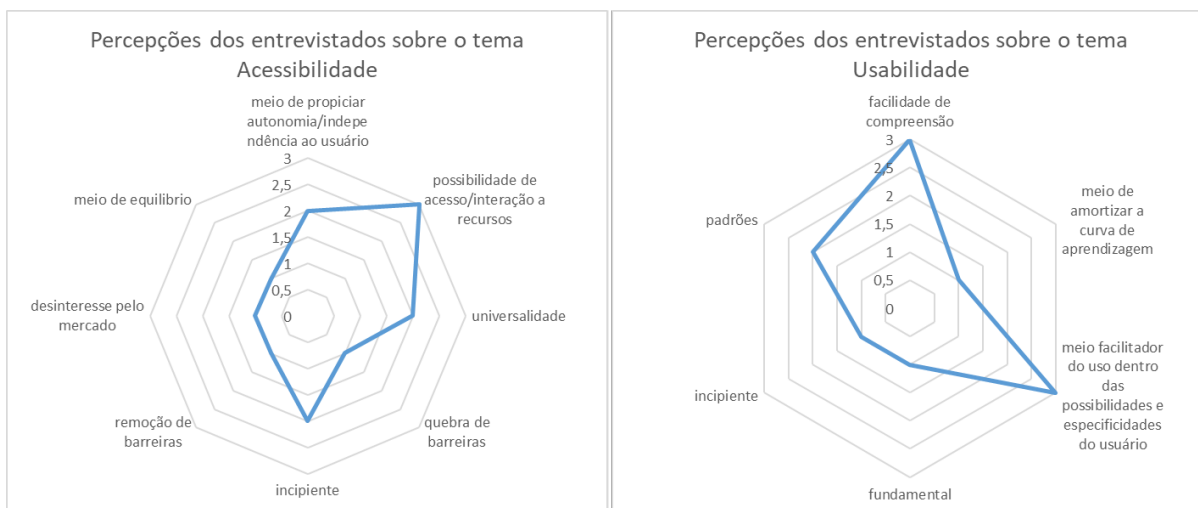
Fonte: O Autor (2022)

Quadro 10: Fragmento de entrevista - Sujeito G

“...é oferecer a possibilidade de inserção do público com deficiência no mundo dos jogos digitais, dando a elas autonomia, de modo que elas recebam dos jogos as mesmas informações que são passadas as pessoas que não possuem deficiência”

Fonte: O Autor (2022)

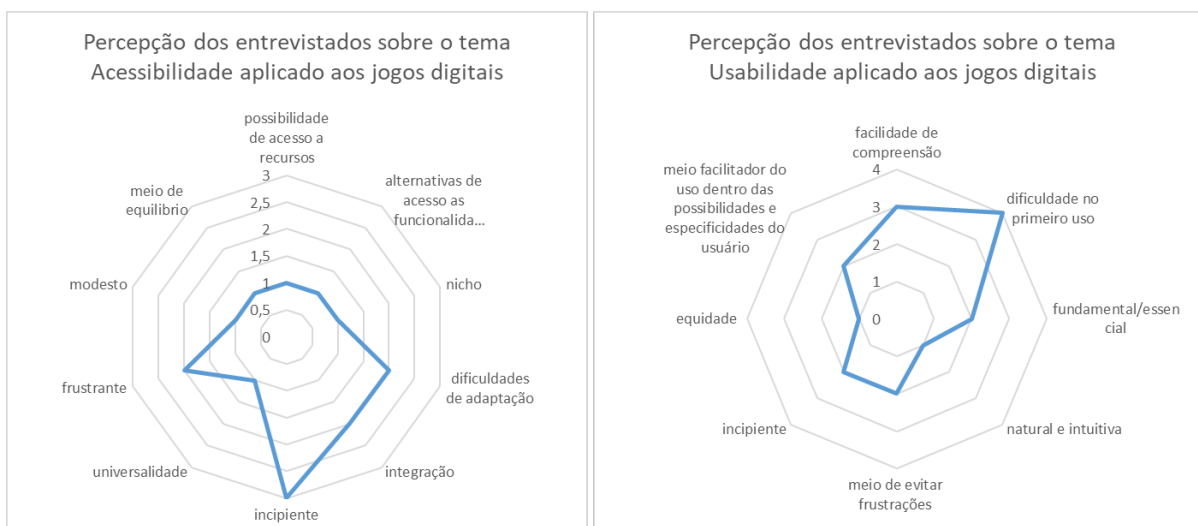
Figura 37: Percepções dos entrevistados sobre os temas: Acessibilidade e Usabilidade



Fonte: O Autor (2022)

Frente a isso, é nítido que o emprego de ambas (Acessibilidade e Usabilidade) nas atividades de jogos digitais, são vistas ainda como incipientes. Dentre os pontos abordados pelos entrevistados (Figura 38), questões como dificuldades de adaptação e utilização são recorrentes entre as respostas.

Figura 38: Percepções dos entrevistados sobre os temas: Acessibilidade e Usabilidade aplicados aos jogos digitais



Fonte: O Autor (2022)

No geral, isso se deve à falta do alinhamento entre acessibilidade e usabilidade, a qual é pautada pelos entrevistados como essencial, no quesito da efetivação da experiência do usuário com o meio. O Quadro 11 pontua a fala do Sujeito H em sua entrevista.

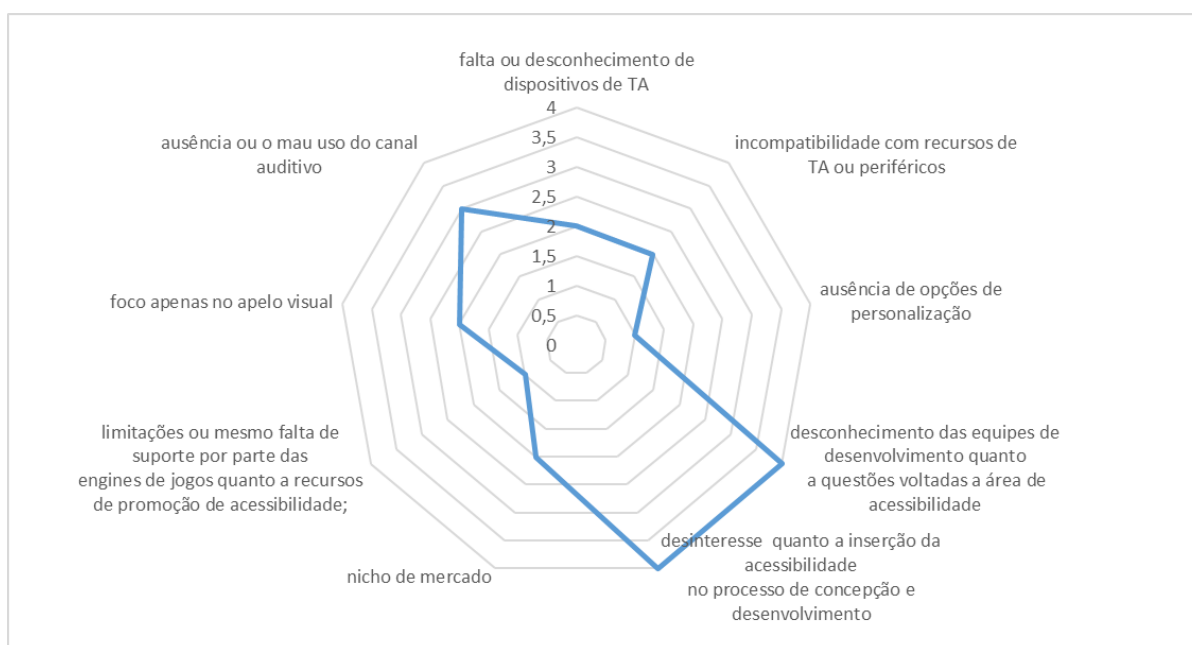
Quadro 11: Fragmento de entrevista - Sujeito H

“...ainda que muitos jogos ofereçam formas de facilitar o acesso como: manuais, enredo prévio, mapa de teclas, ainda há necessidade de muita prática para se ter um domínio aceitável”

Fonte: O Autor (2022)

Com base neste cenário, dentre os défices levantados quanto à promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais (Figura 39), o desconhecimento das equipes de desenvolvimento frente às questões voltadas à área de acessibilidade, bem como o desinteresse da inserção da acessibilidade no processo de concepção e desenvolvimento, são fortemente pontuados.

Figura 39: Principais défices na visão dos entrevistados quanto à promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais



Fonte: O Autor (2022)

Tais resistências se dão em virtude de se tratar de um tema erroneamente pautado como nicho de mercado, o qual não é explorado pela massa, onde questões de inclusão são negligenciados pelas grandes publicadoras de jogos digitais, ou mesmo abarcados por questões orçamentárias. No ponto de vista dos entrevistados, estas decorrem de vários fatores (Figura 40), pela dificuldade de adaptação de mecânicas presentes nos jogos digitais tradicionais, os quais são concentrados nos apelos visuais, aliado ao despreparo dos profissionais frente às questões de acessibilidade.

Figura 40: Principais resistências na visão dos entrevistados no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento



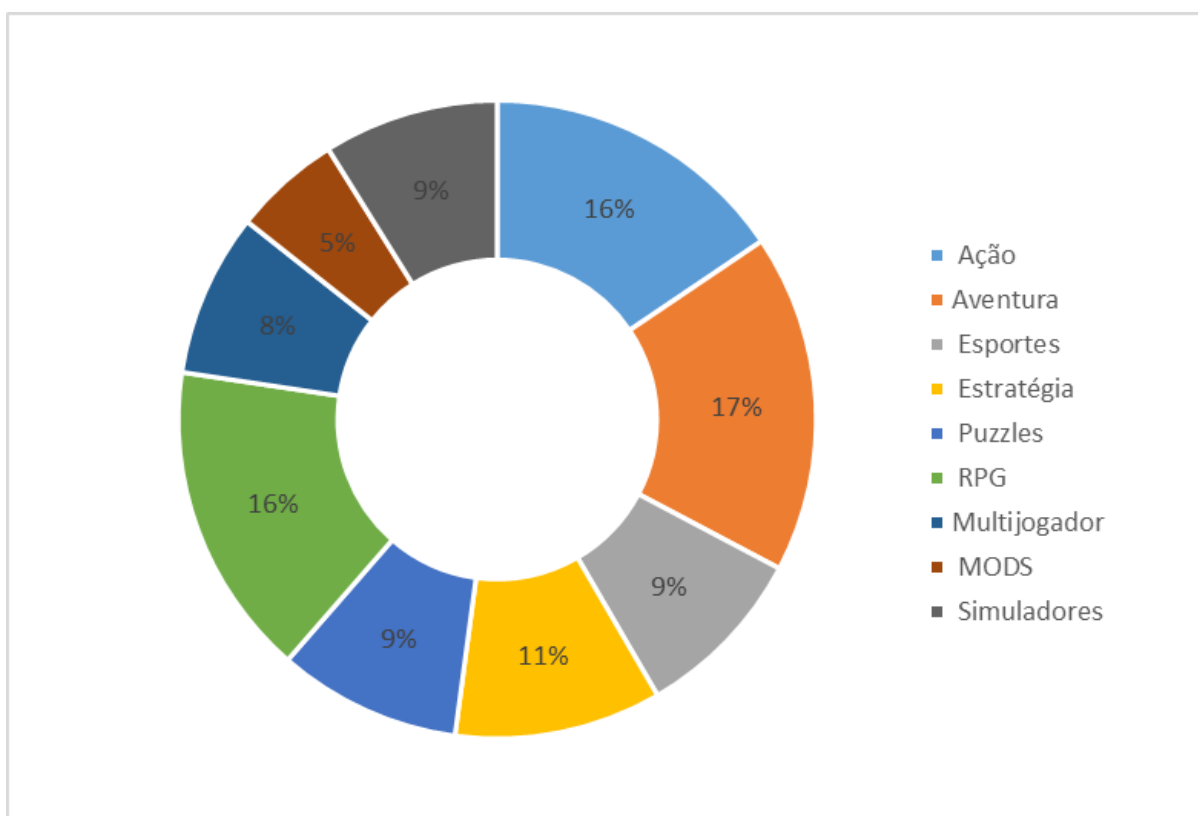
Fonte: O Autor (2022)

Quanto aos aspectos que tangem o objeto (recursos de acessibilidade, multimodalidade e experiência de uso nas atividades de jogos digitais), buscou-se investigar entre os entrevistados, opiniões, testemunhos de artefatos similares bem como funcionalidades, características, requisitos e exigências do futuro artefato.

Com relação aos jogos digitais, buscou-se compreender a partir de seus pontos de vista, quais taxonomias são pontuadas como relevantes pelos entrevistados, quanto à relação ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. Esta análise demonstrou proximidade entre as três taxonomias elencadas como maior relevância, sendo elas: jogos de aventura, seguidas de jogos de ação e RPG. A Figura 41 ilustra em sua totalidade a relevância das taxonomias.

Dentre as questões que visavam o levantamento de recursos quanto à promoção de acessibilidade nas atividades de jogos digitais conhecidos pelos entrevistados (Figura 42), elencaram-se como principais: o uso de leitores de tela; artifícios disponíveis em joysticks; além dos meios disponibilizados pelos jogos, os quais não são necessariamente exclusivos para a promoção de acessibilidade, como por exemplo, o áudio estéreo.

Figura 41: Relevância quanto ao interesse/expectativa das taxonomias de jogos digitais pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade a partir da visão dos entrevistados



Fonte: O Autor (2022)

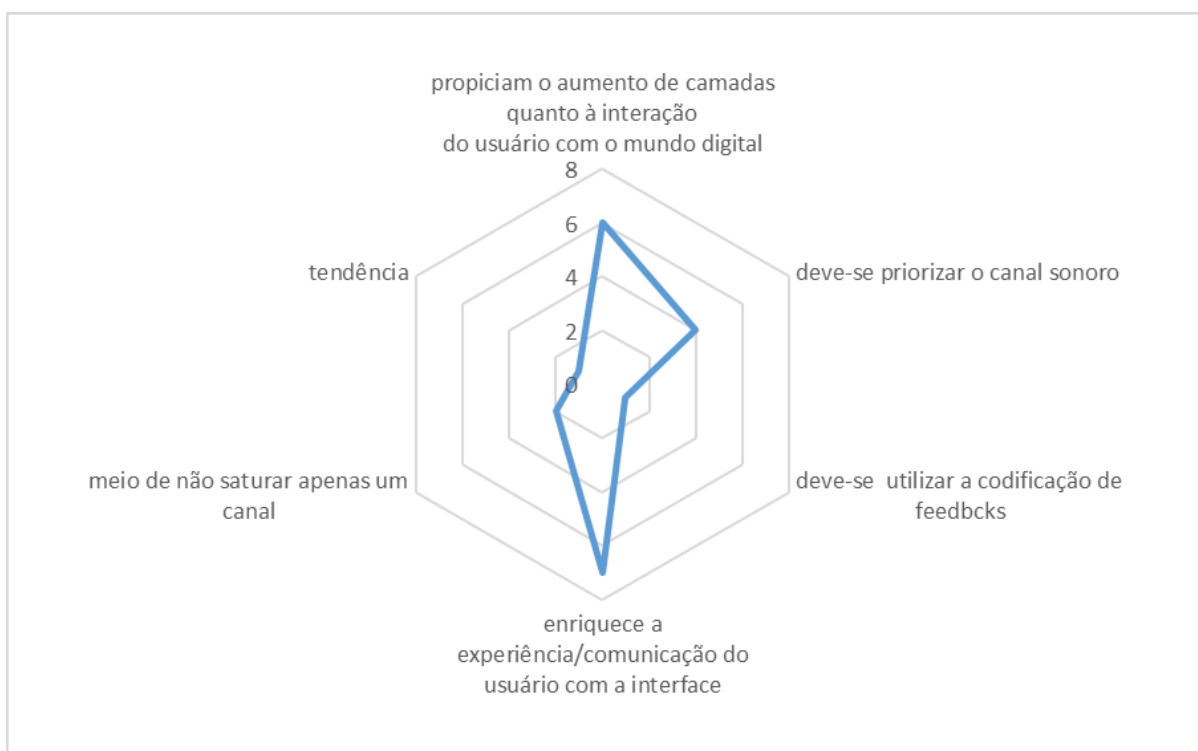
Figura 42: Conhecimento de recursos de TA voltados aos jogos digitais por parte dos entrevistados



Fonte: O Autor (2022)

Neste sentido, buscou-se entre os entrevistados, averiguar suas percepções quanto ao aprimoramento da experiência das pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais a partir do agregamento de canais (tátil/háptico/sonoro). Estas demonstraram-se em sua totalidade favoráveis, tendo como principais aspectos pautados pelos entrevistados (Figura 43): o enriquecimento da experiência/comunicação do usuário com a interface, onde, além do canal sonoro como principal meio, os demais canais tendem a aprimorar a interação do usuário com o mundo digital.

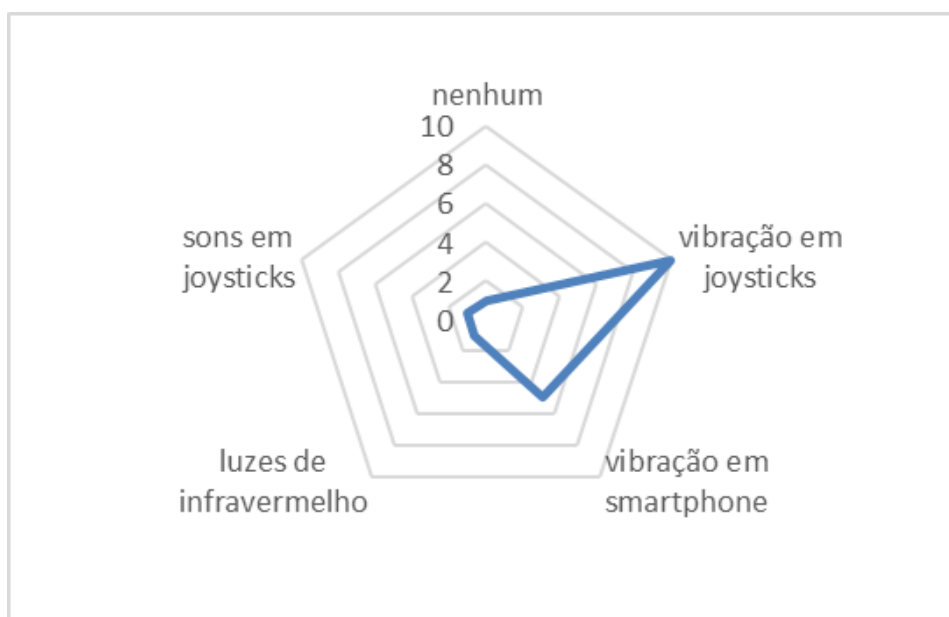
Figura 43: percepção dos entrevistados quanto ao aprimoramento da experiência das pessoas com deficiência visual com relação ao agregamento de canais (tátil/háptico/sonoro) aos jogos digitais



Fonte: O Autor (2022)

Ainda quando questionados sobre possuir algum conhecimento ou experiência de/com recurso tátil/háptico voltado à promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, os entrevistados demonstraram desconhecimento de recursos táteis, elencando apenas os recursos hápticos e sonoros (Figura 44).

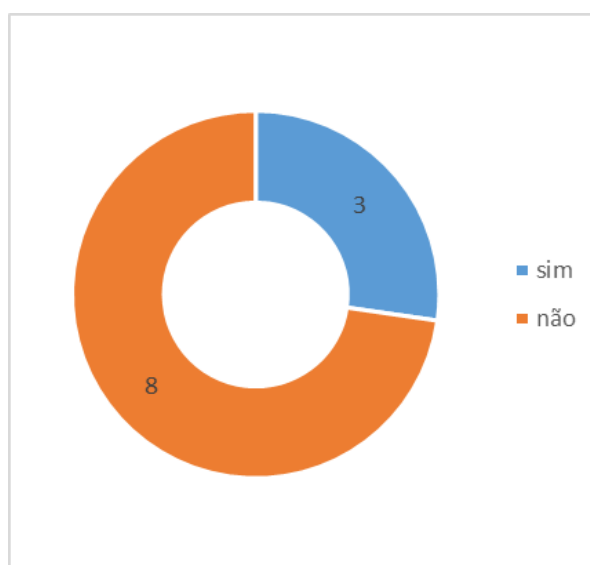
Figura 44: Conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado à promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais por parte dos entrevistados



Fonte: O Autor (2022)

Postura esta, refletida também na questão quanto ao conhecimento ou experiência do uso do sistema braille nas atividades de jogos digitais, a qual demonstrou-se desconhecido pela grande parte dos entrevistados (Figura 45).

Figura 45: Conhecimento do sistema Braille aplicado a jogos digitais por parte dos entrevistados

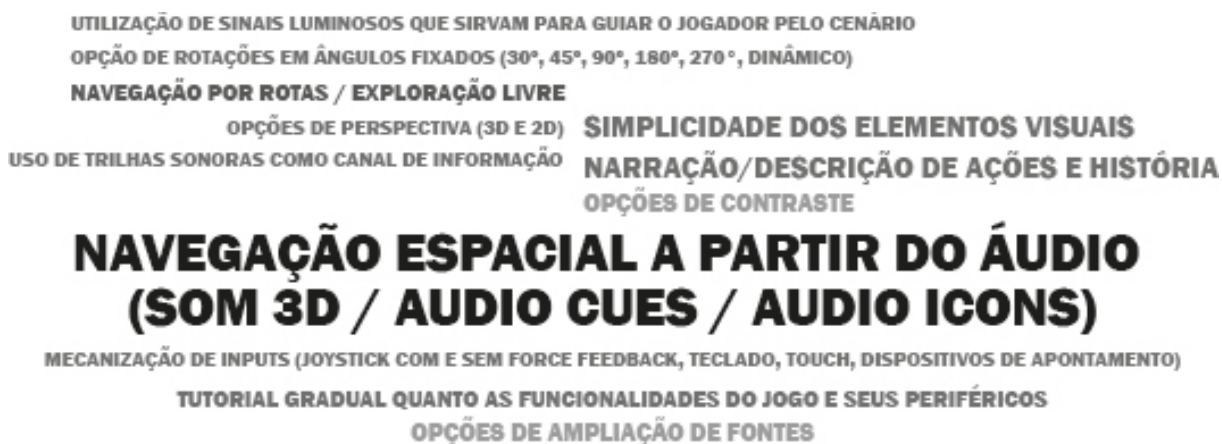


Fonte: O Autor (2022)

Nesta perspectiva, foi solicitado aos entrevistados que pontuassem exigências que teriam, se de fato fosse desenvolvido um novo artefato que atendesse a questões

de acessibilidade e usabilidade na interação com os jogos digitais. Assim sendo, a Figura 46 ilustra as características e funcionalidades pontuadas como essenciais pelos entrevistados.

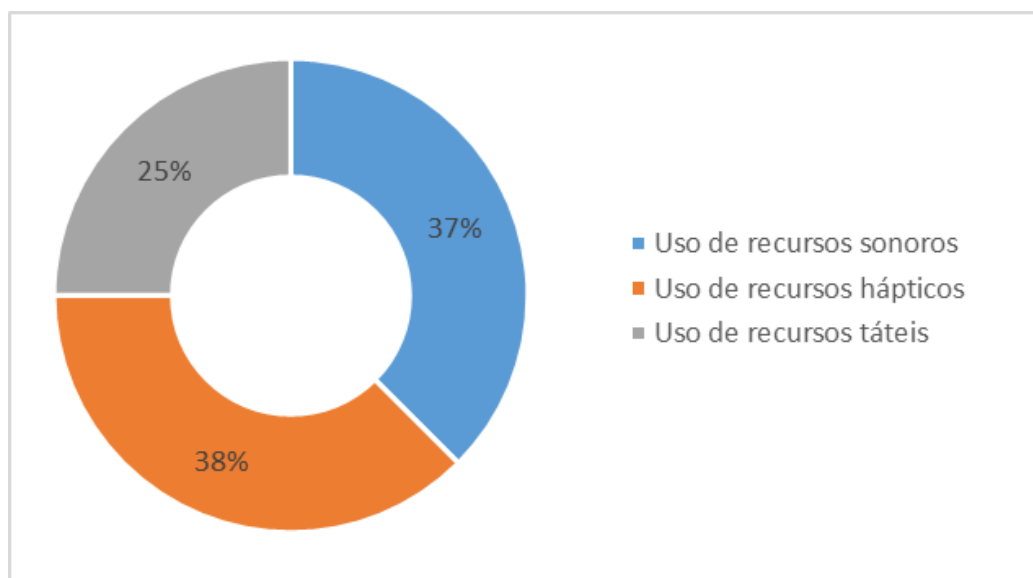
Figura 46: Características e funcionalidades pontuadas como essenciais quanto a acessibilidade nos jogos digitais por parte dos entrevistados



Fonte: O Autor (2022)

Em suma, dentre os pontos abordados pelos entrevistados, é possível observar um equilíbrio entre características que dizem respeito ao uso de recursos hápticos e sonoros (Figura 47).

Figura 47: Recursos pontuados como essenciais nas atividades de jogos digitais por parte dos entrevistados



Fonte: O Autor (2022)

Como pautado pelos sujeitos B e I (Quadro 12 e Quadro 13), a expressividade deste dado se dá com relação ao desconhecimento dos recursos táteis empregados nas atividades de jogos digitais por grande parte dos entrevistados.

Quadro 12: Fragmento de entrevista - Sujeito B

“...é difícil imaginar como pode ser feito sem ter exemplos práticos”

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 13: Fragmentos de entrevista - Sujeito I

“...o desconhecimento de tais recursos dificulta sobre ter um ponto de vista mais aprofundado”

Fonte: O Autor (2022)

Nesse quesito, o Sujeito I aborda que, o emprego do sentido tátil pode favorecer a experiência no que diz respeito a questões de exploração de mapas, itens, dentre outros, ou mesmo em jogos baseados em turnos. O Sujeito G compartilha da mesma visão, exemplificando o emprego dos recursos táteis por meio de plataforma de representação tátil no estilo linha braille, que expresse além de textos, imagens. Segundo o entrevistado, isso possibilita que o jogador com deficiência tenha acesso a mapas, noção de cenário, elementos visuais importantes no jogo, dentre outras informações gráficas relevantes. Ainda, conforme o trecho extraído da entrevista do Sujeito H (Quadro 14), esta pode favorecer também aos usuários Surdocegos.

Quadro 14: Fragmentos de entrevista - Sujeito H

“...se há poucos jogos para nós, para eles é escasso”.

Fonte: O Autor (2022)

No entanto como pontuado pelos Sujeitos D e J, deve-se atentar para o fato de que estas interfaces sejam de um tamanho reduzido, para que o usuário consiga em curto período compreender as informações fornecidas, visto que o uso do tato requer um tempo maior para identificação, podendo ser um fator agravante em jogos que requeiram reações instantâneas.

Ainda em relação às exigências do futuro artefato, foi solicitado aos entrevistados que evidenciassem características da utilização do proferido artefato nas atividades de jogos digitais (Figura 48).

Figura 48: Características/exigências quanto ao artefato multimodal nas atividades de jogos digitais por parte dos entrevistados

USO DE MOVIMENTO CORPORAL COMO INPUT
 REPRESENTAÇÃO ESPACIAL (POR TATO) EMBALAGEM PRÁTICA
 SOM INTEGRADO AO PERIFÉRICO (FONE/CAIXAS) UTILIZAÇÃO DE SOM 3D
 FEEDBACK CODIFICADO UTILIZAÇÃO DE AUDIO ICONS
USO DE VIBRAÇÃO COMO FEEDBACK
 UTILIZAÇÃO DE AUDIO CUES REPRESENTAÇÃO TÉRMICA
 MONTAGEM FACILITADA REPRESENTAÇÃO MENTAL FACILITADA
 ÁREA TÁTIL REDUZIDA
INPUTS E OUTPUTS NO MESMO PERIFÉRICO
 OPÇÕES DE CONTRASTE
 OPÇÃO DE CONFIGURAÇÃO DOS INPUTS/OUTPUTS

Fonte: O Autor (2022)

Dentre os pontos abordados, podemos destacar cinco principais categorias, sendo estas: Representação Tátil, Representação Háptica, Representação Sonora, Representação Visual e Facilidades de uso. Estas são expressas no Quadro 15:

Quadro 15: Principais características pontuadas pelos entrevistados quanto à utilização do proferido artefato nas atividades de jogos digitais

(Continua)

Categoria	Características
REPRESENTAÇÃO TÁTIL	A utilização do tato para representação mental do cenário e navegação e espacial (mapas, caminhos, posições, informações do jogador);
	A utilização do tato alinhado a estímulos sonoros (a fim de informar o jogador de ações ou perigos);
REPRESENTAÇÃO HÁPTICA	A utilização de códigos quanto a vibrações (quantidade, durações etc.), de modo que o usuário compreenda os sentidos hápticos expressados (ex: o pulsar do coração para representar a quantidade de vida restante do jogador);
REPRESENTAÇÃO SONORA	A possibilidade de se ter narrações/descrições, tanto de ações quanto de história, cenários, personagens;

Quadro 15: Principais características pontuadas pelos entrevistados quanto à utilização do proferido artefato nas atividades de jogos digitais

(Conclusão)

Categoria	Características
REPRESENTAÇÃO SONORA	A utilização de trilhas sonoras também como um canal de informação;
	A utilização de gravações humanizadas;
REPRESENTAÇÃO VISUAL	Possibilidade de personalização de contrastes;
	O uso simplista de elementos visuais, de modo que não gerem poluição visual;
FACILIDADES DE USO	Priorização pelo uso exclusivo do teclado;
	Possibilidade de reconfiguração de funções (botões, volumes, velocidades etc.) de forma simplificada;
	A existência de perfis com configurações pré-fixadas para o usuário (Deficiente Visual Total, Baixa Visão, sem deficiência visual, Deficiência Visual associada com outra deficiência);
	Opção de navegação por rotas (pontos fixados) ou de exploração livre;
	Facilidade no primeiro uso (embalagem; montagem e conexão do periférico);
	Oferecer um modo de aprendizado gradual e interativo tanto quanto as funcionalidades da interface (que demonstre ao usuário as possibilidades que ela oferece, bem como suas entradas e feedbacks) quanto a funções do jogo (contextualização do cenário, história, personagens, itens etc.);

Fonte: O Autor (2022)

Por fim, buscou-se recomendações/observações quanto ao tema abordado, de modo a colaborar na condução deste trabalho. Entre os pontos elencados, cabe destacar: a importância de incorporar o público-alvo (pessoas com deficiência visual, tanto cegos, quanto pessoas com baixa visão) na concepção do artefato, buscando

maior assertividade; tencionar a "redução" no escopo de projetos de jogos digitais acessíveis, de modo a facilitar a concepção destes; evidenciar o desenvolvimento de jogos universais, garantindo a integração das pessoas com deficiência na sociedade; e por último, promover livre acesso quanto aos resultados da pesquisa. É importante frisar que, tais apontamentos, denotam premissas já elencadas por este trabalho.

4.2 IDEAÇÃO

A segunda camada do processo de desenvolvimento do artefato, denominada camada do artefato em construção, respectivamente trata da fase de ideação do artefato. Segundo Simon (1996 *apud* DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015; DRESCH *et al.*, 2015), esta fase destina à busca de soluções que se apresentem satisfatórias diante do problema proposto, apresentando sua viabilidade e utilidade. Para tal, os dados levantados da fase anterior são organizados e analisados, de modo que possibilitem a geração de alternativas (MERINO, 2016). Posto isto, os itens abaixo detalham as fases desta etapa.

4.2.1 Organização e análise

Para esta etapa, três dos onze participantes elencados para a análise com base em grupo exploratório (Item 4.1.2.3, p. 132) foram convocados, sendo destes, duas pessoas sem deficiência visual e uma pessoa com baixa visão. Estes possuem expertises nas áreas de: design de produto, acessibilidade, programação e engenharia. Como referido na metodologia (Item 3.2, p. 113), o objetivo aqui proposto refere-se à análise e organização da compilação dos requisitos/recomendações oriundos da fase de inspiração (Item 4.1, p. 123) com vistas à geração do artefato alvo deste trabalho, que se caracteriza como um guia de aportes metodológicos sistematizados. Para tal, duas categorias foram elencadas: quanto à interface multimodal (periférico) e quanto à promoção de experiência às pessoas com deficiência visual por meio de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais. A condução desta atividade pode ser visualizada em sua íntegra no Apêndice I (p. 349), tendo suas principais contribuições elencadas nos itens abaixo.

4.2.1.1 Requisitos/recomendações quanto à interface multimodal

No que diz respeito ao desenvolvimento das interfaces multimodais destinadas às atividades de jogos digitais, três quadros com requisitos/recomendações foram

propostos aos participantes para análise. Estes foram segmentados de acordo com: 1) à representação, à apresentação e facilidade de uso da interface; 2) aos componentes da interface, que compõem os atuadores e arquitetura eletrônica; 3) e ao dimensionamento da interface, relativos à resolução, diâmetro, distância, elevação e força de atuação dos pontos táteis. Posto isto, estes foram pontuados individualmente pelos especialistas quanto a sua relevância para a interface, a partir de uma escala de zero a dez, onde zero é considerado um requisito fraco e dez um requisito forte.

Assim sendo, de um total de 23 requisitos/recomendações, apenas três tiveram seus valores atribuídos como zero, enquanto os demais foram elencados dentro da escala de cinco a dez. Dentre estes, destacam-se como pontos relevantes:

- **Representação e facilidade de uso:** onde questões quanto à densidade da área de exploração, facilitação na representação mental e uso de vibração como *feedback* ficam com suas implementações atreladas à taxonomia do jogo que se pretende desenvolver, cabendo ao *game designer* explorá-los da melhor forma;
- **Apresentação:** sugere-se o uso de ícones táteis ou mesmo braile tanto na embalagem quanto no produto, de forma a orientar o usuário em relação a informações de uso e/ou instalação;
- **Atuadores:** com base no uso pretendido e considerando as características favoráveis como tamanho e versatilidade de implementação, sugerem-se os tipos eletromagnéticos e piezoelétricos (*bimorph* / discos piezoelétricos / motores piezoelétricos);
- **Arquitetura eletrônica:** sugere-se o uso dos microcontroladores Arduino das famílias Atmel considerando sua facilidade de acesso, interface amigável e baixo custo de aquisição.
- **Dimensionamento:** sugere-se resoluções entre 10x10 e 64x64 pontos táteis; diâmetro dos pontos com valores próximos a 5mm, para que seja perceptível em áreas e menor sensibilidade da mão; distâncias entre os pontos de no mínimo 2.5mm, sendo considerado o ideal 5mm, de modo

a não contrapor a densidade da resolução; elevação dos pinos com distâncias entre 0,65mm a 2.5mm; força de atuação de 100mN.

Em suma, nota-se consonância dentre os apontamentos levantados pelos especialistas com relação à literatura (Item 4.1.2.2, p. 130), bem como com os estudos e com grande parte dos produtos presentes no mercado abordados pela RSL (Apêndice B, p. 209).

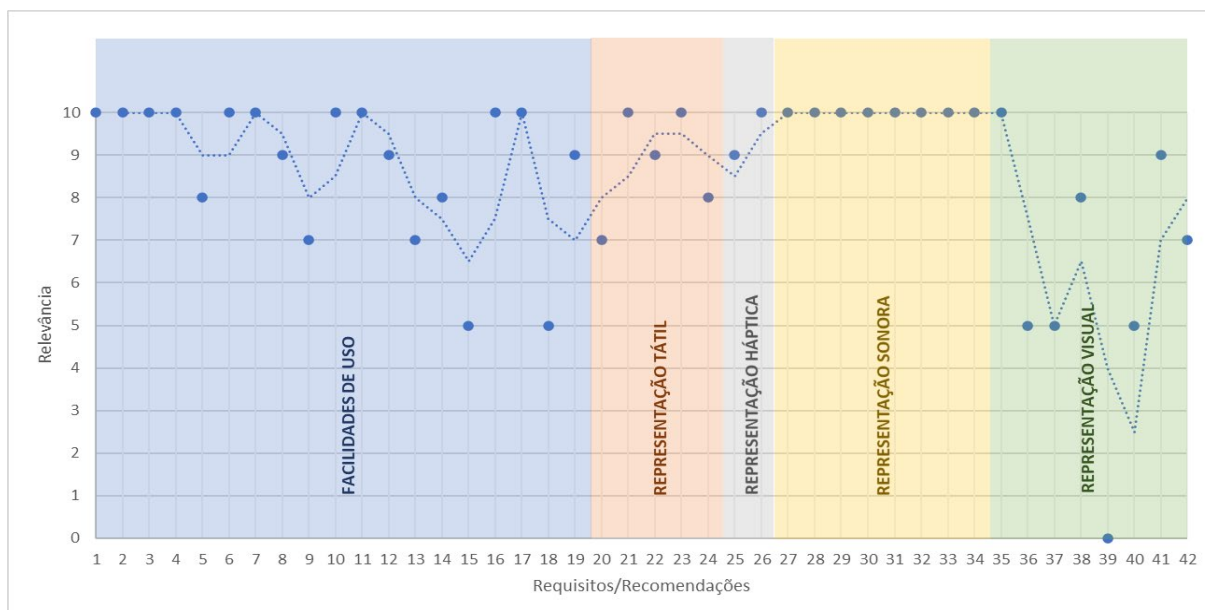
4.2.1.2 Requisitos/recomendações quanto ao emprego de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais

Com relação aos requisitos/recomendações de desenvolvimento de jogos digitais que inferem na experiência dos usuários com deficiência visual através do uso de canais multimodais, um quadro segmentado em cinco categorias (quanto às facilidades de uso; representação tátil; representação háptica; representação sonora; e representação visual) foi proposto. Este foi apresentado aos especialistas para que eles pontuassem os requisitos/recomendações a partir da sua relevância.

Deste modo, em uma escala de zero a dez, onde zero é considerado um requisito fraco e dez um requisito forte, apenas um dos 42 requisitos/recomendações teve seu valor atribuído como zero, tendo os demais valores recebido uma nota de cinco a dez. A Figura 49 demonstra a dispersão dos pontos bem como a linha de tendência dos participantes quanto as categorias propostas.

Em linhas gerais, observa-se a importância dada pelos especialistas aos requisitos/recomendações relativos à representação sonora, que converge com os apontamentos abordados pelos representantes de usuários, como: a existência de narrações/descrições tanto de ações quanto de história, cenários e personagens; e o uso do áudio especializado (3D), bem como efeitos sonoros (*Audio Cues/ Audio Icons*), para simular a posição de objetos fixos, de modo a propiciar que o usuário identifique o objeto do qual se aproxima. Ainda denotam-se conformidades com relação à literatura, no que tange a percepção de estímulos sonoros por meio da organização destes em fluxos, tendo em vista facilitar o processo de construção e representação mental (Item 2.1.3.1, p. 34); e ao aprimoramento da imersão e controle do usuário sobre o jogo, a partir da utilização de sons como feedback sobre as ações do jogador (Item 2.5.2.1, p. 53).

Figura 49: Valores atribuídos pelos entrevistados quanto ao grau de importância à cada um dos requisitos elencados



Fonte: O Autor (2022)

Já dentre os requisitos/recomendações que dizem respeito à representação tátil, há uma atenção voltada para a não sobrecarga cognitiva, de modo a estimular a representação mental do que está sendo tateado junto aos demais sentidos. Como abordado no referencial teórico, tais requisitos/recomendações vão ao encontro ao apontado por Sáez (2012), que salienta a complexidade do sistema perceptivo háptico, uma vez que isto exige do sistema nervoso funções cerebrais necessárias para a interpretação da combinação dos subsistemas tátil, cutâneo e cinestésico.

Com relação aos requisitos/recomendações correspondentes à representação visual, destaca-se o foco nos jogadores com visão subnormal ou baixa visão. Dentre os apontamentos estão: a possibilidade de personalização de contrastes por meio de paletas de cores pré-definidas; a utilização de fontes sem serifa para melhorar a legibilidade, bem como opção de ampliação da mesma; o uso simplista de elementos visuais, de modo a não confundir o jogador junto aos guias luminosos e a consistência da escala/fidelidade quanto ao ambiente real simulado.

Por fim, os requisitos/recomendações sobre facilidade de uso abordam questões como: a facilidade de acesso às configurações de acessibilidade e a compatibilidade com o uso de TA's; a existência de perfis com configurações pré-fixadas para os diversos tipos de usuários (Deficiência Visual Total, Baixa Visão, sem

Deficiência Visual, Deficiência Visual associada com outra deficiência); opções de progressão no jogo bem como o gerenciamento dos níveis de dificuldade, de modo a evitar um forte conteúdo emocional; a existência de modos de aprendizado gradual e interativo que envolve desde as funcionalidades da interface até funções do jogo; e a priorização da interação com objetos essenciais. Tais requisitos/recomendações vão ao encontro com o que é abordado pelo referencial teórico (Item 2.5.2.4, p. 59), com destaque para o trecho de Cybis; Betiol; Faust (2010) que enfatizam questões de usabilidade e de jogabilidade a partir do equilíbrio de aspectos interativos, bem como aspectos passivos na promoção de experiência ao jogador.

4.2.2 Criação

Conforme Merino (2016), esta etapa trata da geração de conceitos e alternativas de projeto. De acordo com Dresch *et al.*, (2015, p. 131) no desenvolvimento do artefato “podem ser utilizadas diferentes abordagens, algoritmos computacionais, representações gráficas, protótipos, maquetes, dentre outros”. Conforme os autores, esta etapa tem por objetivo determinar o formato mais adequado para a comunicação dos conceitos do artefato, de modo que, sirva como guia para posterior implementação em contexto real.

Para tal, é utilizada como técnica/ferramenta a *Usage centered design* de Constantine e Lockwood (1999 *apud* CYBIS; BETIOL; FAUST, 2010, p. 193), que está organizada em três etapas de modelagem explicitadas nos itens abaixo.

4.2.2.1 Papéis dos usuários

Conforme dissertam Cybis; Betiol; Faust (2010), a modelagem dos papéis dos usuários visa apresentar as questões inerentes ao usuário em si, onde são expressas: suas necessidades, interesses, expectativas, comportamentos e responsabilidades sobre o artefato. Ainda, BACK *et al.* (2008) apontam que, estes representam todas as pessoas, organizações ou instituições as quais possuem interesses direito em opinar, impor exigências ou mesmo expressar necessidades que possam influenciar nas características ou atributos do artefato a ser desenvolvido. Assim sendo, cada papel é descrito: pelas condições do contexto em que as tarefas são desempenhadas; pelas características do desempenho da tarefa; e por critérios de satisfação com relação de suas interações. Em suma, os papéis dos usuários assemelham-se à descrição de um

cenário específico para usuários específicos em situações específicas (CYBIS; BETIOL; FAUST; 2010).

Para os papéis inerentes ao objeto deste trabalho, três principais categorias de usuários são elencadas como de foco principal (Desenvolvedores de jogos, Designers de produto e Jogadores), sendo estes detalhados no Apêndice J (p. 360). Cabe destacar que o contexto das informações intrínsecas aos papéis dos usuários foram extraídas de dados pertinentes aos coletados junto aos grupos exploratório e confirmatório na etapa de levantamento de dados (Item 4.1.2, p. 128), corroborando ao elucidado por Cybis; Betiol; Faust (2010), os quais abordam que a criação de personagens deve estar baseada em dados qualitativos coletados por meio de entrevistas e questionários com os usuários.

4.2.2.2 Casos de tarefas

Definidos como narrativas estruturadas e/ou simplificadas, trata-se das possíveis interações do usuário com o artefato (CYBIS; BETIOL; FAUST; 2010). Estas são expressas em linguagem direta e por meio de mapas de caso de tarefas/casos de uso, os quais denotam associações (por relação de: especialização, extensão, composição e afinidade) entre as intenções dos usuários e as responsabilidades do artefato.

Assim sendo, a partir do modelo proposto por Constantine e Lockwood (1999 *apud* CYBIS; BETIOL; FAUST; 2010), os requisitos/recomendações elencados no Apêndice I (p. 349), foram modelados para casos de tarefas e estruturados posteriormente em mapas de casos de tarefas (Apêndice K, p. 366). Tal processo resultou em um total de 37 casos de tarefas que buscam representar de maneira facilitada ao leitor as possíveis interações a serem realizadas pelos usuários do artefato frente aos requisitos/recomendações propostos. Além disso, ao final do Apêndice K (p. 366), é possível visualizar de forma ampla, todas as associações e dependências dos casos de tarefas elencados, de modo que, tanto o processo de criação da arquitetura da interface e navegação quanto do desenvolvimento dos protótipos possam seguir os fluxos aqui estabelecidos.

4.2.2.3 Arquitetura da interface e de navegação

Trata-se da definição das estruturas (contextos de interação interligados por modelos de navegação) necessários para a realização dos casos de tarefas pelos

usuários (CYBIS; BETIOL; FAUST; 2010). Esta, segundo os autores, englobam a modelagem do contexto/espço de interação de cada caso de tarefa, bem como suas transições, de modo a identificar ferramentas/materiais necessários (telas/janelas/caixas de diálogo, dentre outros) para que o usuário tenha êxito no desempenho de seus papéis nos casos de tarefas.

Em vista disso, a partir das definições das fases anteriores, tem-se a proposição de materiais/ferramentas relevantes aos usuários para o desempenho de suas funções nos espaços de trabalho. Desta forma, como na fase de organização e análise, adotou-se também nesta fase a organização dos itens em duas principais categorias, sendo estas referentes a interface multimodal e ao emprego de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais. O Apêndice L (p. 388), apresenta, de forma detalhada, o desenvolvimento desta fase, que contempla o detalhamento de 23 interfaces para o desempenho dos casos de tarefas, sendo destes, 4 com relação à interface multimodal, sua embalagem, configuração e uso, e 19 quanto a questões de jogabilidade, configuração e navegação do jogo digital.

4.3 IMPLEMENTAÇÃO

Também denominada uso do artefato, trata-se da última camada do processo de desenvolvimento do mesmo, e visa prepará-lo para sua implementação em contexto real (DRESCH *et al.*, 2015). Deste modo, os itens abaixo explicitam as fases desta etapa.

4.3.1 Execução

Conforme Merino (2016), nesta fase são desenvolvidos protótipos de baixa fidelidade visando a elaboração do protótipo funcional da alternativa escolhida. Em vista disso, um guia de práticas de desenvolvimento (Apêndice M, p. 404), fruto das fases anteriores, sintetiza: os requisitos/recomendações elencados nos itens 4.2.1.1 (p. 144) e 4.2.1.2 (p. 146); os casos de tarefas elencados no item 4.2.2.2 (p. 149); a estrutura de conteúdos da interface elencados no item 4.2.2.3 (p. 149); os usuários interessados nos contextos de interação, através de seus papéis elencados no item 4.2.2.1 (p. 148); as metas de usabilidade decorrentes da experiência do usuário propostas por Preece, Roger, Sharp (2005) que visam ser alcançadas por estes contextos; e as dimensões perceptíveis quanto ao valor atribuído à experiência

proporcionada ao usuário, proposta através do modelo hedônico/pragmático de Hassenzahl (2004);

Deste modo, a partir do guia proposto (Apêndice M, p. 404), que envolve questões voltadas à interface multimodal (tátil e sonora) em conjunto com os jogos digitais, este documento pode subsidiar desenvolvedores. Ajudando-os a aprimorar a experiência do usuário com deficiência visual nas atividades de jogos por meio de boas práticas de projetos, bem como elucidar possibilidades de implementação de recursos multimodais na construção propriamente dita dos jogos digitais.

No que diz a respeito à interface multimodal, cinco tópicos são pontuados, sendo estes: o periférico; a embalagem; a instalação e configuração; o uso; e a depuração do periférico.

Já no tocante aos aportes metodológicos inerentes à implementação de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais, são pautados cinco principais tópicos, sendo estes: a navegação pelas interfaces; o acoplamento de dispositivos; a configuração do jogo digital; o fluxo de progressão do jogo digital; e a representação. Dentre estes, os que dizem a respeito à configuração do jogo digital estão: os controles, o áudio, o vídeo e as opções de jogabilidade. Com relação às características da jogabilidade e fluxo de jogo, são pautados: a seleção de perfil do jogador e suas características; o processo de tutoria; e o progresso do jogador. Já para a representação, elencam-se os meios de representação dos elementos de jogos (tátil, háptico, visual e sonoro).

4.3.2 Viabilização

Como enfatizado por Merino (2016), a fase de viabilização busca desenvolver um protótipo funcional do artefato em questão. Este, segundo Teixeira (2014), se trata da versão interativa dos *wireframes* propostos pela fase anterior, de modo a demonstrar o funcionamento do produto digital, ainda que algumas funções não tenham sido implementadas por completo. Isto permite que protótipo seja aferido em um contexto de uso real a partir de ferramentas de avaliação quanto a sua usabilidade e qualidade.

Assim sendo, com vistas à implementação dos aportes metodológicos supracitados no item 4.3.1 (p. 150), buscou-se nesta fase o desenvolvimento de um

protótipo de jogo digital destinado à prática em interfaces táteis. Como escopo, este protótipo restringiu-se a ser executado em uma interface de um trabalho parceiro desenvolvido por Kunzler e Ribeiro (2022), o qual tem como resultado uma interface tátil de baixo custo composta por 16 pinos táteis. Tal escolha se deu pela disponibilidade de uso da mesma, bem como pelos princípios que este trabalho destaca como primordiais, como o uso de Tecnologias Assistiva de baixo custo. Dentre as características tecnológicas que cercam o trabalho de Kunzler e Ribeiro (2022), cabe destacar as limitações quanto à resolução da matriz de pinos táteis, distância entre os pinos e o tamanho físico, bem como a ausência de *feedback* háptico (vibração). A Figura 50 ilustra a interface proposta por Kunzler e Ribeiro (2022).

Figura 50: Display Braille de baixo custo com 16 pontos utilizando atuadores piezoelétricos

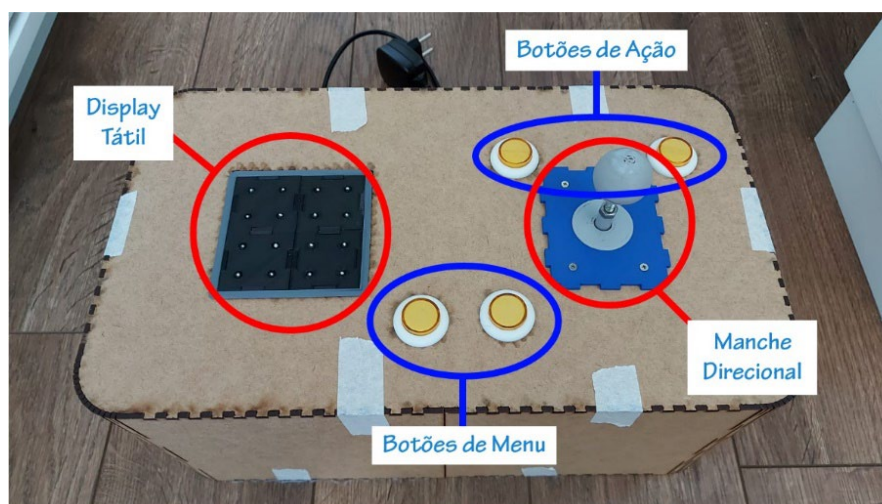


Fonte: O Autor (2022)

Ainda, foi desenvolvido junto ao trabalho parceiro, o incremento de botões direcionais e de ação como sugere o aporte 1.1 especificado no Apêndice M neste trabalho (p. 404). Tal incremento torna possível que a interface seja utilizada para o propósito deste trabalho, de modo que ocorra interação por parte do usuário junto ao jogo digital. A Figura 51 ilustra tais implementações.

Com relação ao jogo digital proposto nesta fase, tendo como o foco principal deste trabalho (*feedback* tátil e sonoro), apenas questões de jogabilidade voltadas para a execução de testes quanto à interação tátil e sonora foram consideradas no protótipo funcional. Deste modo, os aportes metodológicos que dizem a respeito às interfaces visuais, como menus principais e de configurações, bem como os *feedbacks* hápticos (vibração) não foram implementados, o que de fato não exige sua importância para uma solução completa.

Figura 51: Implementações de controles realizadas no Display Braille de baixo custo com 16 pontos



Fonte: O Autor (2022)

Posto isso, por intermédio do motor de jogos Unity¹⁹, que a partir de suas ferramentas fornece meios de acelerar o processo de desenvolvimento de jogos digitais, foi desenvolvido o protótipo funcional que contempla parte dos aportes metodológicos inerentes à implementação de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais. Cabe destacar que a escolha pelo motor de jogos aqui firmada não exclui a possibilidade de desenvolvimento em outros meios.

Assim sendo, o jogo digital aqui proposto trata-se do gênero de Ação, o qual foi elencado pelo grupo exploratório como de maior relevância quanto ao interesse/expectativa das pessoas com deficiência visual dentre as taxonomias de jogos digitais apresentados. Ainda é importante frisar que as mecânicas propostas por esta taxonomia, no que diz respeito à prática em interfaces multimodais (táteis e sonora), podem ser implementadas, também de igual forma, em outras taxonomias.

Em suma, o jogo aqui denominado “Apocaliptoon”, destina-se à plataforma Windows®, e tem como enredo principal um personagem sobrevivente a um apocalipse zumbi, o qual deve defender-se dos ataques destes para manter sua vida. Como ilustram as figuras abaixo, o jogo apresenta um mapa composto por blocos/*tiles*, (Figura 52) as quais representam obstáculos, caminhos, itens e inimigos a serem explorados pelo jogador, bem como os personagens e itens com seus respectivos *tactons* (Figura 53).

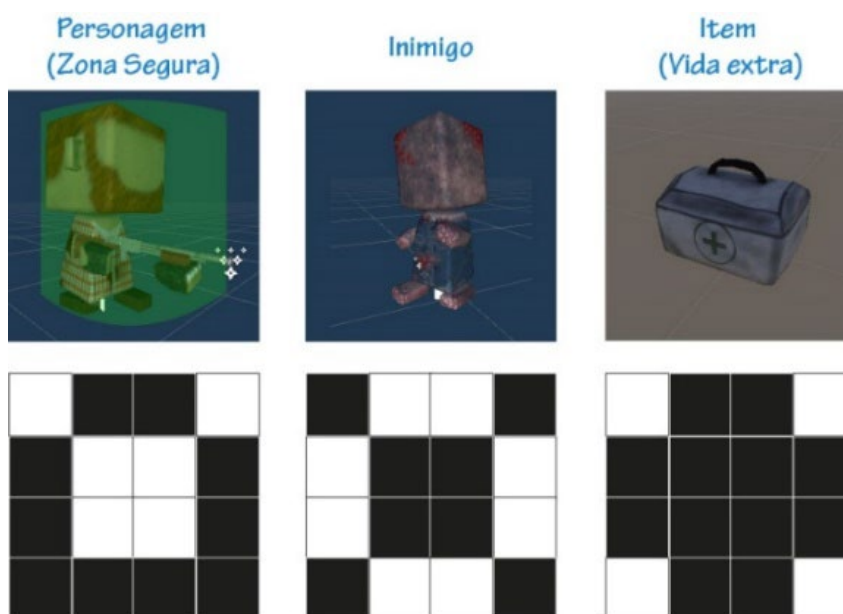
¹⁹ Mais informações acerca do motor de jogos Unity podem ser vistas em: <https://unity.com/pt>

Figura 52: Mapa (visual e tátil) do protótipo de jogo desenvolvido por este trabalho



Fonte: O Autor (2022)

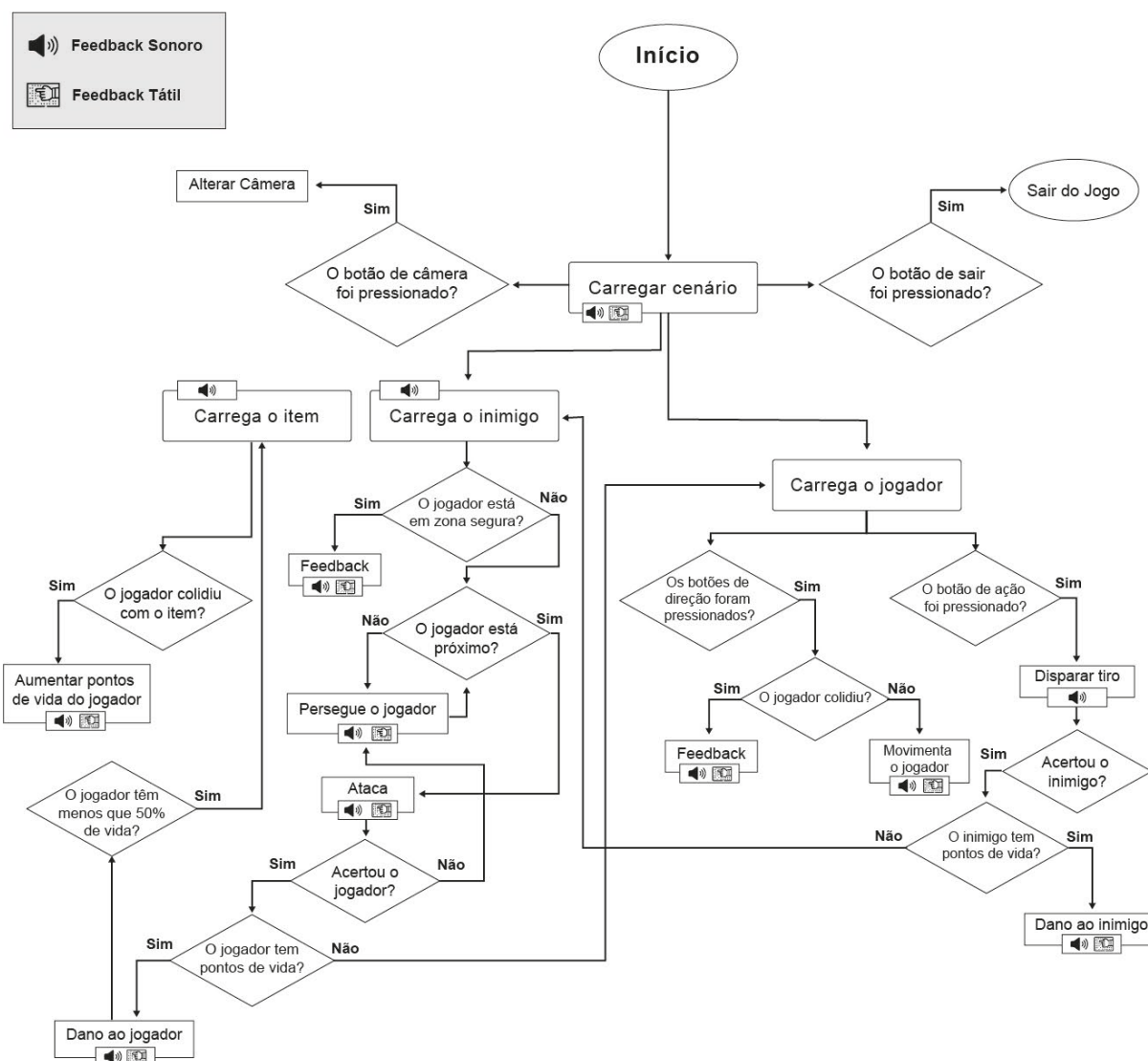
Figura 53: Personagem, inimigos e itens (visual e tátil) presentes no jogo desenvolvido por este trabalho



Fonte: O Autor (2022)

Tendo em consideração a afirmação de Salen e Zimmerman (2012, p. 25), a qual aborda que: “A jogabilidade (*gameplay*) é a interação formalizada que ocorre quando os jogadores seguem as regras de um jogo e experimentam seu sistema através do jogo”, a jogabilidade aqui proposta²⁰, busca, além do objetivo principal, que é sobreviver a uma crescente de zumbis, coletar itens que recompensam o jogador com pontos de vida extra. A Figura 54 exemplifica o fluxo de *gameplay* proposto bem como os feedbacks fornecidos ao jogador.

²⁰ O vídeo de *gameplay* do jogo pode ser acessado em: <https://youtu.be/WTswKG6UpfQ>

Figura 54: Fluxo de gameplay do jogo *Apocaliptoon*

Fonte: O Autor (2022)

Em relação aos *feedbacks* implementados junto ao jogo digital (tátil, sonoro e visual), cabe destacar:

- **Sonoro:** abrange o áudio diegético, tendo em cada objeto interativo um som característico emitido repetidamente dentro de uma área de alcance (Figura 55 - A); efeitos sonoros, tanto do jogador quanto dos inimigos para suas respectivas ações; trilha sonora dinâmica, a qual tem sua cadência incrementada a partir do aumento da dificuldade imposta pelo fluxo de jogo; E por fim, o uso de narrações humanizadas quanto ao enredo e informações emitidas durante o fluxo do jogo.

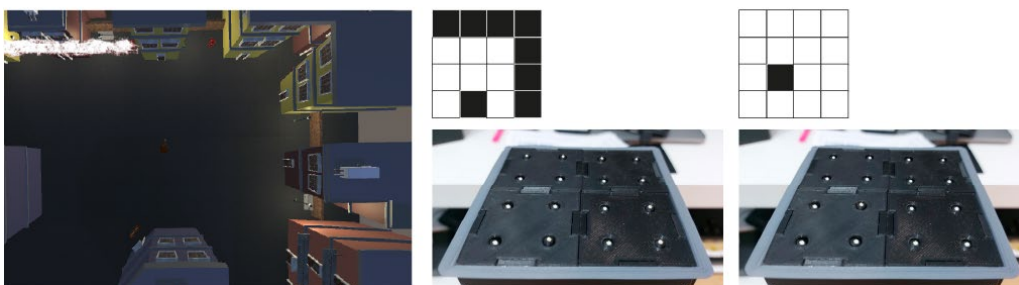
- **Tátil:** contempla a transposição de um fragmento do cenário para a interface tátil, bem como a localização do personagem, itens e inimigos (Figura 55 - B); O uso de *tactons*, para representação tátil de direção, colisões, danos ou mesmo itens coletados (Figura 55 - C).
- **Visual:** atende a representação de escala/fidelidade ao ambiente real simulado (Figura 55 - D); A minimização cognitiva e visual (Figura 55 - E); e a representação de três modelos de câmera durante o fluxo do jogo (Figura 55 - F).

Figura 55: Representações do jogo Apocaliptoon – Sonora (A); Transposição tátil do cenário (B); Representação tátil de colisões, danos e itens coletados (C); Representação visual do ambiente (D); Representação visual de câmeras (E)

(A)

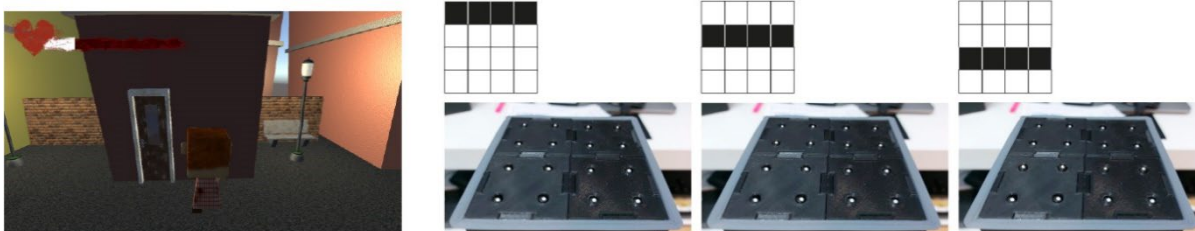


(B)

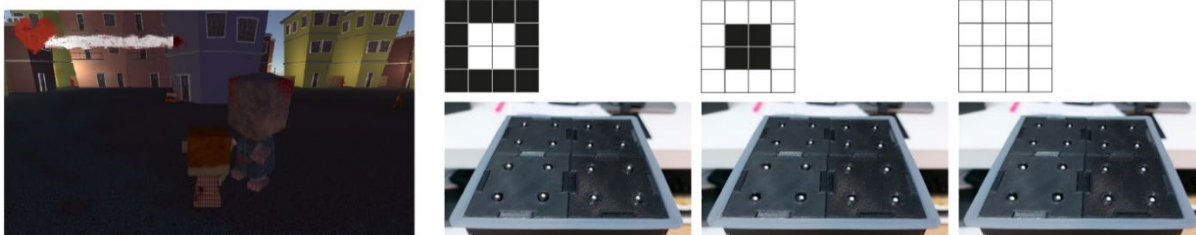


(C)

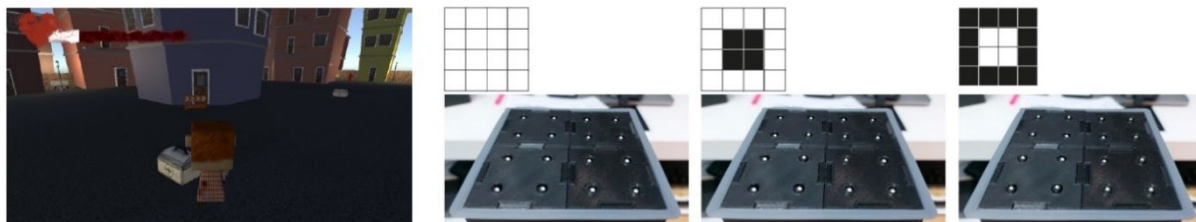
Colisão



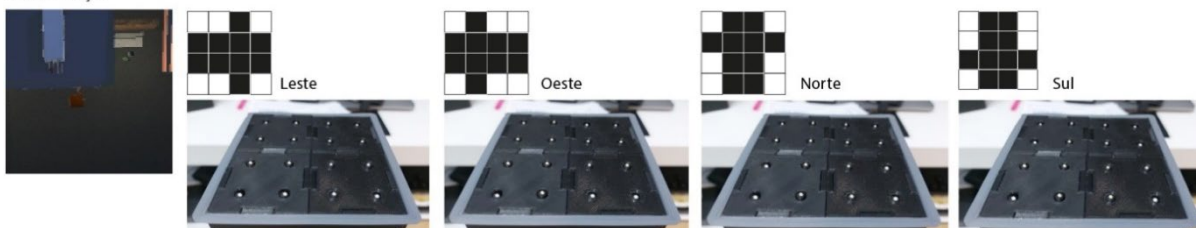
Dano



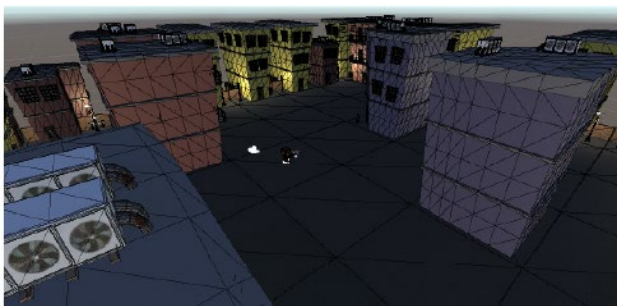
Item coletado



Movimentação



(D)



(E)



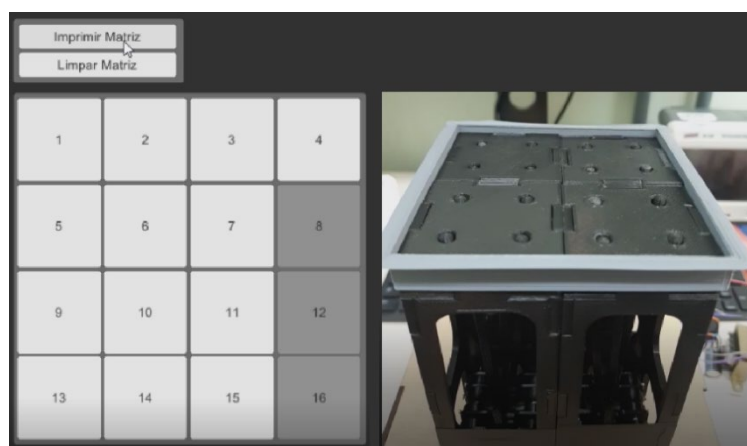
(F)



Fonte: O Autor (2022)

Por fim, com objetivo de agilizar a construção das representações táteis acima descritas, foi implementada uma interface para depuração do periférico tátil. Esta seguiu as recomendações propostas no item 1.5 do Apêndice M (p. 404) e é ilustrada pela Figura 56.

Figura 56: Interface de depuração do periférico tátil



Fonte: O Autor (2022)

Uma vez constatado que o jogo digital atingiu um grau de estabilidade aceitável durante todo o ciclo de desenvolvimento, pode-se prosseguir para a fase de avaliação, a qual é detalhada no tópico a seguir.

4.3.3 Verificação

Como abordado por Tremblay, Hevner e Berndt (2010 *apud* DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015), a pesquisa sustentada pela DSR não pode apenas estar focada no desenvolvimento do artefato, mas sim, apresentar evidências de que o mesmo pode ser utilizado na resolução de problemas reais. Para tal, se faz necessário que sejam executadas avaliações no artefato em questão. Para a avaliação do artefato existem diferentes métodos e técnicas, que podem ser aplicados a partir de avaliação observacional, analítica, experimental, de teste ou descritiva (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Para esta pesquisa, estava prevista a realização de grupos focais para as aferições de heurísticas de usabilidade bem como a avaliação descritiva. Ambas tendo por foco o artefato e sua viabilização nas atividades de jogos digitais. No entanto, por se tratar de uma atividade presencial, onde é primordial a interação dos usuários, e tendo em vista os impedimentos impostos pela pandemia de Covid-19, sobretudo quanto à segurança dos participantes, optou-se pela suspensão desta etapa. Deste modo, não sendo possível a realização da avaliação do artefato por parte dos usuários reais, postas as razões acima elencadas e a fim de se manter o prazo para a defesa desta dissertação, esta verificação foi conduzida unicamente pelo autor deste

trabalho. Este fator impôs fragilidades ao processo de avaliação, vide a inferência do pesquisador. Entre as fragilidades elencam-se: suposições de pré-comportamento dos usuários perante as interfaces; e o conhecimento prévio das funcionalidades propostas.

Posta as observações, as interfaces propostas na fase de execução deste trabalho (Item 4.3.1, p. 150) foram inspecionadas com base nos princípios de usabilidade adaptado das regras de ouro de Shneiderman (SHNEIDERMAN; PLAISANT, 2009) e das regras de usabilidade propostas por Nielsen (NIELSEN, 1994). Já em relação à avaliação de usabilidade do protótipo proposto na fase de viabilização (Item 4.3.2, p. 151), após a realização da tarefa exploratória, as conformidades foram checadas a partir da adaptação das recomendações elucidadas no item 2.7.3.2.1 (p.82), item 2.7.3.2.2 (p. 83) e item 2.5.2.4 (p. 59).

Deste modo, ambas as avaliações se deram por meio do preenchimento de *checklist* (Apêndice N, p. 450), que permitiu analisar a adequação das preposições com as heurísticas elencadas e especificar melhorias quanto a cada problema abordado. Cabe destacar que os métodos de avaliação aqui empregados vão ao encontro ao exposto pela revisão da literatura (Apêndice B, p. 209), que elenca como maior recorrência entre os estudos abordados os testes de usabilidade, experimentos de identificação, classificação por similaridade, sessões práticas guiadas por entrevista e aplicação de questionários.

Como referido, a avaliação se deu em duas etapas, sendo a primeira a validação de usabilidade das interfaces visuais destinadas a implementação dos recursos multimodais nos jogos digitais, e a segunda, a aferição da aplicação proposta na fase de viabilização com base em conformidades.

Para tal, na primeira etapa foram avaliadas por meio de dez heurísticas de usabilidade (visibilidade e acesso fácil às informações existentes; relação entre a aplicação e o mundo real; controle da aplicação pelo usuário e liberdade; consistência e padrões; prevenção de erros; aprendizagem e redução da carga de memória do usuário; flexibilidade e eficiência de uso; estética e design minimalista; reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros; ajuda e documentação) as treze interfaces contidas no Apêndice M (p. 404), sendo estas: instalação e configuração; depuração; navegação; acoplamento de dispositivos; configuração de controles;

configuração de áudio; configuração vídeo; configuração jogabilidade; seleção de perfil; janelas de tutoria; janelas de detecção de dificuldades; salvamento de progresso do jogador; visualização de progresso do jogador.

Como expõe o Apêndice N (p. 450), as treze interfaces acima elucidadas foram submetidas a um grau de conformidade (totalmente de acordo; em desacordo; neutro; de acordo; e totalmente de acordo) com relação a duas ou mais variáveis pertinentes a cada heurística. O Quadro 16, expõe os resultados obtidos desta etapa, destacando em cada heurística o percentual obtido pelas interfaces em suas variáveis, com relação ao grau de conformidade. Cabe destacar que os valores expostos se referem unicamente a avaliação realizada pelo autor deste trabalho.

Quadro 16: Avaliação do grau de conformidade das interfaces com relação as heurísticas e suas variáveis (Apêndice N, p. 450)

(Continua)

HEURÍSTICA	VARIÁVEL	GRAU DE CONFORMIDADE				
		Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Visibilidade do estado do aplicativo	A aplicação apresenta o posicionamento do usuário	62%	23%	15%	0%	0%
	Os lugares / seções possíveis de explorar estão claramente assinalados	15%	69%	8%	8%	0%
Relação entre a aplicação e o mundo real	A linguagem é clara	15%	62%	8%	15%	0%
	Os conceitos utilizados são entendíveis	15%	23%	46%	15%	0%
	Os ícones possuem significado próprio	0%	31%	23%	0%	46%

Quadro 16: Avaliação do grau de conformidade das interfaces com relação as heurísticas e suas variáveis (Apêndice N, p.450)

(Continuação)

HEURÍSTICA	VARIÁVEL	GRAU DE CONFORMIDADE				
		Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Controle da aplicação pelo usuário e liberdade	É fácil regressar a interface anterior imediatamente	46%	15%	0%	8%	31%
	É fácil voltar a interface principal de qualquer ponto da aplicação	54%	15%	8%	15%	8%
	Prover elementos de interface próprios para voltar ou ir a outros lugares	38%	15%	23%	15%	8%
Consistência e padrões	Existe coerência entre as funcionalidades e o lugar em que elas estão localizadas.	54%	23%	23%	0%	0%
	Todos os links das interfaces têm conteúdo	0%	69%	31%	0%	0%
	Existe coerência entre o nome de uma interface e o seu conteúdo	62%	38%	0%	0%	0%
	Só existe uma forma de acesso a uma mesma interface	62%	8%	31%	0%	0%

Quadro 16: Avaliação do grau de conformidade das interfaces com relação as heurísticas e suas variáveis (Apêndice N, p.450)

(Continuação)

HEURÍSTICA	VARIÁVEL	GRAU DE CONFORMIDADE				
		Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Prevenção de erros	Existem mensagens que previnem possíveis erros	0%	38%	46%	0%	15%
	É possível prever possíveis erros	0%	0%	46%	31%	23%
	A aplicação não induz a cometer erros	23%	8%	15%	38%	15%
Aprendizagem e Redução da carga de memória do usuário	Os ícones são facilmente reconhecíveis	0%	54%	0%	0%	46%
	Os links são identificados claramente	15%	69%	8%	8%	0%
	É possível reconhecer onde se encontra o usuário	46%	15%	38%	0%	0%
Flexibilidade e eficiência de uso	As interfaces são de fácil acesso	46%	31%	23%	0%	0%
	As interfaces permitem adaptação ao usuário	8%	38%	38%	0%	15%
	As interfaces favorecem a continuidade dos trabalhos na aplicação	46%	15%	31%	0%	8%

Quadro 16: Avaliação do grau de conformidade das interfaces com relação as heurísticas e suas variáveis (Apêndice N, p.450)

(Continuação)

HEURÍSTICA	VARIÁVEL	GRAU DE CONFORMIDADE				
		Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Interface	As informações providas pela aplicação são relevantes?	46%	46%	0%	8%	0%
	O conteúdo está bem classificado	46%	38%	15%	0%	0%
	O conteúdo está corretamente organizado	46%	46%	8%	0%	0%
	O conteúdo está bem distribuído na aplicação	46%	38%	0%	15%	0%
Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	É fácil reconhecer quando ocorre um erro	0%	8%	38%	31%	23%
	Depois que ocorre o erro é fácil voltar a interface de origem	38%	15%	46%	0%	0%
	Quando ocorre um erro existem mecanismos para solucioná-lo	0%	0%	38%	38%	23%

Quadro 16: Avaliação do grau de conformidade das interfaces com relação as heurísticas e suas variáveis (Apêndice N, p.450)

(Conclusão)

HEURÍSTICA	VARIÁVEL	GRAU DE CONFORMIDADE				
		Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Ajuda e documentação	Existe algum tipo de ajuda ou indicação na aplicação	23%	0%	23%	54%	0%
	Quando existe ajuda, ela é específica	15%	23%	15%	31%	15%
	A ajuda está acessível	8%	31%	15%	31%	15%

Fonte: O Autor (2022)

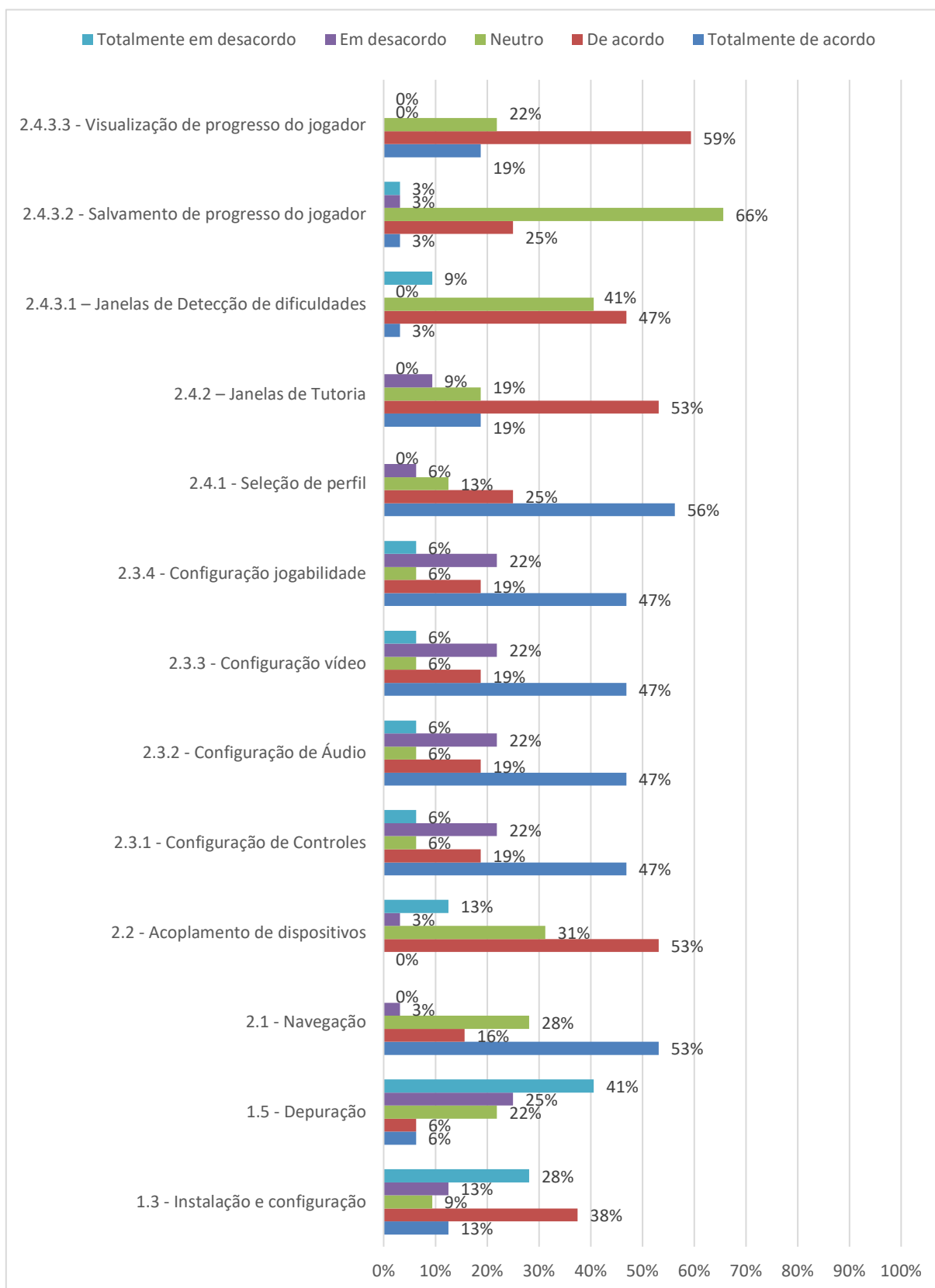
De outro ponto de vista, a fim de ilustrar os resultados acima explicitados, na Figura 57 é possível visualizar o grau de conformidade atingido pelas treze interfaces avaliadas com relação as dez heurísticas propostas. Ainda com relação aos apontamentos pertinentes à avaliação, o Quadro 17 apresenta sugestões para o refinamento das interfaces propostas.

Quadro 17: Sugestões para o refinamento das interfaces propostas.

O redesenho da interface de depuração de modo que fique mais claro suas funções;
A adição de iconografia nas interfaces;
O uso de linguagem menos técnica, em especial no tocante ao gerenciamento de periféricos;
A adição de opções de regresso na navegação entre janelas;
A inserção de micro explicações quanto às funções de instalação/configuração, de modo a reduzir o viés de erros;
A criação de interfaces que apontem/descrevam possíveis erros do sistema;
A implementação de uma funcionalidade que retorne as configurações originais, ou mesmo que verifique se as novas alterações estão de acordo antes de aplicá-las;
A inserção de dicas/exemplos (estas podem se dar por meio de "tooltips"), nas interfaces de configuração, instalação e navegação.

Fonte: O Autor (2022)

Figura 57: Grau de conformidade atingido por cada interface avaliada com relação as heurísticas de usabilidade (Apêndice N, p.450)

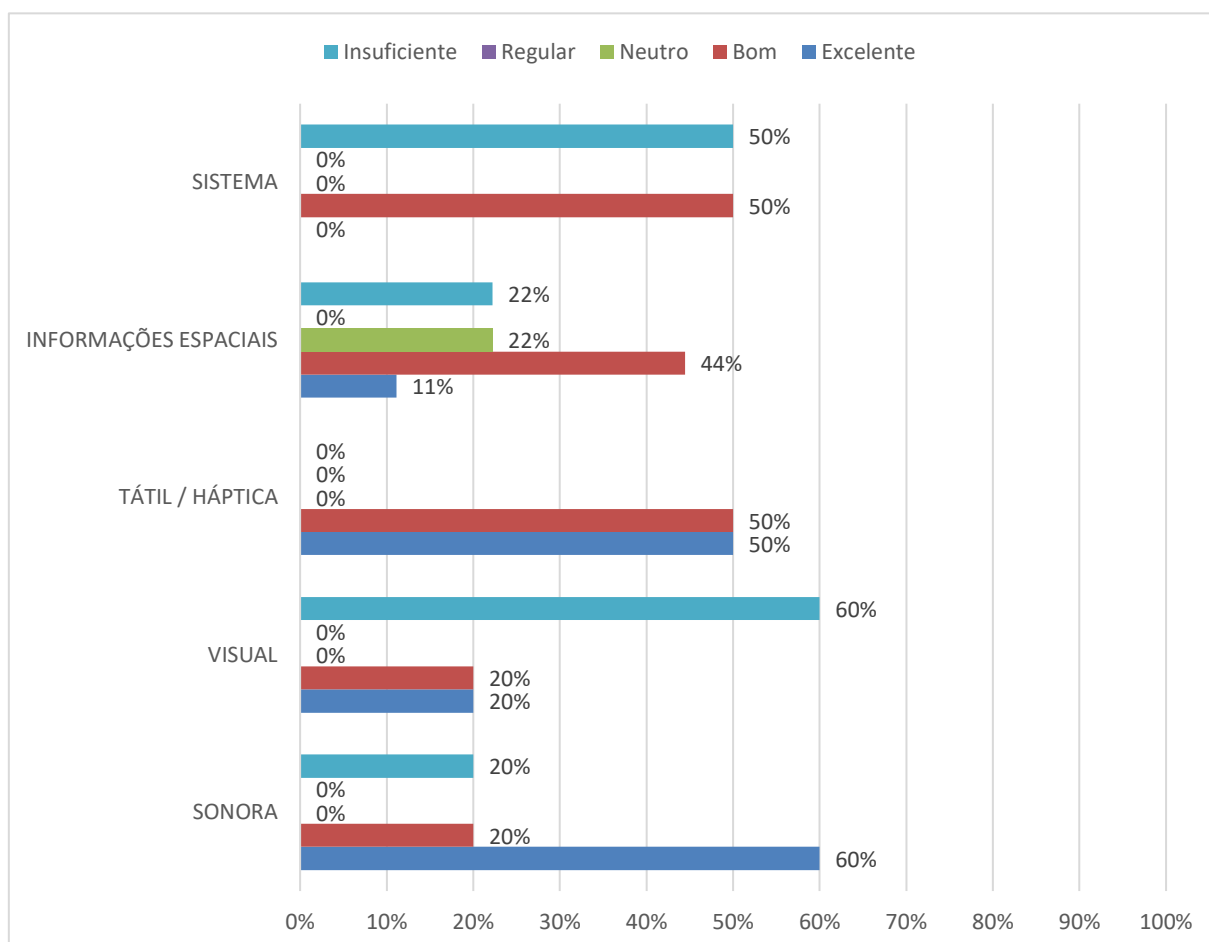


Fonte: O Autor (2022)

Já com relação à segunda etapa da avaliação, a qual contempla a aferição do protótipo proposto na fase de viabilização com base em conformidades, foi realizada uma tarefa exploratória, a qual envolveu o uso da interface tátil junto ao jogo demonstrativo. Em um período médio de 15 minutos, ambas foram experienciadas pelo autor, de modo livre, seguido pelo preenchimento dos *checklists* contidos no Apêndice N (p. 450).

O primeiro, segmentado em cinco categorias (sonora, visual, tátil / háptica, informações espaciais e sistema) com duas ou mais recomendações cada, permitiu a aferição do grau de conformidade destas em relação à experiência vivenciada. A Figura 58 ilustra o percentual atingido por cada categoria com base nos resultados da aplicação do *checklist*.

Figura 58: Grau de conformidade atingido pela aplicação, com relação às categorias avaliadas (Apêndice N, p. 450)

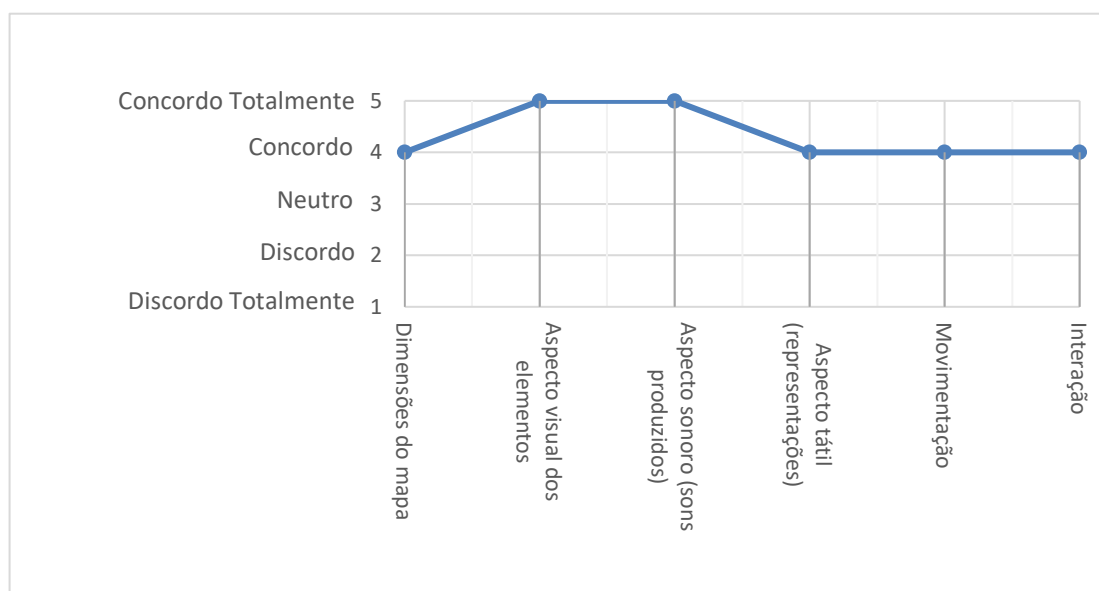


Fonte: O Autor (2022)

Em suma é possível perceber a predominância da conformidade insuficiente com relação às demais. Cabe destacar que tal resultado é consequência das limitações, já citadas, no desenvolvimento do protótipo funcional. No entanto, é de conhecimento do pesquisador que as recomendações negligenciadas são essenciais para o almejo da eficiência da aplicação como um todo.

Com relação ao jogo digital desenvolvido, buscou-se averiguar questões específicas quanto a expectativa *versus* realidade. Em uma escala de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), cinco pontos foram avaliados: dimensões do mapa; aspecto visual dos elementos; aspecto sonoro (sons produzidos); aspecto tátil (representações); movimentação; interação. A Figura 59 apresenta os resultados obtidos.

Figura 59: Expectativa *versus* Realidade quanto ao protótipo de jogo digital proposto



Fonte: O Autor (2022)

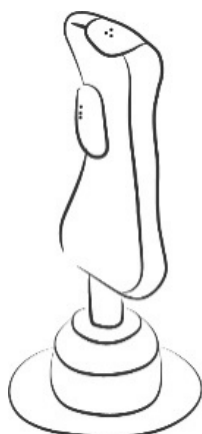
Dentre os apontamentos pertinentes a esta validação, cabe destacar a representação tátil, a qual se apresenta de difícil compreensão, especialmente quanto à navegação do avatar pelo cenário. Deste modo, sugere-se como trabalhos futuros a verificação com usuários com deficiência visual de modo a validar, ou mesmo redesenhar as proposições elencadas neste trabalho.

Com relação ao projeto de interface multimodal proposto no Apêndice M (p. 404), que contempla o periférico, a embalagem e o uso do periférico, procurou-se

averiguar a classificação global da interface a partir dos critérios de consistência, simplicidade, estética e informações e feedback. Também foram considerados na análise a compatibilidade com a tarefa e domínio do usuário, bem como, a ajuda e documentação. Entre as opções expostas (excelente, bom, neutro, regular e insuficiente), nota-se a prevalência da conformidade “bom”. O que no geral denota a assertividade da proposição, mesmo que não em sua excelência.

Como apontamentos, sugere-se um redesenho do manche direcional e dos botões de ação, visto que na realização da tarefa exploratória com o protótipo funcional, apresentou-se dificuldade no manejo das ações de modo simultâneo. Como proposição ao problema abordado, sugere-se a fusão tanto dos botões de ação, quanto os de direção em um único comando. A Figura 60 ilustra a possível solução.

Figura 60: Proposição de *joystick* para interface multimodal



Fonte: O Autor (2022)

Postas as informações levantadas por esta fase, espera-se contribuir para geração de conhecimento no campo do design em relação aos principais aspectos a serem considerados quanto à promoção de experiência ao usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais, sobretudo através do uso de interfaces computacionais multimodais. Cabe enfatizar a suma necessidade desta avaliação ser realizada também por usuários com deficiência visual, visto que estes certamente trarão apontamentos acurados para o almejo de excelência deste trabalho.

5 EXPLICITAÇÃO DAS APRENDIZAGENS

Dado o desenvolvimento das etapas anteriores e as evidências apontadas pela fase de avaliação, é essencial que o aprendizado alcançado ao longo do processo de pesquisa seja evidenciado. Posto isto, conforme abordado por Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015), o objetivo dessa etapa é garantir que a pesquisa possa servir como subsídio para a geração de conhecimento no campo prático ou teórico dentro da área abordada, identificando os fatores que contribuíram para o êxito da pesquisa, bem como os elementos que divergiram das metas traçadas.

Deste modo, partindo da revisão de literatura, foi possível verificar duas vertentes fundamentais para os encaminhamentos deste trabalho, sendo estas quanto: ao desenvolvimento de jogos digitais acessíveis às pessoas com deficiência visual; e quanto aos recursos computacionais táteis e hápticos os quais podem ser utilizados na interação de pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais. Dentre os pontos elencados, cabe pontuar: as técnicas de navegação com base em áudio diegético (p. 53); modelos de mecânicas empregados em *audiogames* (p. 80); métodos e/ou diretrizes com foco na experiência e acessibilidade em jogos digitais (p. 59, p. 81); mapeamento tecnológico quanto à arquitetura eletrônica e sistemas de atuação presentes nas interfaces táteis e hápticas (p. 96); e características intrínsecas à construção de interfaces táteis (p. 130).

A partir das classes de problemas abordadas e seus artefatos (p. 128), uma lacuna quanto a meios de promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual tem se apresentado. Ainda que os estudos tangenciem estes temas, é notável o déficit de estratégias práticas que, de forma sumarizada, facilite o emprego dos recursos táteis e sonoros nas atividades em jogos digitais. Como meio de contribuição para a lacuna apresentada, o tema dessa pesquisa buscou abordar a proposição de aportes metodológicos sistematizados para o uso de interfaces computacionais multimodais, de modo que estas favoreçam a experiência do usuário com deficiência visual nas atividades de jogos digitais (Apêndice M, p. 404).

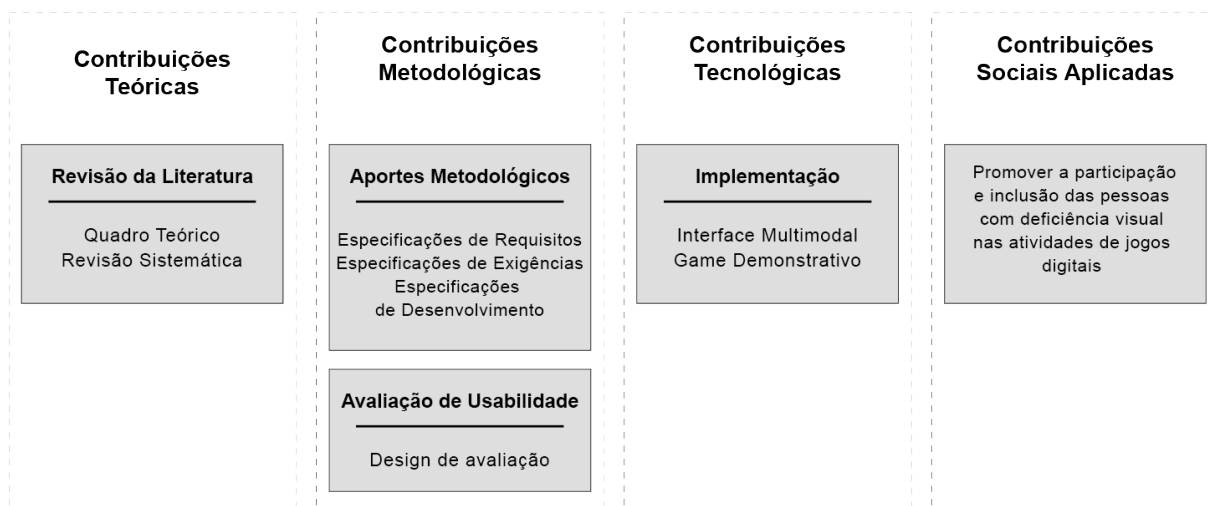
Distinguindo-se de modo inovador, não somente no que diz respeito ao mapeamento de tecnologias e diretrizes de avaliação e desenvolvimento, mas

também pela validação das mesmas junto ao usuário. O presente trabalho buscou ater-se além das proposições de aportes metodológicos quanto ao desenvolvimento de tais interfaces, no uso destas junto aos jogos digitais, buscando e indicando meios que favoreçam a experiência de uso, tanto físico, como digital.

Dentre as limitações pertinentes à execução deste trabalho destacam-se: as limitações técnicas da interface multimodal utilizada na fase de viabilização, a qual diverge em termos de dimensionamento com o elencado como primordial por este trabalho; a limitação para implementação do protótipo funcional do jogo digital, que teve seu escopo reduzido; e à impossibilidade da realização da avaliação do artefato com usuários reais, dada à pandemia de Covid-19.

Postas as limitações elencadas, ainda que não atingindo em sua totalidade as etapas propostas pela metodologia deste trabalho, todos os objetivos propostos foram alcançados. Em linhas gerais, é possível visualizar, através da Figura 61, as principais contribuições alcançadas ao longo do processo de projeto e desenvolvimento frente aos resultados obtidos pelo presente trabalho, sendo elas: contribuições teóricas, metodológicas, tecnológicas e sócio aplicadas.

Figura 61: Quadro de contribuições



Fonte: O Autor (2022)

Cabe destacar que, as questões que não puderam ser aprofundadas nessa dissertação, podem ser abordadas, discutidas e revisitadas em estudos futuros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o escopo deste trabalho, o qual buscou explorar por intermédio do design centrado no usuário e em mapeamento tecnológico, o uso do canal tátil como um meio agregativo ao canal auditivo no design de interfaces computacionais multimodais. O objetivo geral proposto foi de apresentar aportes metodológicos sistematizados para o projeto de tais interfaces, de modo que estas contribuíssem para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

Para tal, a revisão bibliográfica e a condução de grupos exploratórios e confirmatórios serviram de base tanto para a fundamentação teórica, quanto para o levantamento de informações acerca de: técnicas, modelos, métodos e/ou diretrizes que auxiliem no design e desenvolvimento de *audiogames* acessíveis às pessoas com deficiência visual; bem como, os recursos computacionais táteis e hápticos utilizados na interação de pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais. Estas informações permitiram o levantamento quanto: à identificação dos artefatos e à configuração das classes de problema; à caracterização de funcionalidades e atributos de ferramentas similares ao projeto, tal como lições adquiridas e construídas por outros pesquisadores; e ao levantamento de requisitos e as exigências do futuro artefato por parte de usuários reais, além de testemunhos de experiências com artefatos similares.

Como metodologia adotada para condução deste trabalho têm-se a *design science research* por meio do processo metodológico de Dresch *et al.*, (2015) juntamente a GODP de Merino (2016). Conforme os resultados obtidos na pesquisa, foi possível levantar e sistematizar um conjunto de diretrizes, recomendações e princípios de design quanto ao projeto de interfaces computacionais multimodais e seu emprego nas atividades de jogos digitais. A partir dessas informações, foi proposto o emprego dos aportes metodológicos, tanto em protótipos de baixa fidelidade, quanto em um protótipo funcional de uma interface tátil e seu jogo digital.

O conhecimento adquirido permitiu confrontar os dados levantados com elementos propostos nos objetivos específicos, servindo de subsídio para o alcance do objetivo geral. Assim sendo, os apontamentos e seus atendimentos são expostos na sequência:

- **Objetivo específico 1** - Compreender a experiência de pessoas com deficiência visual na interação com jogos digitais: Foram identificados 22 padrões de design (p. 59), que visam facilitar o acesso a jogadores com diferentes tipos de deficiência em atividades de jogos digitais; além de 8 componentes (p. 59), quanto à verificação da experiência destas atividades.
- **Objetivo específico 2** - Identificar recursos e tecnologias computacionais disponíveis, que promovam interação por meio tátil e sonoro para pessoas com deficiência visual: A partir da revisão da literatura foi possível identificar as principais características técnicas dos artefatos propostos pelos estudos investigados (Apêndice B, p. 209), bem como os principais produtos comerciais citados (Apêndice B, p. 209).
- **Objetivo específico 3** - Compreender a experiência de pessoas com deficiência visual no que cabe à interação com jogos digitais através de interfaces computacionais: No que tange aos jogos digitais voltados a pessoas com deficiência visual, a partir dos autores investigados, foi identificada uma tendência quanto aos *audiogames* baseados em áudio diegético; além de estudos pontuais que fazem uso de interfaces táteis e/ou hápticas.
- **Objetivo específico 4** - Identificar e estabelecer critérios de aferição quanto ao uso de recursos e tecnologias computacionais multimodais por pessoas com deficiência visual: A partir da revisão da literatura foi possível averiguar dentre os métodos de avaliação realizados pelos estudos, tendo maior recorrência de: testes de usabilidade, experimentos de identificação, classificação por similaridade, sessões práticas guiadas por entrevista e aplicação de questionários.
- **Objetivo específico 5** - Identificar e estabelecer critérios quanto ao desenvolvimento de jogos digitais destinados às pessoas com deficiência visual: Foram explicitadas as principais recomendações quanto à promoção de acessibilidade no contexto dos jogos digitais acessíveis presentes entre os autores investigados (p. 82; p. 83), além de uma investigação com grupo exploratório (p. 132);

- **Objetivo específico 6** - Classificar, relacionar e sistematizar aportes metodológicos, que contribuam para ao alcance de níveis satisfatórios de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual por meio de recursos multimodais (táteis e sonoros): Foi elaborado um guia de práticas (Apêndice M, p. 404), resultado das fases de Organização e análise (p. 144) e Criação (p. 148), o qual abarca questões voltadas à geração de interfaces multimodais (tátil e sonora) destinadas as atividades em jogos digitais por pessoas com deficiência visual, bem como as possibilidades de implementação de recursos multimodais na construção propriamente dita dos jogos digitais.
- **Objetivo específico 7** - Desenvolver um protótipo do artefato para fins de verificação da aplicabilidade da sistemática projetual estabelecida: Desenvolveu-se na fase de viabilização (p. 151) um protótipo de jogo digital destinado à prática em interfaces táteis, este executado em uma interface de um trabalho parceiro desenvolvido por Kunzler e Ribeiro (2022), o qual sofreu melhorias com relação à interação por parte do usuário, sendo incrementado botões direcionais e de ação.

Entre os desafios impostos na condução deste trabalho, destacam-se: a concepção dos aportes metodológicos propostos, relativos à usabilidade, que demanda fornecer e manter a facilidade, a satisfação e a eficiência de uso das aplicações, bem como remover barreiras ao acesso de informações; as limitações tecnológicas em relação à construção do protótipo funcional; e por fim, quanto ao processo de avaliação dos mesmos.

Dentre os ganhos que este trabalho expõe com relação ao estado da arte, pode-se citar: a viabilização de boas práticas no projeto e desenvolvimento de jogos digitais multimodais acessíveis as pessoas com deficiência visual, abrangendo as mais variadas taxonomias; e o levantamento técnico quanto ao projeto e desenvolvimento de interfaces multimodais que atendam aos requisitos de uma tecnologia assistiva de baixo custo. Tais ganhos beneficiam não apenas diretamente os projetistas e desenvolvedores de jogos digitais, mas os usuários finais (pessoas com deficiência visual), potencial público consumidor do segmento de jogos digitais.

De modo geral, os resultados apresentados por este trabalho, geram além das contribuições almejadas na área do design, fomento para áreas como a da educação. Estes, podendo subsidiar pesquisas no campo da acessibilidade virtual e tecnologia assistiva, favorecendo, além das pessoas com deficiência visual, as pessoas surdoceguas. Ainda que neste trabalho constem impedimentos, bem como os negligenciados na condução das etapas de implementação em virtude de fatores, como a limitação em decorrência da pandemia de Covid-19 e as restrições técnicas, têm-se como sugestões para trabalhos futuros, um maior aprofundamento quanto:

- Ao regresso às etapas de implementação, com vistas às melhorias levantadas pela etapa de avaliação;
- A avaliação do artefato proposto com os usuários reais, dada a impossibilidade da realização durante a presente pesquisa;
- Um aprofundamento do conhecimento sobre acessibilidade de jogos digitais em interfaces multimodais (táteis e sonoros);
- Uma revisão do conhecimento quanto às tecnologias disponíveis para a implementação de interfaces multimodais (táteis e sonoros) nas atividades de jogos digitais;
- A ampliação de aportes metodológicos destinados à implementação de jogos digitais em interfaces multimodais (táteis e sonoros), tendo em consideração as taxonomias apresentadas por esta pesquisa;
- A publicação de um guia de orientação voltado a desenvolvedores de jogos, quanto à implementação dos aportes metodológicos apresentados.
- A expansão dos aportes metodológicos com vistas a integração das interfaces multimodais (táteis e sonoros) em ambientes de Metaverso.

Por fim, além de contribuir com o avanço da ciência, este estudo pode oferecer ao mercado de jogos digitais e seus projetistas/desenvolvedores aportes científicos que favoreçam o desenvolvimento de interfaces computacionais que atendam as pessoas com deficiência visual, ampliando consequentemente a participação e inclusão delas na sociedade.

REFERÊNCIAS

- 3D SYSTEMS. Dispositivo háptico Touch™. **Haptics Devices/Touch**. Disponível em: <https://br.3dsystems.com/haptics-devices/touch>. Acesso em: 03 maio 2021.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction**. 2011.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9999: Assistive products for persons with disability - Classification and terminology**. 2016.
- ABLE GAMERS FOUNDATION: **Accessible Player Experiences (APX)**. Accessible Games. 2018. Disponível em: <https://accessible.games/accessible-player-experiences>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- ADAMO, T. **Curso produzindo trilhas sonoras para games: A história do Game Audio**. Brasil Game Audio Academy, 2014.
- ALVES, L. Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso Lynn Alves. **Educação, Formação & Tecnologias**, v. 1, n. 2, p. 3–10, 2008. ISSN 1646-933X.
- ALVES, L.; COUTINHO, I. J. **Jogos Digitais e Aprendizagem: Fundamentos Para Uma Prática Baseada Em Evidências**. São Paulo: Papirus, 2016. ISBN 9788544901489.
- ANDRADE, R.; ROGERSON, M. J.; WAYCOTT, J.; BAKER, S.; VETERE, F. Playing blind: Revealing the world of gamers with visual impairment. **Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings**, p. 1–14, 2019.
- ARANHA, M. S. F. **Saberes e práticas da inclusão: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais de alunos cegos e de alunos com baixa visão**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006.
- ARANHA, M. S. F. **Projeto Escola Viva: garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola: necessidades educacionais especiais dos alunos**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2005.
- ARAUJO, C. C. M.; FAÇANHA, R. A.; DARIN, R. G. T.; SANCHEZ, J.; ANDRADE, C. M. R.; VIANA, W. **Um estudo das recomendações de acessibilidade para audiogames móveis**. XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital- ISSN: 2179-2259, p. 2179-2259, 2016.
- ARAUJO, M. C. C.; FAÇANHA, A. R.; DARIN, T. G.R.; SÁNCHEZ, J.; ANDRADE, R. M.C.; VIANA, W. **Mobile Audio Games Accessibility Evaluation for Users Who Are Blind**. p. 242–259, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-58703-5_18.
- ARCHAMBAULT, D.; OSSMANN, R.; GAUDY, T.; MIESENBERGER, K. Computer Games and Visually Impaired People. **Upgrade**, v. 8, n. 2, p. 43–53, 2007.

ARCHAMBAULT, D.; GAUDY, T.; MIESENBERGER, K.; NATKIN, S.; OSSMANN, R. Towards generalised accessibility of computer games. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 5093 LNCS, p. 518–527, 2008.

ARDUINO, What is Arduino?. 2018. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 10 mai. 2021.

ATKINSON, M. T.; GUCUKOGLU, S.; MACHIN, C. H.; LAWRENCE, A. E. **Making the mainstream accessible: redefining the game**. In Proceedings of the 2006 ACM SIGGRAPH symposium on Videogames, ACM, p. 21–28, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1145/1183316.1183321>.

AZH, M.; ZHAO, S.; SUBRAMANIAN, S. Investigating expressive tactile interaction design in artistic graphical representations. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, v. 23, n. 5, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1145/2957756>.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, C. J. **Projeto integrado de produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem**. Barueri: Manole, 2008. ISBN: 852042208X

BATTAIOLA, A. L. **Jogos por computador: Histórico, relevância tecnológica e mercadológica, tendências e técnicas de implementação**. Anais do XIX Jornada de Atualização em Informática, v. 2, p. 83–122, 2000.

BAU, O.; PETREVSKI, U.; MACKAY, W. BubbleWrap: A textile-based electromagnetic haptic display. **Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings**, Massachusetts, p. 3607–3612, 2009.

BAXTER, M. Projeto de Produto – **Guia Prático para o Design de Novos Produtos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. ISBN 978-85-212-0265-5

BENALI-KHOUDJA, M.; HAFEZ, M.; KHEDDAR, A. VITAL: **An electromagnetic integrated tactile display**. Displays, v. 28, n. 3, p. 133–144, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2007.04.013>

BERNARDES, A. O. **Astronomia Inclusiva no Universo da Deficiência Visual**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2009.

BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 10 junho 2019.

BIOLCHINI, J.; GOMES, P. M.; CANDIDA, A.; CRUZ, N. **Systematic review in software engineering**. System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES, v. 679, n. 05, p. 45, 2005.

BORGES, O. T. **Fair play: diretrizes para o design de audiogames para usuários com deficiência visual**. (Dissertação de Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

BORNSCHEIN, J.; WEBER, G. Digital drawing tools for blind users: A state-of-the-art and requirement analysis. *ACM International Conference Proceeding Series*, , p. 21–28, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1145/3056540.3056542>

BORNSCHEIN, J.; PRESCHER, D.; WEBER, G. Inclusive production of tactile graphics. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 9296, p. 80–88, 2015. ISSN: 1611-3349

BORNSCHEIN, J.; PRESCHER, D.; WEBER, G. Collaborative creation of digital tactile graphics. **ASSETS 2015 - Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**, p. 117–126, 2015. ISBN: 978-1-4503-3400-6

BORNSCHEIN, J.; BORNSCHEIN, D.; WEBER, G. **Comparing computer-based drawing methods for blind people with real-time tactile feedback**. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, v. 2018- April, p. 1–13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1145/3173574.3173689>.

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, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 10 janeiro 2019.

BRASIL, **Decreto nº 7612 de 17 de novembro de 2011**. Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Plano Viver sem Limite. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7612.htm. Acesso em: 10 fevereiro 2020.

BRASIL, **Decreto Legislativo 186, de julho de 2008**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/CONGRESSO/DLG/DLG-186-2008.htm. Acesso em: 10 fevereiro 2020.

BRASIL, **Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004**. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000 e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm. Acesso em: 10 fevereiro 2020.

BRASIL, **Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm. Acesso em: 10 fevereiro 2020.

BRENDLER, C. F.; VIARO, S. F.; BRUNO, F. B.; TEIXEIRA, F. B.; DA SILVA, R. P. Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. **Educação Gráfica**, v.18, n.3, 2014. ISSN: 2179-7374.

BREWSTER, S.; BROWN, L. M.; Tactons: Structured Tactile Messages for Non-Visual Information Display. **User Interfaces 2004**, Fifth Australasian User Interface Conference. v. 28, p. 15-23, Dunedin, New Zealand, 2004.

BROWN, L. **Tactons: Structured Vibrotactile Messages for Non-Visual Information Display**. Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Computing Science, University of Glasgow. p. 228, 2007.

BUCHENAU, M. S.; FULTON, J. "Experience Prototyping". In: 3rd Conference on **Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques**, United States, p. 424-433. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1145/347642.347802>.

BUCHINGER, D.; SIQUEIRA C. G. A.; HOUNSELL, D.S. M. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 6, n. 1, p. 108-120, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5335/rbca.2014.3452>.

BÜRDEK, B. E. **História, teoria e prática do design de produtos**. São Paulo, 2. ed., 2010. ISBN: 9788521213239.

CAPORUSSO, N.; MKRTCHYAN, L.; BADIA, L. A multimodal interface device for online board games designed for sight-impaired people. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, v. 14, n. 2, p. 248–254, 2010. DOI: 10.1109/TITB.2009.2034739

CARDOSO, E. **DESIGN PARA EXPERIÊNCIA MULTISSENSORIAL EM MUSEUS : fruição de objetos culturais por pessoas com deficiência visual**. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CAT – Comitê de Ajudas Técnicas. Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007. Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/ PR): 2007. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_de_Ajudas_T%C3%A9cnicas.pdf. Acesso em: 10 fevereiro 2020.

CDPD Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (2008). **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**: Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência: decreto legislativo nº 186, de 09 de julho de 2008: decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. -- 4. ed., rev. e atual. – Brasília: Secretaria de Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, 2011.

CHAKRABORTY, J.; CHAKRABORTY, S.; DEHLINGER, J.; HRITZ, J. Designing video games for the blind: results of an empirical study. **Universal Access in the Information Society**, v. 16, n. 3, p. 809–818, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10209-016-0510-z>

CHEN, D. K. Y.; CHOSSAT, J. B.; SHULL, P. B. **HapTivec: Presenting Haptic Feedback Vectors in Handheld Controllers using Embedded Tactile Pin Arrays**. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. **Anais.2019**. DOI: <https://doi.org/10.1145/3290605.3300401>

CICCIÓ, J. A.; QUESADA, L. **Framework for Creating Audio Games for Intelligent Personal Assistants**. p. 204–214, 2018. DOI:10.1007/978-3-319-60639-2_21

CLARKSON, P. J. Human capability and product design. In H. N. J. Schifferstein & P. Hekkert (Eds.), **Product experience**. Boston: Elsevier, 2007. ISBN: 008045089X

COELHO, P. M. F. O dialogismo e as construções narrativas no game literário brasileiro: Memórias de um Sargento de Milícias. Revista Obra Digital: **Journal Of Communication And Technology**, v. 6, p. 74-91, 2014. DOI: <https://doi.org/10.25029/od.2014.27.6>

COLLINS, K. **An Introduction to the Participatory and Non-Linear Aspects of Video Game Audio**. 2007.

COUTINHO, I.; RODRIGUES, P.; CARNEIRO, Y.; GUIMARÃES, J.; LIMA, L.; QUINTO, C.; ALVES, L. Jogos Eletrônicos e Tecnologia Assistiva. **IX Seminário Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação**, 2013. Disponível em: <http://www.comunidadesvirtuais.pro.br/seminario-jogos/files/TC-JEEJogosEletronicoseTecnologiasAssistivas.pdf>. Acesso em: 20 fevereiro 2019.

CRESPO, R. G. **Tangima: Display de Imagens Tangíveis**. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2010. ISBN: 978-85-7522-232-4.

DE BORBA, C. M.; DAMASIO O. J. **Usability, Accessibility and Gameplay Heuristics to Evaluate Audiogames for Users Who are Blind**. p. 38–48, 2016. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_4.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000. ISBN: 9788522426478.

DIAS, C. **Usabilidade na Web**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2006. ISBN: 978-85-7608-140-1.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **DESIGN SCIENCE RESEARCH: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Bookman, 2015. ISBN: 978-85-8260-298-0.

DROSSOS, K.; ZORMPAS, N.; GIANNAKOPOULOS, G.; FLOROS, A. **Accessible games for blind children, empowered by binaural sound**. In: Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. ACM, p.1-8, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1145/2769493.2769546>.

DRUDI, I. G. B. **Design de experiência e gestão de marca PROPOSTA DE MODELO DE COMUNICAÇÃO CORPORATIVA: O CASO LA MOD**. (Monografia) Especialização em Design Experiencial. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

FAÇANHA, A. **Customização de ambientes virtuais de orientação e mobilidade para pessoas com deficiência visual**. (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Da Computação. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

FRANZEN, E.; **Estudo e implementação da programação genética para síntese de fala**. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

FREIRE, K.; Reflexões sobre o conceito de design de experiências. **Strategic Design Research Journal**. v.2, n. 1, p. 37-44, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4013/sdrj.2009.21.05>

FERREIRA, S. B. L.; NUNES, R. R. **e-Usabilidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2008. ISBN: 978-85-216-1651-1.

FERREIRA, S. B. L. User model framework to help the development of usability oriented systems' Interfaces Associated. In: **International Association For Management Of Technology (IAMOT)**, Nancy, França, 2003.

FINNEY, C. K. **Advanced 3D Game Programming All in One**. Thomson Place. Boston, MA. 2005. ISBN: 1598632663.

FOLLMER, S; LEITHINGER, D.; OLWAL, A.; HOGGE, A.; ISHII, H. InFORM: Dynamic Physical Affordances and Constraints through shape and object actuation. **UIST 2013 - Proceedings of the 26th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology**, p. 417–426, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1145/2501988.2502032>.

FORLIZZI, J. **Designing for Experience: An Approach to Human-Centered Design**. (Dissertação de Mestrado) - Carnegie Mellon University, 1997.

FREITAS, G. A. G.; MENEGUETTE, L. C. **Técnicas de áudio adaptativo para games com a integração FMOD/UNITY**. Revista Sapere, v. 13, jan./dez. 2021. ISSN 2176-9044 Disponível em: <https://www.revistasapere.inf.br/site2/artigos/2021/2021-06.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2022.

GALVÃO FILHO, T. A. **Tecnologia Assistiva para uma Escola Inclusiva: Apropriação, Demandas e Perspectivas** (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

GAL, V.; LE PRADO, C.; NATKIN, S.; VEGA, L. **Writing for video games**. Rapport CEDRIC, CNAM, 2002.

GARCIA, E. F.; NERIS, A. P. V. Design Guidelines for Audio Games. In: Kurosu M. (eds) **Human-Computer Interaction. Applications and Services**. 2013. **Lecture Notes in Computer Science**, vol 8005. Springer, Berlin, Heidelberg. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39262-7_26. Acesso em: 20 fevereiro 2019.

GASPARETTO, M. E. R. F.; TEMPORINI, E. R.; CARVALHO, K. M. M.; KARA-JOSE, N. O aluno portador de visão subnormal na escola regular: desafio para o professor? **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 64, n.1, p.45-51, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0004-27492001000100009>

GASPARINI, I. **Usabilidade na web: do desktop aos dispositivos móveis**. Computer on the beach 2014, UDESC, Florianópolis, 2014. Disponível em <https://silo.tips/download/computer-on-the-beach-2014-usabilidade-na-web-isabela-gasparini-usabilidade-na-w>. Acesso em: 15 outubro 2020.

GAY, W. Advanced Raspberry Pi: **Raspbian Linux and GPIO Integration**. Apress, 2. ed., 2018. ISBN: 1484239474.

GONCU, C.; MARRIOTT, K. GraVVITAS: Generic multi-touch presentation of accessible graphics. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 6946, p. 30–48, 2011. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-23774-4_5.

GONZÁLEZ, C. J. I. **Sistematização Do Processo De Mapeamento Tecnológico De Produtos**. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

GRAMMENOS, D.; SAVIDIS, A.; STEPHANIDIS, C. **Unified Design of Universally Accessible Games**. p. 607–616, 2007. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-73283-9_67.

GRASSIOULET, Y. A **Cognitive Ergonomics Approach to the Process of Game Design and Development**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade de Gênova, 2002.

HADDAD, M. A. O.; SEI, M.; VITAL, S.; MARIANO, K. R. Recursos para a avaliação da função visual do indivíduo com baixa visão. **Revista Contato**, v.5, n. 7, p.41-43, 2001.

HASSENZAHN, M. **The thing and I: understanding the relationship between user and product**. In *Funology: From Usability to Enjoyment*, Blythe, M. A. and Overbeeke, K and Monk, A. F. and Wright, P. C. (Eds.). Kluwer Academic Publishers, 2004. DOI:10.1007/1-4020-2967-5_4.

HENRIQUES, F. **Guia de Mixagem 3: mixando gravações ao vivo em 2.0 e surround 5.1**. Rio de Janeiro: Música e Tecnologia, 2012. ISBN: 8589402207.

HERON, M. Inaccessible through oversight: the need for inclusive game design. **The Computer Games Journal**, v. 1, n. 1, p. 29–38, 2012. DOI:10.1007/BF03392326.

HERON, M. J.; BELFORD, P. H.; REID, H.; CRABB, M. Eighteen Months of Meeple Like Us: An Exploration into the State of Board Game Accessibility. **The Computer Games Journal**, v. 7, n. 2, p. 75–95, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40869-018-0056-9>.

HORTON, E. L.; RENGANATHAN, R.; TOTH, B. N.; COHEN, A. J.; BAJCSY, A. V.; BATEMAN, A.; JENNINGS, M. C.; KHATTAR, A.; KUO, R. S.; LEE, F. A.; LIM, M. K.; MIGASIUK, L. W.; ZHANG, A.; ZHAO, O. K.; OLIVEIRA, M. A. A review of principles in design and usability testing of tactile technology for individuals with visual impairments. **Assistive Technology**, v. 29, n. 1, p. 28–36, 2017.

HUANG, D. Y.; GUO, R.; GONG, J.; WANG, J.; GRAHAM, J.; YANG, D. N.; YANG, X. D. RetroShape: Leveraging rear-surface shape displays for 2.5D interaction on smartwatches. **UIST 2017 - Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology**, n. Figure 1, p. 539–551, 2017. DOI: 10.1080/10400435.2016.1176083.

HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 2.ed. Perspectiva, 2019. ISBN: 9788527311571.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 fevereiro 2019.

IBGE, **Censo demográfico 2010: nota técnica 01/2018**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/metodologia/notas_tecnicas/nota_tecnica_2018_01_censo2010.pdf. Acesso em: 10 fevereiro 2019.

IBGE, **Cartilha Do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência**. Disponível em: <https://bibliotecadigital.mdh.gov.br/jspui/handle/192/754>. Acesso em: 10 fevereiro 2019.

International Game Developers Association (IGDA). **Accessibility in Games: Motivations and Approaches**. 2004. Disponível em: http://archives.igda.org/accessibility/IGDA_Accessibility_WhitePaper.pdf. Acesso em: 17 outubro 2016.

Instituto de Tecnologia Social (ITS) – Brasil. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br>. Acesso em: 10 setembro 2019

IVELISE, L. O. S.; FORTIM, I. **II Censo da Indústria Brasileira de Jogos Digitais**. Brasília, Secretaria da Economia Criativa - Ministério da Cultura do Brasil, 2018.

IWATA, H.; YANO, H.; NAKAIZUMI, F.; KAWAMURA, R. Project FEELEX: Adding haptic surface to graphics. **Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 2001**, p. 469–475, 2001. ISBN: 978-1-58113-374-5.

JANG, S.; KIM, L. H.; TANNER, K.; ISHII, H.; FOLLMER, S. Haptic edge display for mobile tactile interaction. **Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings**, p. 3706–3716, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1145/2858036.2858264>.

JORDAN, P. W. **An introduction to usability**. London: Taylor & Francis, 1998. ISBN: 0748407626.

JUNIOR, A. D. **Ferramentas para a concepção de audiogames acessíveis**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2018.

JUNIOR, I.; REIS, V. **Um Framework para Desenvolvimento de Interfaces Multimodais em Aplicações de Computação Ubíqua**. (Tese de Doutorado) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP, 2007.

KHAN, M. ; SULAIMAN, S.; SAID, A. M.D.; TAHIR, M. Exploring the quantitative and qualitative measures for haptic systems. **Proceedings 2010 International Symposium on Information Technology - Visual Informatics, ITSIM'10**, v. 1, 2010. DOI: 10.1109/ITSIM.2010.5561305.

KIM, S. C.; KIM, C. H.; YANG, G. H.; YANG, T. H.; HAN, B. K.; KANG, S. C.; KWON, D. S. Small and Lightweight Tactile Display(SaLT) and Its Application. **Proceedings - 3rd Joint EuroHaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, World Haptics 2009**, p. 69–74, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1109/WHC.2009.4810820>.

KIM, S.; PARK, E. S.; RYU, E. S. Multimedia vision for the visually impaired through 2D multiarray braille display. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 9, n. 5, 2019. DOI:10.3390/app9050878.

KINNEY, R. A. **Definição, Responsabilidades e Direitos dos Surdocegos**. In: Anais I Seminário Brasileiro de Educação do deficiente Audiovisual – ABEDDEV. São Paulo, 1977.

KOBAYASHI, M.; WATANABE, T. Communication system for the blind using tactile displays and ultrasonic pens - MIMIZU. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 3118, p. 731–738, 2004. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-27817-7_109.

KRONBAUER, A.; NERIS, A. P. V. **Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais – IHC 2014**. Sociedade Brasileira de Computação - SBC. Foz do Iguaçu, 2014.

KUBER, R.; TRETTER, M.; MURPHY, E. Developing and evaluating a non-visual memory game. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 6947 LNCS, n. PART 2, p. 540–553, 2011. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-23771-3_41.

KUNZLER, L. H.; RIBEIRO, M. A. C. **Desenvolvimento de um display Braille de baixo custo com 64 pontos utilizando atuadores piezoelétricos**. (Trabalho de Conclusão de Curso I) - Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Farroupilha, 2020.

KUON, I.; TESSIER, R.; ROSE, J. FPGA Architecture: **Survey and Challenges**, Now Foundations and Trends, 2008. DOI: 10.1561/10000000005.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES, J. J. A. V. Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestao e Producao**, v. 20, n. 4, p. 741–761, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>.

LAGATI, S. **Deaf-Blind or Deafblind International Perspectives on Terminology**. Tradução: Laura L. M. Ancilotto. São Paulo: Projeto Ahimsa/Hilton Perkins, 2002.

LEBRAO, L. R.; MCKENNA, R. E.; MORROW, J. J. **Creating an Audio Game Platform for the Visually Impaired**. (Relatório) - Bacharelado em Ciências. Instituto Politécnico de Worcester, Massachusetts, 2015.

LEE, H. S.; PHUNG, H.; LEE, D. H.; KIM, U. K.; NGUYEN, C. T.; MOON, H.; KOO, J. C.; NAM, J. D.; CHOI, H. R. Design analysis and fabrication of arrayed tactile display based on dielectric elastomer actuator. **Sensors and Actuators, A: Physical**, v. 205, p. 191–198, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sna.2013.11.009>.

LEE, J. S.; LUCYSZYN, S. A micromachined refreshable Braille cell. **Journal of Microelectromechanical Systems**, v. 14, n. 4, p. 673–682, 2005. DOI: 10.1109/JMEMS.2005.845415.

LEITÃO, C. O. F. **Brincadeira e jogos que ajudam no desenvolvimento físico e cognitivo das crianças**. (Monografia) - Especialização em Educação Infantil e Desenvolvimento. Universidade Candido Mendes, São Paulo, 2008.

LEO, F.; BACCELLIERE, C.; WASZKIELEWICZ, A.; COCCHI, E.; BRAYDA, L. Tactile symbol discrimination on a small pin-array display. **MAHCI 2018 - Proceedings of the 2018 Workshop on Multimedia for Accessible Human Computer Interface, co-located with MM 2018**, p. 9–15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1145/3264856.3264858>.

LEONARDIS, D.; LOCONSOLE, C.; FRISOLI, A. A survey on innovative refreshable braille display technologies. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 587, p. 488–498, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-60597-5_46.

LEONEL, C. E. L. **Sistematização do processo de planejamento da inovação de produtos com enfoque em empresas de pequeno e médio porte**. (Dissertação de Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LÉVESQUE, V.; PETIT, G.; DUFRESNE, A.; HAYWARD, V. Adaptive level of detail in dynamic, refreshable tactile graphics. **Haptics Symposium 2012, HAPTICS 2012 - Proceedings**, p. 1–5, 2012. DOI: 10.1109/HAPTIC.2012.6183752.

LÉVY, P. **Inteligência Coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 1998. ISBN: 8515016133

LÖBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. 2001. ISBN: 8521202881

LOPES, G. **Jogos eletrônicos: conceitos gerais**. São Paulo: Cortez, 2010.

LUCCHESI, F.; RIBEIRO, B. **Conceituação de Jogos Digitais**. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Estadual De Campinas, São Paulo, 2012.

MAIA, S. R.; ARÁOZ, S. M. M. A surdocegueira – "saindo do escuro". **Educação Especial**, p. 19-23., Santa Maria, 2012. Recuperado de <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/5199>. ISSN 1984-686X.

MAKSIMOVIĆ, M.; VUJOVIĆ, V.; DAVIDOVIĆ, N.; MILOŠEVIĆ, V.; PERIŠIĆ, B. Raspberry Pi as Internet of Things hardware: **Performances and Constraints**. Conference IcETAN 2014, Vrnjacka Banja, Serbia. 2014.

MARCONSINI, M.; NOVAES, L. Design como experiência. **Estudos em Design**, v. 28, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.35522/eed.v28i2.983>.

MARTÍN, M. B.; BUENO, S. T. Deficiência Visual: aspectos psicoevolutivos e educacionais. 1 ed. São Paulo: Santos, 2010.

MARTINEZ, H. **Dossiê Mega Driver: a história completa do melhor videogame da sega**. São Paulo: Editora Europa, 2016a. ISBN: 9788579603587.

MARTINEZ, H. **Dossiê Super Nintendo: a história completa do melhor videogame da Nintendo**. São Paulo: Editora Europa, 2016b. ISBN: 9788579603488.

MARTINEZ, H. **Dossiê Atari 2600: a história do videogame que conquistou o mundo**. São Paulo: Editora Europa, 2017a. ISBN: 9788579603563.

MARTINEZ, H. **Dossiê Nintendo Entertainment System: a história completa do console que mais criou personagens**. São Paulo: Editora Europa, 2017b. ISBN: 9788579603570.

MARTÍNEZ, J.; GARCÍA, A. S.; OLIVER, M.; MOLINA, J. P.; GONZÁLEZ, P. VITAKI: A Vibrotactile Prototyping Toolkit for Virtual Reality and Video Games. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 30, n. 11, p. 855–871, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/10447318.2014.941272>.

MCGEE, M. R.; BREWSTER, S. A.; GRAY, P. D. **The Effective Combination of Haptic and Auditory Textural Information**. In: Brewster, S., Murray-Smith, R. (eds.) Haptic HCI 2000. LNCS, vol. 2058, pp. 118–126. Springer, Heidelberg, 2001. DOI: DOI: 10.1007/3-540-44589-7_13.

MERINO, G. S. A. D. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário**. Florianópolis: Ngd/UFSC, 2016.

METEC. The "Laptop for the Blind" - Graphic Displays. **Products/Graphic Displays**. Disponível em: <https://metec-ag.de/en/produkte-graphik-display.php>. Acesso em: 3 maio 2021.

MILLAR, S. **La comprensión y la representación del espacio: teoría y evidencia a partir de estudios con niños ciegos y videntes**. Madrid: Gráficas man/ONCE, 1997.

MILLER, D.; PARECKI, A.; DOUGLAS, S. A. Finger dance: A sound game for blind people. **ASSETS'07: Proceedings of the Ninth International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**, p. 253–254, 2007. DOI:10.1145/1296843.1296898.

MILLER, D. **Teoria das Compras**. São Paulo: Nobel, 2002. ISBN: 8521311729

MOHIUDDIN, M.; KO, H. U.; KIM, H. C.; KIM, J.; KIM, S. Y. Transparent and flexible haptic actuator based on cellulose acetate stacked membranes. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing**, v. 16, n. 7, p. 1479–1485, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12541-015-0196-9>

MONMASSON, E.; CIRSTEIA, M. N. FPGA Design Methodology for Industrial Control Systems. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, vol. 54, no. 4, pp. 1824–1842, 2007, doi: 10.1109/TIE.2007.898281.

MONK, S. **30 Projetos com Arduino**. Porto Alegre: Bookman. 2014a. ISBN: 9788582601631.

MONK, S. **Projetos com Arduino e Android: Use seu smartphone ou tablet para controlar o Arduino**. Porto Alegre: Bookman. 2014b. ISBN: 8582601212.

MONK, S. **Programação com Arduino: Começando com Sketches**. Porto Alegre: Bookman. 2017. ISBN: 8582604467.

MONTEIRO, R.; **Conheça a evolução dos cartuchos de videogame**. Techtudo, 24 de novembro de 2012. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/11/conheca-evolucao-dos-cartuchos-de-videogame.html>. Acesso em: 10 de julho de 2021.

MORELLI, T.; FOLEY, J.; COLUMNNA, L.; LIEBERMAN, L.; FOLMER, E. VI-Tennis: A vibrotactile/audio exergame for players who are visually impaired. **FDG 2010 - Proceedings of the 5th International Conference on the Foundations of Digital Games**, p. 147–154, 2010. DOI:10.1145/1822348.1822368.

MUNTASIR R. A. M.; MAHMUD K. S.; SALEHEEN, N. N.; NOBI A. T.; AFRIN, N.; ALAM, M. A. A portable braille refreshable display using micro servos. **2018 Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics and Vision and 2nd International Conference on Imaging, Vision and Pattern Recognition, ICIEV-IVPR 2018**, p. 212–217, 2019. DOI: 10.1109/ICIEV.2018.8641028.

NASCIMENTO, F. A. A. C. **Saberes e práticas da inclusão: Dificuldade de comunicação e sinalização: Surdocegueira / múltipla deficiência sensorial**. 4. ed. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006.

NAKATANI, M.; KAJIMOTO, H.; SEKIGUCHI, D.; KAWAKAMI, N.; TACHI, S. 3D Form Display with Shape Memory Alloy. **Virtual Reality**, v. 8th, n. 1342–4564, p. 179–184, 2003.

NEMEC, V.; SPORKA, A. J.; SLAVIK, P. **Haptic and spatial audio based navigation of visually impaired users in virtual environment using low cost devices**. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), v. 3196, p. 452–459, 2004. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-30111-0_39.

NEVES, J. **Guia da Audiodescrição: imagens que se ouvem**. Instituto Nacional para Reabilitação/Instituto Politécnico de Leiria, 2011. ISBN: 978-989-8051-20-2.

NEVES, J. **Comunicação multissensorial em contexto museológico**. Atas do I Seminário de Investigação em Museologia dos países de língua portuguesa e espanhola. Vol. 2, p 180-192, 2009.

NIELSEN, J. **Usability engineering**. Boston, MA: AP Professional, 1994.

NIELSEN, J.; LANDAUER, T. 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 (pp. 206–213). New York, 1993. NY: ACM. DOI:10.1145/169059.169166.

NUNES, S. S.; LOMÔNACO, J, F, B. **Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento**. *Psicol. Esc. Educ.* 2008, vol.12, n.1, pp.119-138. ISSN: 2175-3539. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-85572008000100009>.

Organização Mundial Da Saúde (OMS). CID-10 - **Classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde**: 10ª revisão. 6. ed. São Paulo: Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português/EDUSP. 2001.

Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z. et al. **Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews**. *Syst Rev* 5, 210 (2016). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>

PADILHA, S. V. M.; **A Produção De Materiais Em Relevo Tátil Com O Uso Da Fusora Térmica Para Alunos Com Deficiência Visual**. XII Congresso Nacional de Educação. Paraná, 2015.

Padrões Web em Governo Eletrônico e-PWG - **Cartilha de Usabilidade**, Programa de Governo Eletrônico Brasileiro. Versão 1.2 - Abril 2010. Disponível em <http://epwg.governoeletronico.gov.br/cartilha-usabilidade>. Acesso em: 20 setembro 2020.

PARK, T.; JUNG, J.; CHO, J. A method for automatically translating print books into electronic Braille books. **Science China Information Sciences**, v. 59, n. 7, p. 1–14, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11432-016-5575-z>.

PASQUERO, J.; LUK, J.; LÉVESQUE, V.; WANG, Q.; HAYWARD, V.; MACLEAN, K. E. Haptically enabled handheld information display with distributed tactile transducer. **IEEE Transactions on Multimedia**, v. 9, n. 4, p. 746–753, 2007. DOI: DOI:10.1109/TMM.2007.895672.

PASSOS, J. E. **Metodologia para o design de interface de ambiente virtual centrado no usuário**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PATIKOWSKI C. J. F. **Jogos Inclusivos: diretrizes de acessibilidade para jogos digitais**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PAWLUK, D.; BOURBAKIS, N.; GIUDICE, N.; HAYWARD, V.; HELLER, M. Haptic Assistive Technology for Individuals who are Visually Impaired. **IEEE Transactions on Haptics**, v. 8, n. 3, p. 245–247, 2015.

PEREIRA, H. C. S. **AS INTERFACES SONORAS**. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.publonline.iar.unicamp.br/index.php/sonora/article/view/616>. Acesso em: 12 dezembro 2020.

PEREIRA, L. A. **Indústria de games movimentou mais de US\$ 120 bilhões em 2019**. *Tecmundo*. 03 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/cultura-geek/148956-industria-games-movimentou-us-120-bilhoes-2019.htm>. Acesso em: 10 de julho de 2021.

PERUCIA, A. S.; CÓRDOVA, A.; LAGE, G. L.; MENEZES, R. R. **Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos – Teoria e Prática**. (2ª edição). NOVATEC, São Paulo. 2007. ISBN: 978-85-7522-122-8.

PETRY, L. C. **O conceito Ontológico de Jogo**. In: ALVES, L.; COUTINHO, I. J. *Jogos Digitais e Aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências*. São Paulo: Papyrus, 2016. ISBN 9788544901489.

PIETRZAK, T.; CROSSAN, A.; BREWSTER, S. A.; MARTIN, B.; PECCI, I. Creating usable pin array tactons for nonvisual information. **IEEE Transactions on Haptics**, v. 2, n. 2, p. 61–72, 2009. DOI: 10.1109/TOH.2009.6.

PILLON, C. B. **Requisitos para o desenvolvimento de jogos digitais utilizando a interface natural a partir da perspectiva dos usuários idosos caidores.** (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PILOTI, J. S. **Jogos Digitais Adaptados De Textos Literários Como Estimulo No Processo Lúdico De Aprendizagem Na Educação Infantil.** (Monografia) - Especialização em Desenvolvimento De Jogos Digitais. Faculdade Unyleya, 2017.

PINHEIRO, V. **Acessibilidade nos games digitais enfrenta uma série de desafios.** 2017. Disponível em: <http://reporterunesp.jor.br/2017/06/07/acessibilidade-nos-games-digitais-enfrenta-uma-serie-de-desafios>. Acesso em: 12 dezembro 2020.

POUPYREV, I.; NASHIDA, T.; OKABE, M. Actuation and tangible user interfaces: The Vaucanson duck, robots, and shape displays. **TEI'07: First International Conference on Tangible and Embedded Interaction**, p. 205–212, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1145/1226969.1227012>.

PREECE, J. ROGERS, Y. SHARP, H. **Design de Interação: além da interação homem- computador.** Porto Alegre: Bookman. 2005. ISBN: 8536304944.

RAGHAVENDRA, S. H.; SANKARANARAYANAN, S. **SmartSlate: Rethinking tactile interfaces for the Blind.** 2014 IEEE Canada International Humanitarian Technology Conference, IHTC. 2014. DOI: 10.1109/IHTC.2014.7147560

RAITT, D.; FAIRHURST, P.; MICHAEL, C.; MELKES, Z.; KIM, Y.; HARDERS, M. OCTA Display: A Pin-Actuated Triangle-Surface Fingertip Shape Display - **Design Initial Tests. 2019 IEEE World Haptics Conference, WHC 2019**, n. July, p. 479–484, 2019. DOI: 10.1109/WHC.2019.8816138.

RAO, H.; O'MODHRAN, S. **Multimodal representation of complex spatial data.** Conference on Human Factors in Computing Systems. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1145/3290607.3313249>.

RASPBERRY Pi: o que é, para que serve e como comprar, 2019. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2019/02/18/noticias/raspberry-pi-o-que-e-para-que-serve-e-como-comprar/>. Acesso em: 5 maio 2021.

RASPBERRYPI. Products, 2021. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/products/> Acesso em: 5 maio 2021.

RITTER, F. E.; BAXTER, G. D.; CHURCHILL, E. F. **Foundations for Designing User-Centered Systems.** 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5134-0>.

RÖBER, N.; MASUCH, M. **Playing Audio-only Games: A compendium of interacting with virtual, auditory Worlds.** Proceedings of DiGRA 2005 Conference: Changing Views - Worlds in Play. 2005a. ISSN: 2342-9666.

RÖBER, N.; MASUCH, M. **Leaving the Screen: New Perspectives in Audio-Only Gaming.** Proceedings of 5th International Conference on Auditory Displays (ICAD), Limerick, Ireland. 2005b.

RODRIGUES, D. D. Design Science Research como caminho metodológico para disciplinas e projetos de Design da Informação. **Infodesign: Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 15, p. 111–124, 2018. DOI: <https://doi.org/10.51358/id.v15i1.564>.

RODRÍGUEZ, A. **A Dimensão Sonora da linguagem audiovisual**. Editora Senac São Paulo, 2006. ISBN: 8573595000.

ROGERS, S. **Level Up! The guide to great video game design**. John Wiley & Sons, 2010. ISBN: 9780470688670.

ROSADO, J. D. R. **História do jogo e o game na aprendizagem**. GT2 Jogos Eletrônicos, Mídias e Educação, Universidade do estado da Bahia – UNEB, 2006.

SÁ, E. D. DE; CAMPOS, I. M. DE; SILVA, M. B. C. Atendimento educacional especializado: Deficiência Visual. SEESP/SEED/MEC, p. 1–57, 2007.

SÁEZ, T. D. **Relación entre procesos mentales y sentido háptico: emociones y recuerdos mediante análisis empírico de texturas**. (Tese de Doutorado) - Universidade Autônoma de Barcelona - Faculdade de Psicologia. Programa de Doutorado de Psicologia del Aprendizaje Humano. Barcelona, Espanha. 2012.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do Jogo: Fundamentos do Design de Jogos**. São Paulo: Blucher, 2012. v. 3. ISBN: 8521206283.

SAMPIERI, R.; COLLADO, C.; LUCIO, M. **Metodologia de Pesquisa**. Porto Alegre: Penso Editora, 2013. ISBN: 9786071502919.

SÁNCHEZ, J.; DARIN, T.; ANDRADE, R. Multimodal videogames for the cognition of people who are blind: Trends and issues. In: **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**. v. 9177, p. 535–546, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-20684-4_52.

SÁNCHEZ, J.; HASSLER, T. **AudioMUD: A multiuser virtual environment for blind people**. IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering 15.1. 16-22, 2007. DOI: 10.1109/TNSRE.2007.891404.

SANTOS, R. **Contribuições do Design de Produto e Usabilidade no Projeto de Brinquedos : um Estudo Focado na Criança com Deficiência Visual**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SHELL, J. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. Burlington: Elsevier/Morgan Kaufmann, 3. ed. 2019. ISBN: 1138632058.

SCHMIDT, R. F. **Fundamentals of sensory physiology**. 3 ed. Berlin: Springer-Verlag, 1978. ISBN: 978-3-662-01128-7.

SCHVARSTZHAUPT, T. C. **CIBER-ORQUESTRA: Uma experiência do usuário**. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

SCHUYTEMA, P. **Design de games: uma abordagem prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. ISBN 978852210615-8.

SEPCHAT, A.; MONMARCHÉ, N.; SLIMANE, M.; ARCHAMBAULT, D. Semi automatic generator of tactile video games for visually impaired children. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, v. 4061 LNCS, n. May 2014, p. 372–379, 2006. DOI: https://doi.org/10.1007/11788713_56.

SERRA, F. **Áudio Digital: a tecnologia aplicada à música e ao tratamento de som**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2002. ISBN: 8573931914.

SHELDON, L. **Desenvolvimento de personagens e de narrativas para games**. Cengage Learning, 2017. ISBN: 8522125562.

SHIMOMURA, Y.; HVANNBERG, E. T.; HAFSTEINSSON, H. Accessibility of audio and tactile interfaces for young blind people performing everyday tasks. **Universal Access in the Information Society**, v. 9, n. 4, p. 297–310, 2010. ISBN: 8522125562.

SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. **Designing the user interfaces: strategies for effective human-computer interaction**. 5. ed. Addison-Wesley Publishing Company, 2009. ISBN: 0321537351

SILVA, S. C. I. Promovendo a Empatia por meio da Experiência: Uma Imersão em Audiogames. SBC – **Proceedings of SBGames 2017** | ISSN: 2179-2259; 2017. Disponível em: <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/CulturaFull/174996.pdf>. Acesso em: 19 fevereiro 2019.

SJOSTROM, C. Designing haptic computer interfaces for blind people. **6th International Symposium on Signal Processing and Its Applications, ISSPA 2001 - Proceedings; 6 Tutorials in Communications, Image Processing and Signal Analysis**, v. 1, p. 68–71, 2001. DOI: 10.1109/ISSPA.2001.949777.

SONNEVELD, M. H.; SCHIFFERSTEIN, H. N. J. **The Tactual Experience of objects**. In SCHIFFERSTEIN, H.N.J.; HEKKERT, P. Product Experience, 2008.

SONZA, A. P. **Ambientes virtuais acessíveis sob a perspectiva de usuários com limitação visual**. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2008.

SONZA, A. P.; KADE, A.; FAÇANHA, A.; REZENDE, A. L. A.; NASCIMENTO, G. S.; ROSITO, M. C.; BORTOLINI, S.; Fernandes, W. L. **Acessibilidade e Tecnologia Assistiva: Pensando a inclusão sociodigital de pessoas com necessidades especiais**. Corag, 2013. ISBN: 9788577702077.

SONZA, A. P.; ORTIZ, H. S.; CORSINO, L. N.; SANTOS, M. P.; FERREIRA, R.; CARDOSO, S. O. **Afirmar a inclusão e as diversidades no IFRS: ações e reflexões**. Graffoluz Editora e Ind. Gráfica Ltda, 2020. ISBN: 9786581237011.

SONZA, A. P.; SALTON, B. P.; STRAPAZZON, J. A. **O Uso Pedagógico dos Recursos de Tecnologia Assistiva**. Corag, 2015. ISBN: 9788577702848.

STERNBERG, R. J. **Psicologia Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2008. ISBN: 9788536311159.

STEVENS, C. **Projetando para iPad: Criando Aplicativos que vendem**. Rio de Janeiro, 2011. ISBN: 8539901595.

STRACHAN, S.; WIERTLEWSKI, M.; ZOPHONIASSON, H.; ANASTASSOVA, M. ViPong: Probabilistic haptic feedback for eyes-free interaction. **2013 World Haptics Conference, WHC 2013**, p. 193–198, 2013. DOI: 10.1109/WHC.2013.6548407.

STREQUE, J.; TALBI, A.; PERNOD, P.; PREOBRAZHENSKEY, V. New magnetic microactuator design based on PDMS elastomer and MEMS technologies for tactile display. **IEEE Transactions on Haptics**, v. 3, n. 2, p. 88–97, 2010. DOI: 10.1109/TOH.2009.61.

SUMMERS, I. R.; CHANTER, C. M. A broadband tactile array on the fingertip. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 112, n. 5, p. 2118–2126, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.1510140>.

SUMMERS, I.R.; CHANTER, C.M.; Southall, A.; Brady, A.C. **Results from a Tactile Array on the Fingertip**. Eurohaptics. 2002.

SZABO, Z.; ENIKOV, E. T. **Electromagnetic Microactuator-Array Based Virtual Tactile Display**. 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-41267-2_8.

SWAMINATHAN, S.; ROUMEN, T.; KOVACS, R.; STANGL, D.; MUELLER, S.; BAUDISCH, P. **Linespace: A sensemaking platform for the blind**. Informatik-Spektrum, v. 40, n. 6, p. 516–526, 2017. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2858036.2858245>

TAGARRO, G. **Videogames estão entre os que mais encareceram na pandemia**. Adrenaline, 2020. Disponível em: <https://adrenaline.com.br/noticias/v/64857/videogames-estao-entre-os-que-mais-encareceram-na-pandemia> Acesso em: 19 ago. 2021.

TAVARES, L. B. **Notas proêmias: acessibilidade comunicacional para produções culturais**. Recife, 2013. Disponível em: https://edutec.unesp.br/images/stories/rededor2-ee-ei/1ed-ee-ei/Ebook/Notas_Proemias/index_textos.html Acesso em: 02 nov. 2022.

TECNEP, Programa. Curso de Capacitação para docentes e profissionais de educação. Curso de especialização: Educação Profissional Tecnológica Inclusiva. **Módulo III – As necessidades educacionais especiais**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Especial, 2008.

TEIXEIRA, F. **Introdução e boas práticas em UX Design**. [S. l.]: Casa do Código, 2014. ISBN: 8566250486.

TEIXEIRA, B. O.; DAMASIO, O. J.; DE BORBA, C. M.; MARCZAK S. Fair Play: A Guidelines Proposal for the Development of Accessible Audiogames for Visually Impaired Users. **Lecture Notes in Computer Science**, vol 10907. Springer, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-92049-8_29.

TEIXEIRA, B. O.; DE BORBA, C. M. "I'm Blind, Can I Play?" **Recommendations for the Development of Audiogames**. p. 351–365, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-58703-5_26.

THIEME, E. **Desenvolvimento De Interfaces De Produtos A Partir Do Design Da Experiência**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). **PUBLIC LAW 108-364**. To amend the Assistive Technology Act of 1998 to support programs of grants to States to address the assistive technology needs of individuals with disabilities, and for other purposes. Congressional Record, Washington, DC, p. 1707-1737, 25 out. 2004. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/STATUTE-118/pdf/STATUTE-118-Pg1707.pdf> Acesso em: 15 jul. 2019.

VELÁZQUEZ, R.; PISSALOUX, E. E. HAFEZ, M.; SZEWCZYK, J. Tactile rendering with shape-memory-alloy pin-matrix. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 57, n. 5, p. 1051–1057, 2008. DOI: 10.1109/TIM.2007.913768.

VELÁZQUEZ, R.; HERNÁNDEZ, H.; PREZA, E. A portable piezoelectric tactile terminal for Braille readers. **Applied Bionics and Biomechanics**, v. 9, n. 1, p. 45–60, 2012. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2597371.2597375>.

VIDAL-VERDÚ, F.; HAFEZ, M. Graphical tactile displays for visually-impaired people. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 15, n. 1, p. 119–130, 2007. DOI: 10.1109/TNSRE.2007.891375.

VIDAL-VERDÚ, F.; NAVAS-GONZÁLEZ, R. Thermopneumatic actuator for tactile displays. **Proceedings of the 18th Conference on Design of Circuits and Integrated Systems DCIS**, n. 1, p. 629–633, 2003.

VITENSE, H.; JACKO, J.A.; EMERY, V. K. **Multimodal Feedback: Establishing a Performance Baseline for Improved Access by Individuals with Visual Impairments**. In: ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS 2002), pp. 49–56. ACM Press, New York, 2002. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/638249.638260>.

YUAN, B; FOLMER, E. **Blind Hero: Enabling Guitar Hero for the Visually Impaired**. INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTER AND ACCESSIBILITY, 10., ASSETS, Halifax, Canada, 2008. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1414471.1414503>.

YUAN, B; FOLMER, E; HARRIS, F. C. **Game accessibility: a survey**. **Universal Access in the Information Society**. v. 10, n. 1, p. 81-100, 2011. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.1007/s10209-010-0189-5>

WALLCE, S.; RICHARDSON, M. Make: **Getting Started with Raspberry Pi**. O'Reilly, 2016. ISBN: 9781680452464.

WANG, M.; WU, F.; MA, M.; CHANG, R. A new usercentered design approach: A hair washing assistive device design for users with shoulder mobility restriction. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 5, p. 878886, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2009.01.002>.

WENSCHENK, S. **100 Things Every Designer Needs to Know About People**. New Riders. Berkeley, 2011. ISBN: 0321767535.

Westin, T.; Ludi, S.; Hinn, M. D.; Ellis, B.; Chetwynd, J.; Bierre, K. **Game Not Over: Accessibility Issues in Video Games**. California, 2005.

ZANOLLA, S. R. S. Indústria cultural e infância: Estudo sobre formação de valores em crianças no universo do jogo eletrônico. **Educação e Sociedade**, v. 28, n. 101, pp. 1329-1.350, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302007000400004>.

ZARATE, J. J.; GUDOZHNIK, O.; RUCH, A. S.; SHEA, H. Keep in touch: Portable haptic display with 192 high speed taxels. **Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings**, v. Part F1276, p. 349–352, 2017. DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3027063.3052957>.

ZENG, L.; WEBER, G. Exploration of Location-Aware You-Are-Here Maps on a Pin-Matrix Display. **IEEE Transactions on Human-Machine Systems**, v. 46, n. 1, p. 88–100, 2016. DOI: 10.1109/THMS.2015.2477999.

Apêndice A

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: Desenvolvimento de *audiogames* acessíveis às pessoas com deficiência visual

Esta revisão teve seu período de execução abrangendo o intervalo de maio de 2019 a julho de 2019, com objetivos de investigar na literatura científica: técnicas, modelos, métodos e/ou diretrizes que auxiliem no design e desenvolvimento de *audiogames* acessíveis às pessoas com deficiência visual.

1 DEFINIÇÃO DA QUESTÃO DE PESQUISA

Para esta revisão sistemática da literatura utilizou-se a abordagem PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*), para auxiliar na definição correta das informações relacionadas ao escopo da pesquisa, bem como na construção adequada das questões de pesquisa e busca bibliográfica.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Esta revisão sistemática da literatura tem como questão de pesquisa:

- Qual o atual cenário presente na literatura no que se refere ao desenvolvimento de jogos digitais voltados a pessoas com deficiência visual?
- Quais os principais requisitos que devem ser atendidos no *design* e desenvolvimento de *audiogames* acessíveis a pessoas com deficiência visual?

1.2 RELAÇÃO DO ESCOPO E ESPECIFICIDADE DA QUESTÃO DE PESQUISA UTILIZANDO PICO

- **População:** Desenvolvedores de jogos;
- **Intervenção:** Técnicas, modelos, métodos e/ou diretrizes de desenvolvimento de *audiogames* acessíveis a pessoas com deficiência visual;
- **Comparação:** Métodos tradicionais de desenvolvimentos de jogos digitais;

- **Resultados:** Relação atual de artefatos que contribuem no processo de desenvolvimento de *audiogames* acessíveis a pessoas com deficiência visual;

2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

2.1 TERMOS DE BUSCA

A construção da *string* de busca (Quadro 1) deu-se a partir da estratégia PICO, tendo como viés dos termos: sinônimos, antônimos e expressões similares, estas na língua inglesa, concatenados a operadores booleanos e de proximidade. Em bases que não é permitido a utilização dos operadores utilizados, os termos foram complementados ou removidos.

Quadro 1: *String* de busca na língua inglesa

((visually impaired) OR (visual disability) OR (blind) OR (blind people) OR (who is blind) OR (blind NEAR gam) OR (developer) OR (game developer) OR (game designer)) AND*
((develop) OR (creat*) OR (build) OR (produce) OR (design)) AND*
((easily) OR (simplify) OR (facilitate) OR (speed up)) AND
((audiogame) OR (games NEAR accessibility) OR (game audio) OR (audio game) OR (blind game)) AND
((technique) OR (model) OR (method) OR (parameter) OR (process) OR (game design) OR (development kit) OR (framework) OR (sdk) OR (tool kit) OR (development NEAR tool))

Fonte: O Autor (2019)

2.2 FONTES DE BUSCA

Foram selecionadas para esta revisão sistemática da literatura 4 bases de dados, dispostas no quadro abaixo:

Quadro 2: Bases de dados eletrônicas indexadas

(Continua)

Base	Endereço Eletrônico
Scopus	https://www.scopus.com/

Quadro 2: Bases de dados eletrônicas indexadas

(Conclusão)

Base	Endereço Eletrônico
IEEE	https://ieeexplore.ieee.org/
EBSCOhost	https://search.ebscohost.com
SpringerLink	https://link.springer.com/

Fonte: O Autor (2019)

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para esta revisão sistemática da literatura foram definidos critérios para a inclusão e exclusão de publicações, assim como critérios de qualidade para posterior avaliação.

Inclui-se apenas publicações que atendem os seguintes requisitos:

- a. Artigos publicados a partir de 2005 até o presente momento (2019);
- b. Artigos em língua portuguesa ou inglesa;
- c. Artigos relacionados às áreas que esta pesquisa engloba: Design, Engenharia, Educação, Saúde e Ciência da Computação.

Excluem-se publicações que:

- a. Estejam repetidas;
- b. Artigos que não apresentem resumo e/ou palavras-chave;
- c. Artigos que apresentem indisponibilidade do trabalho em sua íntegra;
- d. Artigos que não apresentem indícios de relação com o foco desta pesquisa identificáveis pelo título e palavras chaves;
- e. Artigos de um mesmo autor que apresentem títulos diferentes, mas com conteúdo igual.

Define-se como critérios de qualidade os seguintes questionamentos:

- a. Apresenta um modelo, método ou diretriz?
- b. Apresenta uma proposta, aplicação prática ou experimento?
- c. Em termos metodológicos, o estudo se apresenta de forma clara e passível de replicação?
- d. Apresentada imagens, gráficos, quadros ou tabelas de forma clara e compreensível?
- e. Oferece direcionamentos para trabalhos futuros?

2.4 IDENTIFICAÇÃO, SELEÇÃO, ELEGIBILIDADE E INCLUSÃO

Com base nas recomendações PRISMA, aplicou-se os resultados obtidos das bases científicas a um fluxo de procedimentos segmentados em 4 etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão, como descreve o quadro abaixo.

Quadro 3: Fluxo de filtragem com base nas recomendações PRISMA

Etapas	Procedimentos
IDENTIFICAÇÃO	Agrupa-se os resultados advindos de cada uma das bases eletrônicas.
SELEÇÃO	Exclui-se todos os artigos duplicados, fora do período de interesse e que não atendam aos requisitos de inclusão e exclusão a partir da análise de palavras-chave, título e resumo.
ELEGIBILIDADE	Leia-se a introdução e conclusão dos artigos selecionados replicando os critérios de exclusão.
INCLUSÃO	Leiam-se os artigos em sua íntegra selecionando-os a partir dos critérios de qualidade propostos.

Fonte: O Autor (2019)

3 BUSCA, ELEGIBILIDADE E CODIFICAÇÃO

A partir da estratégia de busca definida, os resultados advindos das bases de dados elencadas proporcionaram um total de 456 registros para uma primeira seleção,

sendo, 4 registros da EBSCOhost, 14 da IEEE, 46 da Scopus e 392 da Springer. Para o gerenciamento destes, utilizou-se o *software* Rayyan QCRI (OUZZANI *et al.*, 2016).

Como primeiros critérios de seleção, foram excluídos: 22 registros duplicados; 4 fora do período definido; 9 que não possuíam resumo e/ou palavras-chave. Resultando em 421 registros para análise de título e/ou resumo. Destes, 385 foram excluídos por não possuírem relação estrita com o tema, resultando em 36 registros que atenderam aos critérios estabelecidos.

Para a etapa de elegibilidade, foram excluídos 7 registros advindos da etapa de seleção, devida a indisponibilidade dos trabalhos em sua íntegra, resultando em 29 registros para leitura da introdução e conclusão. Para tanto classificou-se destes um total de 17 registros para uma posterior avaliação de qualidade. Para a etapa de inclusão, publicações reprovadas quanto aos critérios de qualidade estabelecidos foram excluídas, resultando no total de 12 registros selecionados, estes expressos pelo Quadro 4.

Quadro 4: Estudos selecionados por esta revisão sistemática da literatura

(Continua)

Estudo	Título	Autor
E01	<i>Fair Play: A Guidelines Proposal for the Development of Accessible Audiogames for Visually Impaired Users</i>	Teixeira <i>et al.</i> (2018)
E02	<i>Framework for Creating Audio Games for Intelligent Personal Assistants</i>	Ciccio; Quesada (2018)
E03	<i>Designing video games for the blind: results of an empirical study</i>	Chakraborty <i>et al.</i> (2017)
E04	<i>Mobile Audio Games Accessibility Evaluation for Users Who Are Blind</i>	Araújo <i>et al.</i> (2017)
E05	<i>"I'm Blind, Can I Play?" Recommendations for the Development of Audiogames</i>	Teixeira; Borba (2017)

Quadro 4: Estudos selecionados por esta revisão sistemática da literatura

(Conclusão)

Estudo	Título	Autor
E06	<i>Usability, Accessibility and Gameplay Heuristics to Evaluate Audiogames for Users Who are Blind</i>	Borba; Damasio (2016)
E07	<i>An audio game for training navigation skills of blind children</i>	Allain et al. (2015)
E08	<i>Design Guidelines for Audio Games</i>	Garcia; Neris (2013)
E09	<i>Turn off the graphics: designing non-visual interfaces for mobile phone games</i>	Valente; Souza; Feijó (2009)
E10	<i>A Computer Game Designed for All</i>	Ossmann; Miesenberger; Rchambault (2008)
E11	<i>The Audio Adventurer: Design of a Portable Audio Adventure Game</i>	Mendels; Frens (2008)
E12	<i>Unified Design of Universally Accessible Games</i>	Grammenos; Savidis; Stephanidis (2007)

Fonte: O Autor (2019)

Destes cabe destacar que, 1 é recorrente da Scopus, e 11 da Springer Link. A Tabela 1 expressa a representatividade das bases em relação aos registros finais selecionados.

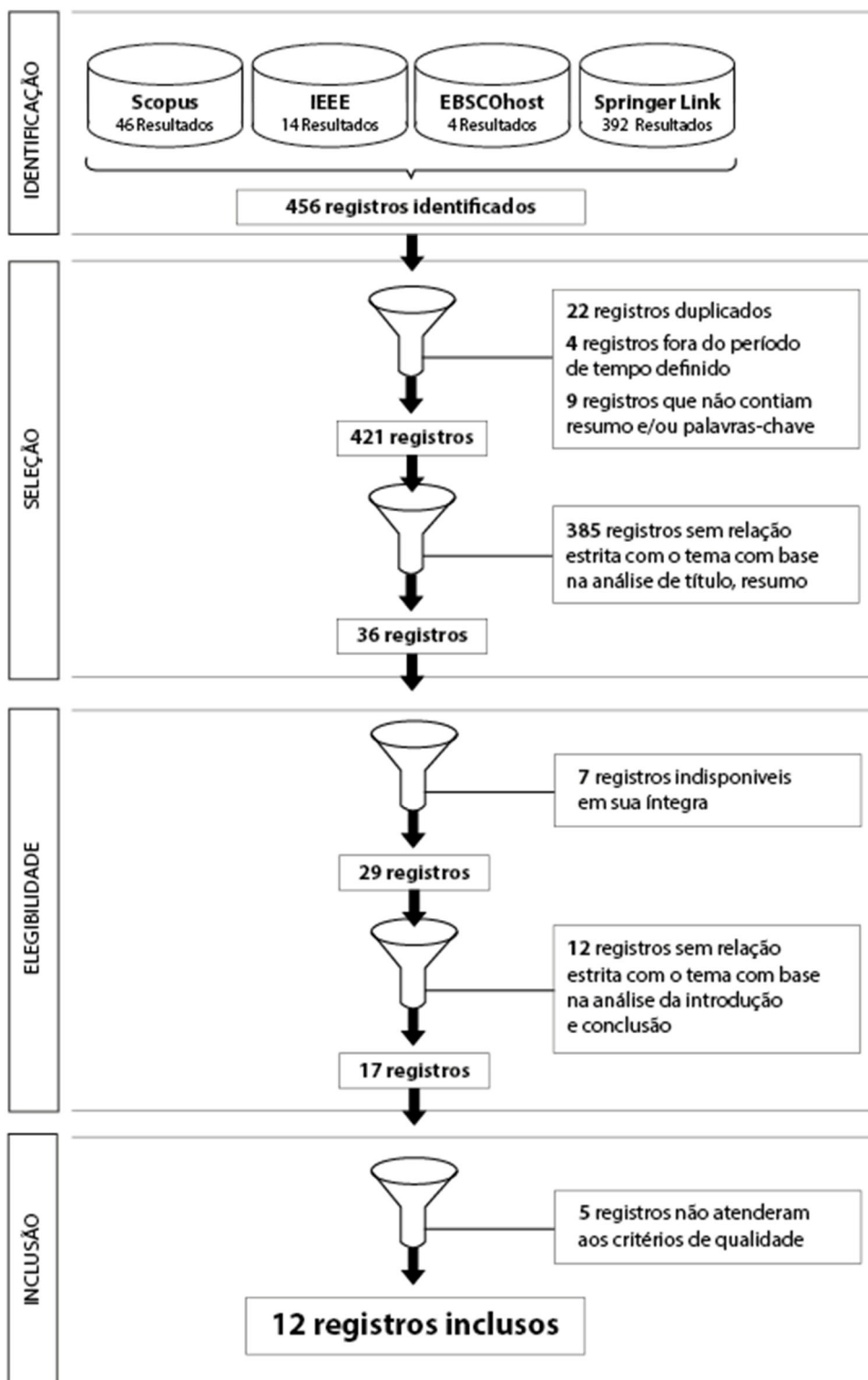
Tabela 1: Representatividade das bases após fluxo estabelecido

	Scopus	IEEE	EBSCOhost	Springer Link
Resultado inicial	46	14	4	392
Resultado final	1	0	0	11

Fonte: O Autor (2019)

Por fim, podemos visualizar por meio da Figura 1 todo o fluxo de execução desta revisão sistemática.

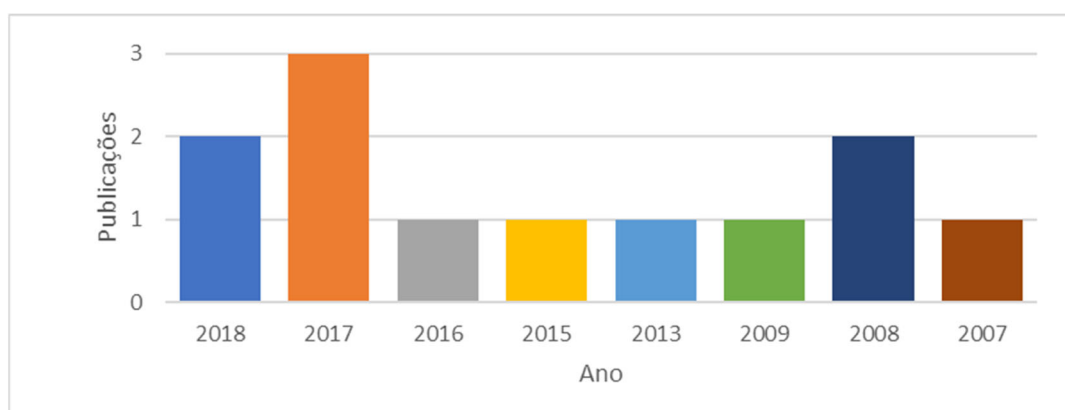
Figura 1: Diagrama de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão do fluxo principal da revisão sistemática



4 SÍNTESE DOS RESULTADOS

Com base nos fluxos de execução estabelecidos por esta revisão sistemática constatou-se que, dos 12 estudos anexados, 9 são capítulos de livros, 1 artigo de conferência e 2 artigos de revistas científicas. Quanto a distribuição por ano dos estudos selecionados, se observou que, nos anos de 2018, 2017 e 2008 ocorreram os maiores índices de publicações neste tema, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2: Relação de publicações por ano (RSL)



Fonte: O Autor (2019)

Em relação aos 12 estudos selecionados, pode-se observar a proximidade de abordagens em correlação aos objetivos delineados na primeira fase desta revisão sistemática. As publicações de: Teixeira et al. (2018), Teixeira e Borba (2017), Araújo et al. (2017), Borba e Damasio (2016), Garcia e Neris (2013) e Grammenos; Savidis e Stephanidis (2007) voltam-se prioritariamente as recomendações e diretrizes no processo de análise e desenvolvimento de *audiogames*. Já os autores: Cicció e Quesada (2018), Chakraborty et al. (2017), Allain et al. (2015), Valente; Souza e Feijó (2009), Mendels e Frens (2008) e Ossmann; Miesenberger e Rchambault (2008), abordam experimentos de jogos digitais com base em áudio. Cabe ressaltar que, os trabalhos de Cicció e Quesada (2018) e Chakraborty et al. (2017) permeiam entre as duas categorias. O Quadro 5 apresenta um resumo das publicações, bem como os seus principais resultados e contribuições para esta pesquisa.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continua)

Estudo	Resultados e contribuições
E01	<p>Este artigo apresenta um conjunto de 33 diretrizes para o design de <i>audiogames</i>. com base no resultado de uma revisão da literatura através da técnica de <i>snowballing</i>. Denominado “<i>Fair Play</i>”, este segmenta as diretrizes em cinco categorias que englobam: A experiência de jogo, nível e progressão; Introdução de dados (<i>Software</i> e <i>Hardware</i>); Instalação, configuração e ajuda; Elementos sonoros e Elementos gráficos.</p>
E02	<p>Este artigo aborda a proposta de uma estrutura destinada à criação de <i>audiogames</i> voltados ao entretenimento, utilizando recursos dos assistentes pessoais inteligentes como: Siri, Cortana, Alexa e Google Now. Trata-se de uma estrutura que inclui 12 recomendações que permeiam componentes de <i>gamedesign</i> como: mecânica do jogo, história e objetivos. Para demonstração foi desenvolvido um jogo de aventura baseado em áudio. O jogo incluiu vozes, música e sons ambiente como meio de enriquecer a experiência com o jogador. A mecânica proposta pelo jogo utiliza como interface com o jogador comandos baseados em fala, onde os jogadores utilizam suas vozes para se comunicar com o jogo. O principal objetivo dos autores, é oferecer uma interação natural entre os jogadores e o jogo.</p>
E03	<p>Este artigo aborda uma solução incremental no design de jogos inclusivos, através de 3 diretrizes de <i>software</i> baseadas no estudo de um jogo denominado “Ninja Cactus” recriado dos videogames para computador. Segundo os autores, dentre as três principais áreas onde a infusão de efeitos sonoros pode gerar diferenças significativas inclui-se: navegação; efeitos no jogo; e identificação de inimigos.</p> <p>O estudo visa compreender os requisitos de <i>software</i> não-funcionais e as operacionalizações realizáveis necessárias para enfrentar os desafios de acessibilidade e usabilidade em jogos para pessoas com deficiência visual. O jogo recriado incorporara elementos básicos do videogame moderno e coloca o jogador na posição de sobrevivência e desafio, onde o mesmo precisa superar obstáculos e lutar contra inimigos.</p>
E04	<p>Este artigo traz um compilado de 10 recomendações para a concepção de <i>audiogames</i> baseados em orientações e recomendações existentes na literatura quanto a acessibilidade nos jogos digitais. O documento concentra-se em características de acessibilidade para pessoas com deficiência visual com base em avaliações realizadas pelos autores.</p>
E05	<p>Este artigo propõem um documento contendo 31 recomendações quanto ao desenvolvimento de <i>audiogames</i> acessíveis a usuários com deficiência visual. As recomendações são provenientes de estudos com base em critérios estabelecidos de: usabilidade, ergonomia, acessibilidade e jogabilidade, segmentadas em 4 categorias: Experiência de jogo; Introdução de dados (<i>Software</i> e <i>Hardware</i>); Instalação, configuração e ajuda; Elementos sonoros.</p>

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E06	Este artigo apresenta um conjunto de 12 heurísticas de usabilidade, acessibilidade e jogabilidade, focadas na avaliação de <i>audiogames</i> para pessoas com deficiência visual. O documento tem o propósito de ser uma ferramenta de identificação e avaliação de requisitos para o jogo. Segundo os autores, o processo de criação destas heurísticas foi baseado em 6 etapas: exploração, descrição, correlação, explicação, validação experimental e refinamento.
E07	Este artigo aborda o desenvolvimento de um jogo digital denominado “ <i>Legend of Iris</i> ”, um treinamento de navegação baseado em áudio para crianças cegas. Focado em praticar habilidades de navegação de áudio em um espaço tridimensional, o jogo utiliza a partir de diferentes tipos de <i>puzzles</i> a exploração espacial, fornecendo ao jogador uma experiência imersiva sonora precisa e realista. Apoiado por uma história envolvente, o jogo fornece à criança orientações a respeito de física sonora básica a partir da propagação de ecos e sons. Além dos recursos sonoros, o jogo fornece também legendas para todas as conversas, e uma visão gráfica do mundo tridimensional para uma pessoa secundária vidente.
E08	Este artigo propõem um documento contendo oito diretrizes para auxiliar designers na criação de <i>audiogames</i> acessíveis como alternativa a pessoas com deficiência visual. Segundo os autores, os <i>audiogames</i> propiciam uma experiência de jogo acessível a pessoas com deficiência visual por utilizarem preferencialmente sons em vez de gráficos como forma de transmitir informações ao jogador.
E09	Este artigo apresenta um método de desenvolvimento de projeto para <i>audiogames</i> , baseado na semiótica estrutural a partir da análise sintagmática. Para a investigação fora desenvolvido um jogo de caça ao tesouro denominado “ <i>Audio Flashlight</i> ”. O jogo decorre em uma sala escura, onde o jogador tem o objetivo de encontrar um tesouro situado em um local aleatório desta mesma sala. Para tal, o jogador utiliza um dispositivo especial denominado “ <i>The Audio Flashlight</i> ” para auxiliá-lo na busca. Este dispositivo pode ser considerado uma espécie de radar sonoro que guia o jogador para o tesouro através da emissão de sons. Como desafios impostos ao jogador, o mesmo pode esbarrar em paredes ou outros obstáculos internos que se encontram em meio a sala. Segundo os autores, a pesquisa pode contribuir para aderência de pessoas com deficiência visual neste segmento de jogos, além de explorar outros sentidos além da visão.
E10	Este artigo aborda um novo paradigma de jogo acessível a todos, partindo desde as orientações empostas pelas mecânicas até à implementação de funcionalidades quanto a acessibilidade para os diferentes públicos. Trata-se da adaptação de um jogo já existente no mercado com vistas a torná-lo acessível a todos. O jogo denominado “ <i>JavaDaVelha</i> ” é uma implementação do famoso jogo da velha. Uma das premissas dos autores quanto a adaptação do jogo é, torná-lo além de acessível, divertido para as pessoas com e sem deficiência, sem perdas de características.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Conclusão)

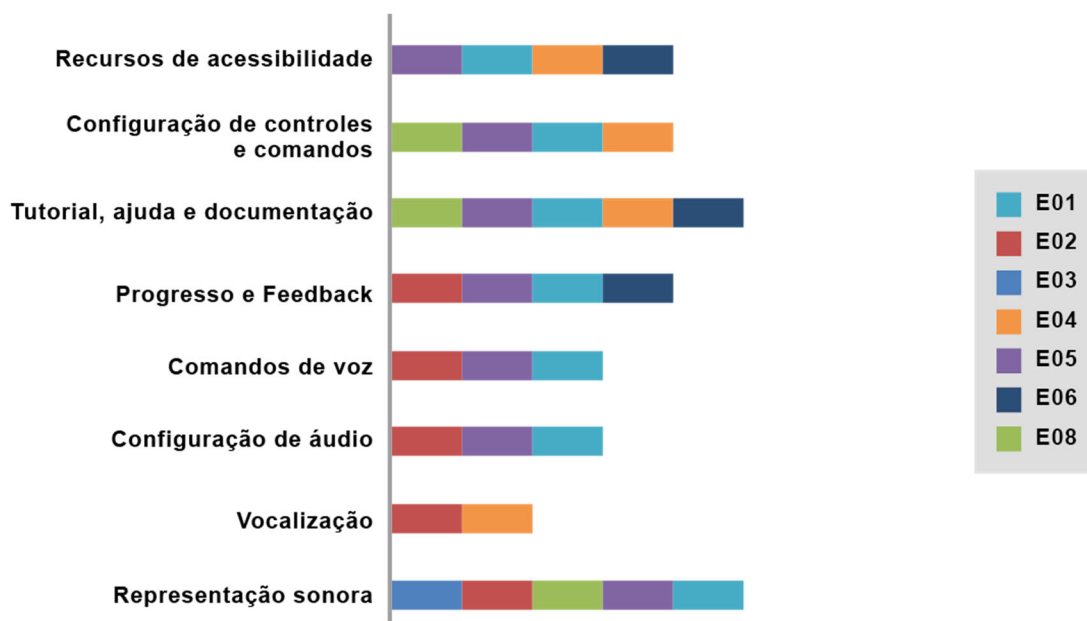
Estudo	Resultados e contribuições
E11	Este artigo propõem o design de um dispositivo portátil que oferece uma experiência inovadora na mecânica de jogos de aventura baseados em áudio. O dispositivo desenvolvido permite ao jogador explorar e interagir com um mundo virtual baseado em narrativas. Segundo os autores, o jogo é semelhante à leitura de um livro ou à audição de um audiolivro, tendo apenas um único caminho a ser seguido por cena. O mesmo ainda oferece som ambiente e/ou música condizentes com a narrativa proposta. Outro detalhe quanto aos detalhes do jogo, é a execução do áudio de passos ao longo do caminhar do jogador, combinando a textura do terreno da cena e a velocidade do movimento executado. Cada cena explorada pelo jogador dá acesso a “hotspots”, estes podem ser: locais, objetos, personagens ou saídas do cenário.
E12	Este artigo descreve como o método de Design Unificado pode ser adaptado e aplicado ao desenvolvimento de jogos universalmente acessíveis. Segundo os autores, o conceito de Jogos Universalmente Acessíveis parte da criação de jogos que são proativamente projetados para serem simultaneamente acessíveis a pessoas com uma ampla gama de requisitos e/ou deficiências. Para tal, o método parte do princípio de eliminar todos os níveis de interação física existentes no design do jogo, levando-o a um nível abstrato, para então, de forma incremental, a partir do mapeamento e transformação de parâmetros de design de interação, abordar características particulares do usuário quanto a utilização e acessibilidade. Para os autores, a aplicação do Desenho Unificado no desenvolvimento de jogos acessíveis é um processo altamente participativo, centrado no usuário e com avaliações contínuas dos resultados em cada etapa.

Fonte: O Autor (2019)

Através dos 12 estudos selecionados, foi possível perceber distintamente as abordagens em relação aos objetivos delineados. No que tange o desenvolvimento de jogos digitais voltados a pessoas com deficiência visual, há uma tendência dos autores quanto ao desenvolvimento de *audiogames* focados em mecânicas de jogos exploratórios atrelados a narrativas para imergir o jogador em uma aventura, além do emprego de técnicas de navegação baseados em áudio diegético.

Quanto as técnicas, modelos, métodos e/ou diretrizes apresentadas nos estudos selecionados, foi possível elencar dentre as 109 considerações abordadas pelos autores, similaridades entre os principais requisitos recorrentes. A Figura 3 apresenta pontos em comum entre os requisitos, bem como os autores que os abordam em seus estudos.

Figura 3: Similaridades nos requisitos apresentados pelos autores



Fonte: O Autor (2019)

Deste modo, dentre as similaridades elencadas, foi possível compilar uma lista das principais recomendações que as contemplam, de modo que, estas podem fornecer aos desenvolvedores de jogos digitais, meios de fornecer ou solucionar problemas de acessibilidade em seus jogos. O Quadro 6 apresenta o conjunto destas recomendações.

Quadro 6: Recomendações de acessibilidade para desenvolvimento e avaliação de jogos digitais compilado dos autores desta revisão

(Continua)

Recomendação	Descrição
RECURSOS DE ACESSIBILIDADE	O jogo deve ser acessível a qualquer usuário, garantindo fácil acesso às configurações de acessibilidade, além de oferecer: Opções de configurações gráficas (cores que dificultem a percepção por pessoas com daltonismo, brilho, contraste e tamanho da fonte); Informações textuais compatíveis com os leitores de tela; Permissão para o uso de recursos de tecnologia assistiva (interface tátil, controle de voz, teclados estendidos, leitores de tela, lupas virtuais, dentre outros).

Quadro 6: Recomendações de acessibilidade para desenvolvimento e avaliação de jogos digitais compilado dos autores desta revisão

(Conclusão)

Recomendação	Descrição
CONFIGURAÇÃO DE CONTROLE E COMANDOS	O jogo deve permitir que os controles (teclado físico, mouse ou a tela sensível ao toque) e comandos sejam alterados/reconfigurados pelo jogador de maneira simples e intuitiva, fornecendo feedbacks para cada ação executada pelo jogador.
TUTORIAL, AJUDA E DOCUMENTAÇÃO	O jogo deve apresentar, em áudio e de forma hierarquizada um modo de: tutoria, ajuda, dicas e lembretes ao longo do jogo para auxiliar o jogador. Além de fornecer: manuais, instruções de instalação e mecanismos de configuração do jogo quando necessário, sempre de forma acessível.
PROGRESSO E FEEDBACK	O jogo deve permitir que o jogador visualize seu progresso durante as diferentes fases, além de mantê-lo informado sobre o que está acontecendo, o ambiente em que ele se encontra inserido e as ações relevantes para a progressão do jogo.
COMANDOS DE VOZ	Quando aplicável, o jogo deve permitir diferentes sistemas de reconhecimento de voz e volume, através de palavras individuais de um vocabulário pequeno.
CONFIGURAÇÕES DE SOM E ÁUDIO	O jogo deve oferecer mecanismos para configuração da gestão do áudio, como: controle de duração, opções de controle individual de volumes e opções de suspensão para: narrativas, ruídos, ambientes e músicas.
VOCALIZAÇÃO	Quando aplicável, o jogo deve fornecer locuções dos elementos textuais. Esta pode ser feita através de voice overs, expressando de forma natural os sentimentos impostos pelo jogo, auxiliando assim o jogador no processo de tomada de decisão.
REPRESENTAÇÃO SONORA	O jogo deve ser responsável por representar através de sons as: emoções do ambiente, os sentimentos dos personagens, os obstáculos impostos, os objetos contidos, além de uma descrição destinada a leitores de tela. Utilizar sons/músicas distintas para cada objeto, evento, área de texto, listas, tabelas, controles e outros componentes do jogo faz com que, o jogador os reconheça de forma mais clara.

Cabe ressaltar que a aplicação destas recomendações não favorece apenas a acessibilidade nos jogos digitais, mas também enriquecem a experiência de jogo, visto que as mesmas buscam facilitar a jogabilidade tanto do jogador vidente quanto do jogador com deficiência visual. Tanto as recomendações quanto as técnicas implementadas nos estudos dos autores levantados, podem servir como ponto de partida ao designer ou desenvolvedor no que se refere a criação de um jogo digital acessível a pessoas com deficiência visual.

Apêndice B

REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: Interfaces táteis/hápticas no contexto dos jogos digitais acessíveis

Esta revisão teve seu período de execução abrangendo o intervalo de novembro de 2019 a março de 2020, com objetivos de investigar na literatura científica, recursos computacionais táteis e hápticos utilizados na interação de pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais.

1 DEFINIÇÃO DA QUESTÃO DE PESQUISA

Para esta revisão sistemática da literatura utilizou-se a abordagem PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*), para auxiliar na definição correta das informações relacionadas ao escopo da pesquisa, bem como, na construção adequada das questões de pesquisa e busca bibliográfica.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Esta revisão sistemática da literatura tem como questão de pesquisa:

- Quais são as tecnologias utilizadas na promoção de experiências táteis/hápticas às pessoas com deficiência visual?
- De que modo ocorre e como ocorre a interação de pessoas com deficiência visual com as interfaces computacionais através do emprego de recursos táteis/hápticos?
- De que forma o emprego de recursos táteis/hápticos influencia a experiência da interação com os jogos digitais por pessoas com deficiência visual?
- Como identificar e especificar critérios para aferição do uso de interfaces computacionais táteis por pessoas com deficiência visual?

1.2 RELAÇÃO DO ESCOPO E ESPECIFICIDADE DA QUESTÃO DE PESQUISA UTILIZANDO PICO

- **População:** Pessoas com deficiência visual;
- **Intervenção:** Recursos computacionais táteis e hápticos aplicados aos jogos digitais;

- **Comparação:** Interação com jogos digitais tradicionais e suas interfaces;
- **Resultados:** Critérios que favoreçam o uso de recursos computacionais táteis e hápticos por pessoas com deficiência visual quanto a interação, bem como, a experiência em atividades de jogos digitais.

2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

2.1 TERMOS DE BUSCA

A construção da *string* de busca (Quadro 1) deu-se a partir da estratégia PICO, tendo como viés dos termos: sinônimos, antônimos e expressões similares, estas na língua inglesa, concatenados a operadores booleanos e de proximidade. Em bases que não é permitido a utilização dos operadores utilizados, os termos foram complementados ou removidos.

Quadro 1: *String* de busca na língua inglesa

```

(("visually impaired") OR ("visual disability") OR ("blind") OR ("blind people") OR ("who is blind"))
AND
(("haptic display") OR ("tactile display") OR ("tactile interface") OR ("pin-matrix") OR ("tactile video"))
AND
(("game") OR ("game*") OR ("blind game") OR ("game" NEAR "accessibility")) AND
(("experience") OR ("design experience") OR ("user experience") OR ("interaction"))

```

Fonte: O Autor (2019)

2.2 FONTES DE BUSCA

Foram selecionadas para esta revisão sistemática da literatura 3 bases de dados, dispostas no quadro abaixo:

Quadro 2: Bases de dados eletrônicas indexadas

Base	Endereço Eletrônico
Scopus	https://www.scopus.com/
IEEE	https://ieeexplore.ieee.org/
SpringerLink	https://link.springer.com/

Fonte: O Autor (2019)

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para esta revisão sistemática da literatura foram definidos critérios para a inclusão e exclusão de publicações, assim como critérios de qualidade para posterior avaliação.

Inclui-se apenas publicações que atendem os seguintes requisitos:

- a. Artigos publicados a partir de 2000 até o presente momento (2020);
- b. Artigos em língua portuguesa ou inglesa;
- c. Artigos relacionados às áreas que esta pesquisa engloba: *Design*, Engenharia, Educação, Saúde e Ciência da Computação.

Excluem-se publicações que:

- a. Estejam repetidas;
- b. Artigos que não apresentem resumo e/ou palavras-chave;
- c. Artigos que apresentem indisponibilidade do trabalho em sua íntegra;
- d. Artigos que não apresentem indícios de relação com o foco desta pesquisa identificáveis pelo título e palavras chaves;
- e. Artigos de um mesmo autor que apresentem títulos diferentes, mas com conteúdo igual.

Define-se como critérios de qualidade os seguintes questionamentos:

- a. Apresenta uma proposta, aplicação prática ou experimento?
- b. Apresenta critérios para aferição da fruição por pessoas com deficiência visual quanto ao método?
- c. Em termos metodológicos, o estudo se apresenta de forma clara e passível de replicação?
- d. Apresentada imagens, gráficos, quadros ou tabelas de forma clara e compreensível?

e. Oferece direcionamentos para trabalhos futuros?

2.4 IDENTIFICAÇÃO, SELEÇÃO, ELEGIBILIDADE E INCLUSÃO

Com base nas recomendações PRISMA, aplicou-se os resultados obtidos das bases científicas a um fluxo de procedimentos segmentados em 4 etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão, como descreve o quadro abaixo.

Quadro 3: Fluxo de filtragem com base nas recomendações PRISMA

Etapas	Procedimentos
IDENTIFICAÇÃO	Agrupa-se os resultados advindos de cada uma das bases eletrônicas.
SELEÇÃO	Exclui-se todos os artigos duplicados, fora do período de interesse e que não atendam aos requisitos de inclusão e exclusão a partir da análise de palavras-chave, título e resumo.
ELEGIBILIDADE	Leia-se a introdução e conclusão dos artigos selecionados replicando os critérios de exclusão.
INCLUSÃO	Leiam-se os artigos em sua íntegra selecionando-os a partir dos critérios de qualidade propostos.

Fonte: O Autor (2019)

3 BUSCA, ELEGIBILIDADE E CODIFICAÇÃO

A partir da estratégia de busca definida, os resultados advindos das bases de dados elencadas proporcionaram um total de 529 registros para uma primeira seleção, sendo 305 registros da Scopus, 2 da IEEE e 222 da SpringerLink. Para o gerenciamento destes, utilizou-se o *software* Rayyan QCRI (OUZZANI *et al.*, 2016).

Como primeiros critérios de seleção, foram excluídos: 46 registros duplicados; 17 fora do período definido; 5 que não possuíam resumo e/ou palavras-chave; 5 que não contemplaram as línguas definida. Resultando em 456 registros para análise de título e/ou resumo. Destes, 326 foram excluídos por não possuírem relação estrita com o tema, resultando em 130 registros.

Para a etapa de elegibilidade, foram excluídos 61 registros advindos da etapa de seleção, devida a indisponibilidade dos trabalhos em sua íntegra, resultando em 69 registros para leitura da introdução e conclusão. Para tanto, classificou-se destes um total de 39 registros a serem submetidos a etapa de inclusão. Com base na leitura dos 39 registros em sua íntegra, pode-se averiguar um total de 79 registros advindos de referências cruzadas. Destes, 12 registros foram excluídos por estarem fora do período definido; 2 por não possuíam resumo e/ou palavras-chave, 1 que não contemplou as línguas definida e 9 pela sua indisponibilidade na íntegra.

Destes, 13 foram excluídos por não possuírem relação estrita com o tema, resultando em 42 registros para a etapa de elegibilidade. Assim sendo, classificou-se destes um total de 33 registros a serem submetidos junto aos demais à etapa de inclusão. Para a etapa de inclusão, publicações reprovadas quanto aos critérios de qualidade estabelecidos foram excluídas, resultando no total de 48 registros selecionados, estes expressos pelo Quadro 4.

Quadro 4: Estudos selecionados por esta revisão sistemática da literatura

(Continua)

Estudo	Título	Autor
E01	<i>Towards Tangible Vision for the Visually Impaired through 2D Multiarray Braille Display</i>	Kim <i>et al.</i> (2019)
E02	<i>OCTA Display: A Pin-Actuated Triangle-Surface Fingertip Shape Display – Design & Initial Tests</i>	Raitt <i>et al.</i> (2019)
E03	<i>Multimodal representation of complex spatial data</i>	Rao; O'modhrain (2019)
E04	<i>Multimedia vision for the visually impaired through 2D multiarray Braille display</i>	Kim; Park; Ryu (2019)
E05	<i>HapTivec: Presenting Haptic Feedback Vectors in Handheld Controllers using Embedded Tactile Pin Arrays</i>	Chen; Chossat; Shull (2019)
E06	<i>Comparing computer-based drawing methods for blind people with real-time tactile feedback</i>	Bornschein; Bornschein; Weber (2018)

Quadro 4: Estudos selecionados por esta revisão sistemática da literatura

(Continuação)

Estudo	Título	Autor
E07	<i>Tactile symbol discrimination on a small pin-array display</i>	Leo <i>et al.</i> (2018)
E08	<i>Linespace: A sensemaking platform for the blind</i>	Swaminathan <i>et al.</i> (2017)
E09	<i>A review of principles in design and usability testing of tactile technology for individuals with visual impairments</i>	Horton <i>et al.</i> (2017)
E10	<i>RetroShape: Leveraging rear-surface shape displays for 2.5D interaction on smartwatches</i>	Huang <i>et al.</i> (2017)
E11	<i>Electromagnetic Microactuator-Array Based Virtual Tactile Display</i>	Szabo; Enikov (2016)
E12	<i>Exploration of Location-Aware You-Are-Here Maps on a Pin-Matrix Display</i>	Zeng; Weber (2016)
E13	<i>Designing haptic assistive technology for individuals who are blind or visually impaired</i>	Pawluk <i>et al.</i> (2015)
E14	<i>Transparent and flexible haptic actuator based on cellulose acetate stacked membranes</i>	Mohiuddin <i>et al.</i> (2015)
E15	<i>SmartSlate: Rethinking tactile interfaces for the Blind</i>	Raghavendra; Sankaranarayanan (2014)
E16	<i>VITAKI: A Vibrotactile Prototyping Toolkit for Virtual Reality and Video Games</i>	Martínez <i>et al.</i> (2014)
E17	<i>ViPong: Probabilistic haptic feedback for eyes-free interaction</i>	Strachan <i>et al.</i> (2013)
E18	<i>A portable piezoelectric tactile terminal for Braille readers</i>	Velázquez; Hernández; Preza (2012)

Quadro 4: Estudos selecionados por esta revisão sistemática da literatura

(Continuação)

Estudo	Título	Autor
E19	<i>Adaptive level of detail in dynamic, refreshable tactile graphics</i>	Lévesque et al. (2012)
E20	<i>GraVVITAS: Generic multi-touch presentation of accessible graphics</i>	Goncu; Marriott (2011)
E21	<i>Developing and evaluating a non-visual memory game</i>	Kuber; Tretter; Murphy (2011)
E22	<i>A multimodal interface device for online board games designed for sight-impaired people</i>	Caporusso; Mkrтчhyan; Badia, (2010)
E23	<i>VI-Tennis: A vibrotactile/audio exergame for players who are visually impaired</i>	Morelli et al. (2010)
E24	<i>Haptically enabled handheld information display with distributed tactile transducer</i>	Pasquero et al. (2007)
E25	<i>Haptic and Spatial Audio Based Navigation of Visually Impaired Users in Virtual Environment Using Low Cost Devices</i>	Nemec; Sporka; Slavik (2004)
E26	<i>Communication System for the Blind Using Tactile Displays and Ultrasonic Pens – MIMIZU</i>	Kobayashi; Watanabe (2004)
E27	<i>Eighteen Months of Meeple Like Us: An Exploration into the State of Board Game Accessibility</i>	Heron et al. (2018)
E28	<i>Digital Drawing Tools for Blind Users: A State-of-the-Art and Requirement Analysis</i>	Bornschein; Weber (2017)
E29	<i>Haptic Edge Display for Mobile Tactile Interaction</i>	Jang et al. (2016)
E30	<i>Inclusive Production of Tactile Graphics. In Human-Computer Interaction</i>	Bornschein; Prescher; Weber (2015a)

Quadro 4: Estudos selecionados por esta revisão sistemática da literatura

(Continuação)

Estudo	Título	Autor
E31	<i>Graphic haptic electronic board-based education assistive technology system for blind people</i>	Jungil <i>et al.</i> (2015)
E32	<i>Collaborative Creation of Digital Tactile Graphics</i>	Bornschein; Prescher; Weber (2015b)
E33	<i>Design analysis and fabrication of arrayed tactile display based on dielectric elastomer actuator</i>	Lee <i>et al.</i> (2014)
E34	<i>inFORM: dynamic physical affordances and constraints through shape and object actuation</i>	Follmer <i>et al.</i> (2013)
E35	<i>New magnetic microactuator design based on PDMS elastomer and MEMS Technologies For Tactile Display</i>	Streque <i>et al.</i> (2010)
E36	<i>Small and lightweight tactile display (SaLT) and its application</i>	Kim <i>et al.</i> (2009)
E37	<i>Creating usable pin array tactons for non-visual information</i>	Pietrzak <i>et al.</i> (2009)
E38	<i>BubbleWrap: A textile-based electromagnetic haptic display</i>	Bau; Petrevski; Mackay (2009)
E39	<i>Tactile Rendering With Shape-Memory-Alloy Pin-Matrix</i>	Velazquez <i>et al.</i> (2008)
E40	<i>VITAL: An electromagnetic integrated tactile display</i>	Benali-Khoudja; Hafez; Kheddar (2007)
E41	<i>Semi automatic generator of tactile video games for visually impaired children</i>	Sepchat <i>et al.</i> (2006)
E42	<i>A micromachined refreshable Braille cell</i>	Lee; Lucyszyn (2005)

Quadro 4: Estudos selecionados por esta revisão sistemática da literatura

(Conclusão)

Estudo	Título	Autor
E43	<i>3D form display with shape memory alloy</i>	Nakatani <i>et al.</i> (2003)
E44	<i>Thermopneumatic actuator for tactile displays and smart actuation circuitry</i>	Vidal-Verdú; Navas-González (2003)
E45	<i>A broadband tactile array on the fingertip</i>	Summers; Chanter (2002)
E46	<i>Results from a Tactile Array on the Fingertip</i>	Summers; Chanter (2002)
E47	<i>Project FEELEX: adding haptic surface to graphics</i>	Iwata <i>et al.</i> (2001)
E48	<i>Designing haptic computer interfaces for blind people</i>	Sjostrom (2001)

Fonte: O Autor (2020)

Destes cabe destacar que, 21 são recorrentes da Scopus, 1 da IEEE, 4 da Springer Link e 22 de referências cruzadas. A Tabela 1 expressa a representatividade das bases em relação aos registros finais selecionados.

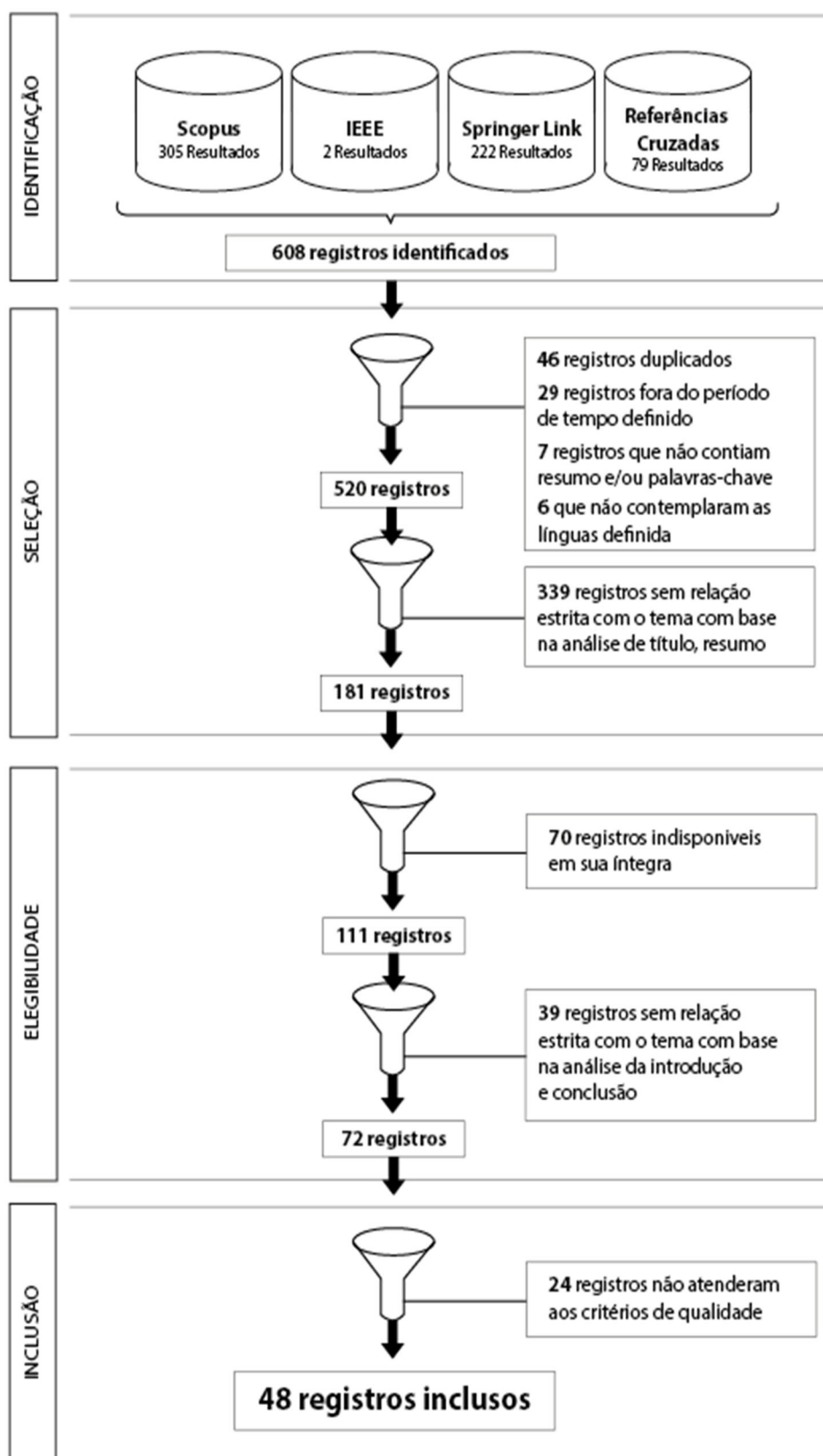
Tabela 1: Representatividade das bases após fluxo estabelecido

	Scopus	IEEE	Springer Link	Referências Cruzadas
Resultado inicial	305	2	222	79
Resultado final	21	1	4	22

Fonte: O Autor (2019)

Por fim, podemos visualizar por meio da Figura 1 todo o fluxo de execução desta revisão sistemática.

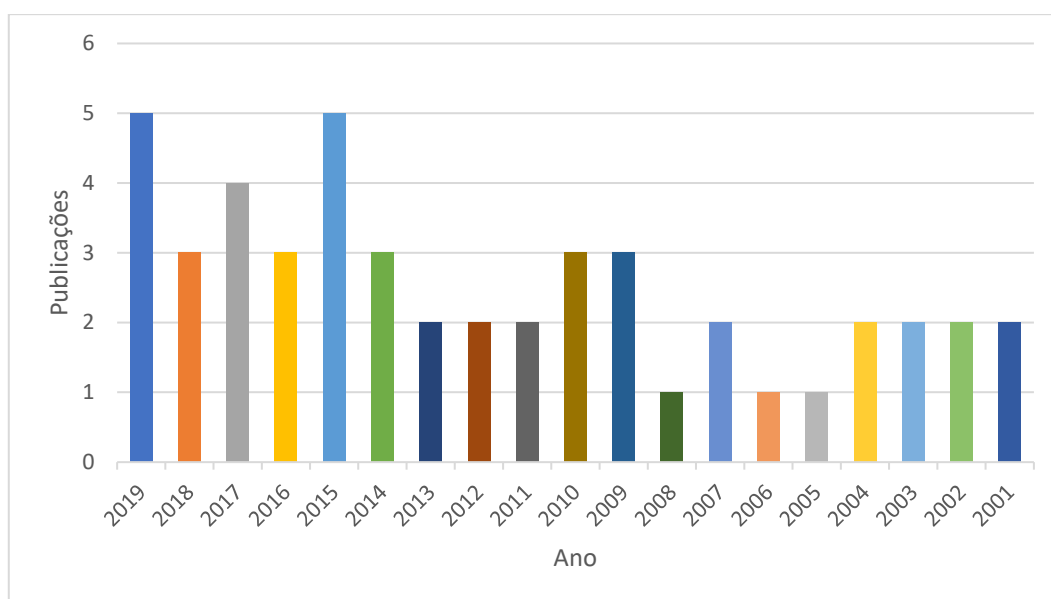
Figura 1: Diagrama de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão do fluxo principal da revisão sistemática



4 SÍNTESE DOS RESULTADOS

Com base nos fluxos de execução estabelecidos por esta revisão sistemática constatou-se que, dos 48 estudos anexados, 1 é capítulo de livro, 3 artigos de conferência e 44 artigos de revistas científicas. Quanto a distribuição por ano dos estudos selecionados, se observou que, nos anos de 2019, 2017 e 2015, ocorreram os maiores índices de publicações neste tema, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2: Relação de publicações por ano (RSL)



Fonte: O Autor (2020)

Para sintetizar os dados coletados por esta revisão sistemática da literatura, optou-se pela utilização do método de Triangulação ecológica, a fim de esclarecer as questões de pesquisa levantadas no item 1. A triangulação ecológica tem por objetivo responder às questões de revisão a partir de evidências cumulativas e multifacetadas (BARNETT; THOMAS, 2009 *apud* DRESCH, LACERDA, ANTUNES, 2015). O Quadro 5 apresenta um resumo das publicações, bem como os seus principais resultados e contribuições para esta pesquisa.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continua)

Estudo	Resultados e contribuições
E01	Este artigo apresenta a comparação de duas metodologias para a entrega de conteúdo multimídia por meio de dispositivos hápticos e táteis às pessoas com deficiência visual. A primeira trata da visão tátil com vista à representação tridimensional, onde por meio de um sistema de telepresença háptica (<i>Phantom Omni</i>) é permitido às pessoas com deficiência visual sentirem a forma de objetos remotos em tempo real. A segunda trata-se da exibição e compartilhamento de conteúdo multimídia (texto, figuras e conteúdo de áudio) entre às pessoas com deficiência visual por meio de <i>displays</i> gráficos táteis (<i>2D Braille multiarray</i>).
E02	Este artigo descreve o <i>design</i> de uma interface háptica com vistas a exibição de mapas virtuais em 2.5D denominada OCTA, bem como, os resultados de testes iniciais. Tal interface trata-se de uma matriz de painéis triangulares isósceles, dispostos na forma de quadrado (20 mm x 20 mm) controlados por nove servomotores lineares. Tais motores fornecem a interface uma faixa de elevação de 12 mm a uma velocidade máxima de 40 mm/s combinada a uma força superior a 5N. Dentre os resultados apresentados pode-se observar que a experiência com a interface OCTA não relatou déficits sensoriais, além da mesma, prover uma taxa média de identificação de 89%.
E03	Este artigo apresenta uma perspectiva quanto a representação de dados espaciais através do uso <i>displays</i> gráficos táteis atualizáveis em combinação com <i>feedback</i> de áudio. Por meio da preposição de um jogo de palavras-cruzadas no estilo do “ <i>New York Times</i> ”, os autores buscaram explorar interações possíveis com a interface de modo que, a distribuição das informações pudesse maximizar as modalidades perceptivas empregadas ao usuário quanto a realização da tarefa.
E04	Este artigo propõe uma metodologia para conversão de conteúdo multimídia com vistas a exibição em <i>displays</i> gráficos táteis (<i>2D Braille multiarray</i>) com apoio de <i>feedback</i> de áudio. Para tal, o artigo discute considerações quanto: interação entre a tela em Braille e o <i>smartphone</i> via <i>Bluetooth</i> ; extração e tradução de <i>eBooks</i> dos formatos DAISY e EPUB; exibição de grandes quantidades de texto em células Braille e a exibição de elementos visuais complexos. Como premissa, os autores buscam facilitar a promoção de conteúdos digitais acessíveis.
E05	Este artigo aborda um novo paradigma quanto a promoção de <i>feedback</i> háptico a controladores portáteis. Por meio do denominado <i>HaptiVec</i> , é possível que os jogadores sintam em seus dedos, vetores direcionais de pressão háptica (1,5 mm de diâmetro) quanto a sua movimentação geoespacial em ambientes virtuais. Este trata-se de uma matriz de 15 pinos acionados por solenoides eletromagnéticos dispostos em arranjo de 3 por 5 em 180°. Como resultados, pode-se confirmar a identificação de vetores de pressão tátil nas oito direções cardiais sem extensa exposição ou treinamento prévio dos entrevistados. Já dentre os jogos avaliados, foi possível analisar as percepções dos usuários quanto as direções de projéteis advindos do inimigo por meio de vibração binária, e quanto às sensações de imersão em ambientes virtuais através de estímulos paralelos como, por exemplo, da “chuva háptica”. Dentre as desvantagens abordadas pelos autores, constatou-se o alto calor e consumo corrente pelos atuadores.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E06	<p>Este artigo aborda a utilização de uma estação de trabalho tátil para usuários com deficiência visual, com foco em desenhos de gráficos vetoriais digitais através do <i>software LibreOffice Draw</i>. Conforme os autores, a interação com a mesma se dá por meio de quatro métodos diferentes de entrada: baseada em menus, reconhecimento de gestos, desenho à mão livre e por captura de imagem; tendo sua saída através de um <i>display</i> binário de pinos bidimensional dinâmico, este com uma taxa de frequência de atualização de 10Hz. Como resultados, os autores concluem que todas as modalidades se mostraram apropriadas para as tarefas propostas, tendo como requisitos cruciais apontados pelos entrevistados: o <i>feedback</i> tátil contínuo, funcionalidade de correção de erros passíveis de responsabilidade, compatibilidade com tecnologias assistivas comuns e a possibilidade de compartilhar o resultado final com outras mídias.</p>
E07	<p>Este artigo apresenta um estudo acerca da utilização de símbolos táteis não ambíguos para a representação de mapas e diagramas em <i>displays</i> táteis de pequeno porte para pessoas com deficiência visual.</p>
E08	<p>Este artigo descreve o processo de <i>design</i> e avaliação de um sistema interativo de exibição tátil, o qual permite que usuários com deficiência visual interajam com o conteúdo, preservando sua memória espacial. Trata-se de um plotter baseado na mecânica de uma impressora 3D a qual cobre uma área de exibição de 140 × 100 cm. O mesmo também oferece saídas baseadas em áudio, onde através de um alto-falante sem fio acoplado a cabeça de impressão é possível que os usuários localizem a mesma pelo seu sentido auditivo.</p> <p>Como resultados, são apresentados pontos favoráveis ao sistema, como a grande área de exibição e a utilização de linhas suaves em comparação a sistemas baseados em <i>taxels</i> como o HyperBraille da Metec. Dentre as melhorias sugeridas pelos entrevistados, enquadram-se: o uso de linhas mais grossas a fim de acelerar o reconhecimento, bem como formas texturizadas para facilitar o reconhecimento de diferentes tipos de elementos.</p>
E09	<p>Este artigo apresenta o resultado de uma revisão sistemática da literatura, a qual traz a compilação de 62 artigos que permeiam as áreas da: deficiência visual, tecnologia e adaptação sensorial tátil. Dentre a síntese, pode-se observar que grande parte dos dispositivos se baseiam em: sistemas de <i>feedback</i> de força, <i>tablets</i> e telas sensíveis ao toque. Estas combinam vibração e / ou <i>feedback</i> auditivo, sendo em sua maioria projetos ou protótipos. Quanto a questões de avaliação de usabilidade, observou-se que o número de usuários necessários para um estudo pode variar amplamente, em virtude de os testes direcionarem-se a usabilidade ou a significância estatística. Em suma, é apontado pelos autores que uma amostra de cinco a dez usuários é considerada suficiente para testes de usabilidade, onde estima-se que destes, cinco consigam encontrar uma média de 85% dos problemas presentes.</p>

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E10	Este artigo descreve um sistema de <i>feedback</i> tátil suplementar como meio de aperfeiçoar a experiência do usuário. Trata-se de uma superfície deformável na face inferior do relógio, o qual permite que a cena seja transposta até o espaço físico 2.5D. O sistema é composto por uma matriz de 4×4 <i>taxels</i> de 10mm ² , conectados a servo motores que permitem um deslocamento de 7 mm a uma força de torção de 75g e velocidade máxima de 1200° por segundo. Como resultados, pode-se observar que em média, um <i>taxel</i> pode renderizar objetos virtuais entre 70% e 138% do seu próprio tamanho.
E11	Este artigo descreve o processo de desenvolvimento e avaliação de uma tela tátil baseada em uma matriz de micro atuadores eletromagnéticos, os quais são capazes de fornecer mais de 15mN de força em uma faixa de deslocamento de 2,5 mm com um pico de 46,72 mN a 620 µm. Como resultados apresentados, tem-se a média geral de reconhecimento de caracteres de 55%. Segundo os autores, esses números representam uma eficiência ponderada, dando base científica para considerar que a repetição contínua de exposição, acompanhada por um treinamento estruturado, pode conduzir a efetivação de um dispositivo eficiente, sem a necessidade de modificações adicionais.
E12	Este artigo apresenta um sistema de mapas táteis atualizável integrado com <i>feedback</i> de áudio. Este visa aprimorar a experiência das pessoas com deficiência visual quanto a exploração de ambientes reais. Trata-se de uma matriz (30x32) tátil binária atualizável sensível ao toque, estimulada por atuadores piezoelétricos. Dentre as características, destacam-se: a resolução da tela de cerca de 10 pinos por polegada; taxa de atualização de 5 Hz; deslocamento dos pinos de até a 0,7 mm; espaçamentos entre eles de 2,5 mm; força tátil superior a 30 cN; e o consumo máximo de energia de aproximadamente 1 W.
E13	Este artigo apresenta o resultado de uma revisão da literatura a qual engloba quatro áreas de tarefas: leitura em Braille, gráficos táteis, orientação e mobilidade. Também é descrito neste artigo aspectos do processo de <i>design</i> específicos da tecnologia assistiva, como o uso do <i>design</i> de ações participativas e a importância dos dispositivos de teste no mundo real.
E14	Este artigo descreve o design e avaliação de um atuador do tipo eletrostático para dispositivos de <i>feedback</i> háptico. O mesmo constitui-se de membranas de acetato de celulose empilhadas, revestidas com eletrodos. Dentre as características apresentadas pelo estudo, destacam-se: flexibilidade, peso leve, tamanho compacto, tempo de resposta rápido e ampla faixa de frequência de operação.
E15	Este artigo apresenta o projeto de uma interface tátil de baixo custo para pessoas com deficiência visual com vistas a projeções terrestres e geográficas, processos de aprendizagem reiterativos e jogos educativos. Para validação, o artigo apresenta um jogo educacional com abordagem em geometria coordenada, o qual utiliza-se do processo de repetição para reforçar conceitos e garantir uma aprendizagem eficaz.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E16	Este artigo propõe um kit de ferramentas de prototipagem vibro tátil para atuadores baseados em mini motores elétricos de corrente contínua. Trata-se de um <i>hardware</i> projetado para suportar um alto número de atuadores e um <i>software</i> multiplataforma com vistas a auxiliar no projeto e configuração de estímulos vibro táteis.
E17	Este artigo descreve o processo de desenvolvimento e avaliação de um mecanismo para a entrega de <i>feedback</i> háptico a usuários de um jogo de tênis através do uso de inferência probabilística. Trata-se de um mouse com um vibrador lateral personalizado, ao qual permitir que o jogador identifique o sentido da bola usando apenas <i>feedback</i> háptico. Dentre as características do sistema, destaca-se a conversão do sinal de áudio em vibrações e possibilidade de codificação dos sinais nos canais esquerdo e direito da saída de áudio.
E18	Este artigo apresenta uma abordagem quanto a conversão automática de <i>eBooks</i> para Braille por meio de um terminal tátil compacto denominado <i>TactoBook</i> . O mesmo é composto por 60 <i>taxels</i> piezoelétricos gerenciados por um módulo de computador (TS-7500).
E19	Este artigo apresenta os resultados de uma avaliação quantitativa dos benefícios de fornecer controle para o nível de detalhe em gráficos táteis complexos. O artigo propõe que, dentre as três diferentes formas de exibição: ilustração estática com a representação detalhada; ilustração dinâmica, com alternância entre representações esparsas e detalhadas ao pressionar um botão; e ilustração dinâmica com alternância da representação detalhada para a dispersa à medida que a velocidade de exploração atinge um limite; o uso do controle manual é relatado como 67% de eficiência e 78% de preferência entre os entrevistados.
E20	Este artigo apresenta o processo de <i>design</i> e validação de uma ferramenta computacional multimodal com vistas a apresentação de gráficos acessíveis. Trata-se de <i>tablet</i> sensível ao toque em conjunto a um par de luvas táteis. Estas dão <i>feedback</i> vibro tátil e sonoro conforme o processo exploratório. A partir de uma metodologia de design participativa e centrada no usuário, os autores puderam avaliar questões inerentes a usabilidade, as quais demonstraram a viabilidade quanto a apresentação de gráficos acessíveis.
E21	Este artigo descreve o desenvolvimento e avaliação de um jogo de memória multimodal baseado no jogo clássico “Simon”, onde os usuários são apresentados a uma sequência de estímulos, os quais devem ser replicados na mesma ordem para que se avance para o próximo nível. Conforme os autores, estudos empíricos revelaram que a combinação do <i>feedback</i> háptico a outras modalidades, replicaram o acerto de mais sequências em comparação com o <i>feedback</i> háptico isolado.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E22	Este artigo discute o <i>design</i> de um sistema polivalente o qual permite que pessoas cegas e surdocegas joguem jogos de tabuleiro em rede, reduzindo assim a barreira de incapacidade. Trata-se de um dispositivo capaz de fornecer uma representação não sequencial de informações através de estímulos com corrente anódica ou catódica, de modo a gerar diferentes sensações na pele do usuário. Dentre os resultados apresentados pelos autores, obteve-se uma média de $86,14 \pm 5,52\%$ de aproveitamento, o que indica que todos os sujeitos submetidos aos testes foram capazes de entender a tarefa e realizá-la antes do tempo limite.
E23	Este artigo apresenta um estudo comparativo quanto a exploração do uso de pistas multimodais (háptico / áudio) <i>versus</i> unimodal (áudio) através de uma abordagem do popular jogo de Tênis. A jogabilidade assemelha-se com <i>Wii Sports</i> , onde os jogadores por meio de um controle remoto de <i>Wii</i> realizam gestos para controle da bola. Como resultados, a versão multimodal mostrou um aumento no desempenho ao longo do jogo. O que destaca a efetividade das pistas multimodais perante as unimodais. No entanto, os autores atentam quanto a possíveis dificuldades no tocante a codificação multimodal de <i>exergames</i> mais complexos, devido à resolução temporal e espacial limitada do áudio e <i>feedback</i> háptico.
E24	Este artigo descreve o processo de <i>design</i> e a avaliação de um dispositivo gráfico / tátil, o qual permite a manipulação de informações disponíveis visualmente em tela, através de sensações táteis programáveis emitidas por um transdutor em contato com o polegar esquerdo do usuário. O sistema é constituído de oito piezoelétricos <i>bimorph</i> distribuídos em duas fileiras de hastes de 0,5 mm de diâmetro. Dentre os resultados apresentados pelos autores, observa-se a eficácia quanto ao redesenho de ícones táteis, sendo claramente identificáveis e diferenciáveis.
E25	Este artigo descreve uma abordagem quanto à navegação em ambientes virtuais bidimensionais através da combinação do som espacial em conjunto com um <i>joystick</i> de <i>feedback</i> de força e um mouse háptico. Dentre as abordagens de controle sob o ambiente, destacam-se: as vibrações fornecidas pelo mouse háptico, o <i>feedback</i> de força fornecido pelo <i>joystick</i> , a navegação por sonar através do áudio espacial e a verbalização de elementos por TTS.
E26	Este artigo descreve um sistema de compartilhamento de gráficos táteis, bem como, os resultados de experimentos preliminares. Trata-se de um par de terminais equipados com <i>display</i> gráfico tátil binário atualizável e uma caneta ultrassônica. Por meio do terminal, o usuário com deficiência visual pode elaborar desenhos na superfície com a caneta, que então é repassado para o outro terminal através da elevação dos pinos do <i>display</i> . Desta forma, o sistema pode prover a comunicação entre usuários com deficiência visual por meio de gráficos táteis.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E27	<p>Este artigo aborda a reflexão dos autores em relação ao o projeto <i>Meeple Like Us</i>, bem como, os resultados obtido pelo mesmo no período de um ano e meio quanto a avaliação de problemas de acessibilidade em jogos de tabuleiro. Estes são avaliados quanto a questões de acessibilidade através de um conjunto de oito categóricas. Cada jogo recebe uma discussão completa para cada categoria e então uma recomendação subjetiva é dada na classificação alfabética padrão. Os valores numéricos são usados para calcular médias e desvios-padrão, e modificadores padrão de mais e menos são usados dentro de cada série de letras para fornecer um pequeno grau de nuance. Com base nestas reflexões, os autores buscam no futuro o desenvolvimento de um conjunto de Diretrizes de Acessibilidade para Mesa (TTAG), que acompanhará o desenvolvimento e a disseminação das Diretrizes de Acessibilidade para Jogos.</p>
E28	<p>Este artigo descreve uma investigação quanto a projetos de <i>softwares</i> com suporte a desenhos táteis, bem como, uma análise com vistas a extração de requisitos e recomendações. Esta classificação permite que os desenvolvedores identifiquem fatores cruciais para um aplicativo de desenho e ponderem os fatores de custo-benefício para recursos.</p>
E29	<p>Este artigo propõe um novo modelo de interface háptica baseado em pinos atuados na lateral de um <i>display</i>, o qual pode fornecer interações físicas dinâmicas, exibição de formas, interações não dominantes com as mãos e também notificações hápticas expressivas.</p> <p>Trata-se de um dispositivo com comunicação Bluetooth com o celular, o qual gerencia as posições dos pinos através de atuação piezoelétrica. Este consiste em dois componentes, um corpo móvel personalizado e uma haste vibratória, a qual opera em uma faixa de frequência específica de 65 a 85 kHz.</p> <p>Para demonstração, fora criada uma série de aplicativos, dentre eles: dois jogos (<i>Falling Frenzy</i> e <i>Snake</i>), um visualizador de batimentos cardíacos, uma agenda de contatos háptica e um leitor de ebooks com controles hapticos.</p>
E30	<p>Este artigo apresenta uma estação de trabalho colaborativa para a criação de gráficos áudio-táteis. O sistema é baseado em dois espaços de trabalho paralelos (artista / revisor) conectados a um computador. O principal objetivo é incluir de forma simplificada às pessoas com deficiência visual no processo de criação e manipulação de objetos gráficos. Como sistema básico de desenho, esta utiliza os <i>softwares</i> de código aberto como o <i>OpenOffice</i> e <i>LibreOffice</i>, bem como, uma tela tátil binária dinâmica (BrailleDis 7200), além de <i>feedback</i> auditivo através da conversão de texto para fala (TTS).</p>
E31	<p>Este artigo propõe um sistema de tecnologia assistencial educacional baseado em um <i>display</i> gráfico tátil binário (8x8) com vistas a educação especial para alunos com baixa visão e cegos. O sistema proposto permite a criação, conversão automática e a distribuição de materiais educacionais inclusivos por meio de ambiente destinado aos educadores. Através de um computador conectado a uma rede é possível que os alunos visualizem os materiais propostos pelos educadores por meio de uma interface tátil.</p>

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E32	Este artigo descreve os resultados quanto uma avaliação acerca da usabilidade, bem como, a qualidade dos artefatos gerados pelo <i>Tangram Workstation</i> , uma estação de trabalho colaborativa para a criação de gráficos áudio-táteis. Está fora avaliada por oito equipes, cada uma composta por um transcritor e um revisor cego, sendo destes quatro com expertise em gráficos táteis. Dentre os resultados, observou-se que: todos os usuários com visão alegaram que a inclusão de um usuário cego é tida como vantagem, visto que este pode ser questionado sobre eventuais problemas no gráfico; A baixa resolução da interface fora um dos pontos criticados pelos especialistas, fato que leva a uma visão geral insuficiente para o usuário cego.
E33	Este artigo descreve o <i>design</i> , bem como, os testes preliminares de um atuador de elastômero dielétrico para dispositivos de exibição tátil. Este, projetado para garantir conforto e segurança durante sua operação, consiste em um quadro acoplamento a um atuador que gera movimentos verticais quando eletricamente excitado, resultando em estimulações de toque com a pele humana. Três tipos de testes foram realizados para avaliar o desempenho do dispositivo, sendo: respostas de tensão, respostas de frequência e respostas de força. Dentre os resultados, os autores apontem deslocamentos de cerca de 330 mm a 7 kV, e cerca de 120 mm a 10 Hz, ambos com forças de até 40 mN.
E34	Este artigo aborda um novo paradigma quanto as possibilidades dinâmicas de interação com objetos passivos. Para explorar essas técnicas e interações é utilizando o sistema <i>inFORM</i> , um <i>display</i> com suporte a atuação 2.5D com entrada maleável e <i>feedback</i> háptico de rigidez variável. Constitui-se de 150 placas dispostas em 15 linhas verticais. O sistema possui uma taxa de atualização de 60 Hz, determinada pela velocidade do barramento RS485 de 115200 bps. Cada pino pode exercer uma força de 1,08 N, consumindo até 2700 W (3 W por atuador). Para rastrear as mãos e objetos o sistema utiliza uma câmera de profundidade montada 1200 mm acima da superfície com resolução de 640 × 480 <i>pixels</i> , esta converte a imagem em um mapa de altura para os atuadores com resolução de 8 bits. Dentre as aplicações desenvolvidas para demonstração das técnicas destacam-se: a manipulação de modelos 3D sob a superfície, ícones táteis contínuos e atuação de dispositivos interativos na superfície como meio de interface com o usuário.
E35	Este artigo enfoca na elaboração de micro atuadores magnéticos integrados para dispositivos de exibição tátil. Para demonstração, um dispositivo de exibição tátil composto por uma matriz de 4 micro atuadores flexíveis com uma resolução de 2 mm e taxa de frequência de 300 Hz foi desenvolvido. Cada atuador é composto por uma membrana elastomérica atuada magneticamente pela interação de uma bobina-ímã e fornece forças de cerca de até 2,5 mN.
E36	Este artigo apresenta a preposição de um sistema de exibição tátil compacto. Para tal, cada módulo de exibição é composto por um conjunto de 16 atuadores lineares ultrassônicos piezoelétricos dispostos em uma matriz 4x4. Estes são controlados por um circuito FPGA que converte os sinais da comunicação <i>Bluetooth</i> para PWM, oferecendo uma resolução espacial de 1,5 mm e uma resolução temporal de 20 Hz.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E37	Este artigo descreve uma série de experimentos conduzidos para examinar um novo paradigma de interação tátil por pessoas com deficiência visual por meio de uma matriz de pinos. Denominados <i>Tactons</i> , estes ícones táteis permeiam três dimensões: direção, tamanho e velocidade. Para validação foram projetados dois aplicativos que utilizam ícones táteis através do mouse <i>VTPlayer</i> ; um aplicativo de exploração de labirintos e um aplicativo de exploração de circuitos elétricos.
E38	Este artigo apresenta o protótipo de uma tela eletromagnética têxtil, a qual pode vibrar, para fornecer <i>feedback</i> ativo, bem como, mudar dinamicamente sua firmeza e forma, para prover <i>feedback</i> passivo. Esta consiste em uma matriz de atuadores eletromagnéticos, fechados em tecido, com células individualmente controláveis que se expandem e contraem a uma altura máxima de expansão de até 15 mm. Cada atuador que compreende o sistema é constituído de ímã neodímio permanente na camada inferior de tecido e uma bobina em repouso na camada superior.
E39	Este artigo descreve o <i>design</i> , bem como, os testes preliminares de um novo dispositivo de exibição tátil para pessoas com deficiência visual baseado em uma matriz de pinos. Este apresenta recursos como: baixo custo, baixo peso, compatibilidade e alta portabilidade. O protótipo consiste em uma área tátil efetiva de 4,32 cm ² a partir de 64 pinos táteis acionados por ligas com memória de forma com resolução espacial de 2,6 mm a uma força de tração de 300 mN em uma largura de banda de 1,5 Hz. Duas sessões preliminares de reconhecimento de forma com cinco voluntários foram realizadas para investigar o desempenho do dispositivo. Como resultados, os autores apontaram que, formas sólidas de ângulos retos como o quadrado e o triângulo obtiveram um índice maior de acertos. Já as formas baseadas em contorno como o círculo e triângulo obtiveram maiores acertos.
E40	Este artigo detalha o processo de pesquisa e desenvolvimento, bem como, os resultados de experimentos de validação de um <i>display</i> tátil. Este trata-se de uma matriz de solenoides eletromagnéticos de 8x8, a qual pode operar com precisão em frequências de até 800 Hz, gerando uma força estática de 13 mN em seus pinos. O mesmo utiliza uma interface serial RS232 para comunicação entre a placa de controle e a interface do <i>software</i> . Dez participantes participaram da validação por meio de dois experimentos: exibição de padrões direcionais em movimento e exibição de formas geométricas estáticas. Como resultados, pode-se observar que a percepção tátil e a identificação de formas e direções geométricas exibidas na interface obtiveram aproveitamentos de: 78% para direção, 57% para contorno de formas e 32% para formas preenchidas.
E41	Este artigo apresenta uma ferramenta de facilitação quanto a criação de jogos digitais táteis em terminais de Braille para crianças com deficiência visual. O objetivo principal do estudo é familiarizar a aprendizagem de Braille por meio de jogos em terminais de Braille. Para ilustrar a construção, dois jogos foram desenvolvidos: <i>Snake</i> e <i>Maze</i> . Como resultados parciais, pode-se observar êxito na condução dos jogos, o que, segundo os autores torna possível criar jogos baseados em telas em Braille mesmo que, as representações precisem ser simplificadas para entendimento dos usuários que não estão familiarizados com o mesmo.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Continuação)

Estudo	Resultados e contribuições
E42	Este artigo descreve o <i>design</i> de uma nova célula Braille a base de cera de parafina. O conceito básico resume-se ao preenchimento de recipientes de silício com cera de parafina. O protótipo apresentado possui medidas de 7 x 8.5 x 2 mm ³ com elevação vertical do pino de até 0,6 mm ao custo de 0,6 W e 50 s.
E43	Este artigo descreve o estudo quanto a utilização de bobinas de liga de memória de forma (SMA) como um atuador para telas táteis. O protótipo desenvolvido para o estudo é composto por uma matriz de pinos dispostos em 4x4. Cada pino é operado por um sistema de medição de condução, o qual através de sinais PWM fornece cursos de avanço de 0,5 mm até o movimento vertical máximo de 120 mm. O tempo médio de resposta de deslocamento entre as extremidades é de 0,8 s a 2,0 s, respectivamente.
E44	Este artigo propõem a utilização de atuadores baseados em micro válvulas e microbombas termo pneumáticos como meio de atuação de telas táteis. A proposta é reduzir o preço final da solução visto à simplicidade do atuador. Para validação do estudo, fora desenvolvido um pequeno display constituído de um conjunto de atuadores dispostos em uma matriz de 4 x 4. Como resultados, cada atuador fora capaz de gerar um curso de deslocamento vertical de 0,7 mm com 0,01N de força de atuação. No que diz respeito à resposta dinâmica, fora relatado tempos de atualização de 15s para a exibição.
E45	Este artigo descreve o <i>design</i> , bem como, os resultados preliminares de uma interface tátil estimuladora, com vistas a oferta de novas possibilidades de experimentos na área da psicofísica tátil. Trata-se de uma matriz quadrada composta de 100 atuadores piezoelétricos <i>bimorph</i> , os quais operam em uma largura de banda de 20-400 Hz. Dentre as abordagens futuras, os autores destacam um estudo quanto a utilização desta para produção de texturas virtuais.
E46	Este artigo descreve os resultados de uma investigação acerca da percepção de estímulos em diferentes resoluções espaciais através do uso de uma interface tátil estimuladora. Está através de 100 atuadores dispostos em uma matriz quadrada, geram estímulos vibratórios de 40 Hz e 320 Hz por meio de ondas senoidais. Dois experimentos com a finalidade de identificar as direções dos movimentos apresentados através da interface foram executados. Dentre os resultados, os autores apontam uma maior recorrência na percepção dos estímulos em frequências de 320 Hz do que em 40 Hz.
E47	Este artigo apresenta o projeto de desenvolvimento de uma nova técnica interativa que combina sensação háptica com computação gráfica. Trata-se de uma projeção sob uma tela flexível, deformada por atuadores, a qual converte a imagem 2D do projetor em uma imagem sólida palpável. Dentre as vantagens apontadas pelos autores quanto esta interface destaca-se: a interação natural usando apenas as mãos e a segurança, por esta não requerer nenhum equipamento especial. Dentre as desvantagens, enquadra-se o grau de dificuldade de implementação e a limitação na forma dos objetos que podem ser exibidos.

Quadro 5: Síntese dos estudos selecionados com base nos seus resultados e contribuições

(Conclusão)

Estudo	Resultados e contribuições
E48	Este artigo apresenta um conjunto de princípios para o <i>design</i> de interfaces hápticas. Estes extraídos a partir de uma avaliação quanto a possibilidade de manipulação do sistema operacional <i>windows</i> apenas com informações táteis e auditivas, culminou em uma série de diretrizes quanto: Navegação, Localização de objetos, Entendimento de objetos, Widgets hápticos e Interação física.

Fonte: O Autor (2020)

O Quadro 6 apresenta os problemas abordados em cada estudo, bem como, os artefatos propostos para resolução dos mesmos, as heurísticas de construção e contingenciais e os resultados alcançados.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continua)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E01	Entrega de conteúdo multimídia por meio de dispositivos hápticos e táteis às pessoas com deficiência visual.	Sistema de telepresença háptica	-	Questionários quanto: relação a taxa de reconhecimento, tempo de reconhecimento, tempo de reconstrução da visualização e <i>feedback</i> .	Negativo	Fora apontado a necessidade da elaboração de um novo formato de células táteis que busquem expressar fotografias e imagens com maior definição, visto que as figuras com tamanhos originais são representadas imperfeitamente dentro de um número limitado de pontos em uma tela em Braille.
		<i>Display</i> gráfico tátil			Positivo	
E02	Exibição de mapas virtuais em 2.5D.	Interface háptica	Matriz de painéis triangulares isósceles, dispostos na forma de quadrado (20 mm x 20 mm) controlados por nove servomotores lineares.	Experimento para identificação e representação de 15 formas exibidas no dispositivo em ordem pseudoaleatória.	Positivo	Estudo apresentou uma taxa média de identificação de 89%.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E03	Representação de dados espaciais através do uso <i>displays</i> gráficos táteis.	<i>Display</i> gráfico tátil	Preposição de um jogo de palavras cruzadas no estilo do <i>New York Times</i> .	-	-	O estudo busca a geração de recomendações aplicáveis a jogos que utilizam da organização espacial.
E04	Conversão de conteúdo multimídia com vistas a exibição em <i>displays</i> gráficos táteis.	Aplicativo	Preposição de um aplicativo para <i>tablet</i> e <i>smartphone</i> simulador de <i>display</i> gráfico tátil.	-	-	O estudo tem como premissa facilitar a promoção de conteúdos digitais acessíveis.
E05	Promoção de <i>feedback</i> háptico a controladores portáteis.	Sistema de telepresença háptica	Dois controladores com uma extensão de 180° com 15 solenoides em cada controlador dispostos em arranjo de 3 por 5 com separação média de 25 mm entre cada pino.	Experimento para identificação através de uma lista pseudoaleatória de 10 estímulos diferentes, com 10 ensaios para cada estímulo. Experimento com o uso do dispositivo em dois jogos distintos: <i>Doom</i> e <i>Watch Dogs</i> .	Positivo	Dentre as desvantagens abordadas pelo estudo, constatou-se o alto calor e consumo corrente pelos atuadores de solenoides.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E06	Representação de gráficos vetoriais digitais através de interfaces táteis.	<i>Display</i> gráfico tátil	-	Experimento com base na classificação de similaridade e qualidade.	Positivo	O estudo apontou que os usuários com deficiência visual desejam ter maior suporte quanto ao processo de desenho, o que, para os autores, pode ser possível por meio de algoritmos de detecção de formas padrões a partir de esboços à mão livre ou objetos segmentados.
E07	Uso de símbolos táteis não ambíguos para a representação de mapas e diagramas em <i>displays</i> táteis de pequeno porte.	<i>Display</i> gráfico tátil	-	Experimento a partir da exploração da tela tátil com a mão dominante a fim de identificar os 16 símbolos distribuídos de forma aleatória na mesma.	Positivo	Com base nos resultados, os autores puderam concluir que, um dicionário tátil pode ser apresentado a partir de <i>display</i> gráfico tátil binário com precisões superiores a 90%, independentemente da deficiência visual ou treinamento prévio.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E08	Fruição de conteúdos espaciais com preservação de memória espacial por usuários com deficiência visual.	Interface tátil	Plotter baseada na mecânica de uma impressora 3D o qual cobre uma área de exibição de 140×100cm. A mesma também oferece saídas baseadas em áudio.	Experimento com sessões práticas guiadas por entrevista com duração média entre 1 a 2 horas.	Positivo	Dentre as melhorias sugeridas pelos entrevistados, enquadram-se: o uso de linhas mais grossas a fim de acelerar o reconhecimento, bem como, linhas texturizadas para permitir reconhecer diferentes tipos de elementos mais rapidamente.
E09	Desenvolvimento de dispositivos auxiliares.	Revisão Sistemática da Literatura	-	-	-	-

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E10	Entrega de experiência ao usuário com relação à interação com objetos virtuais.	Interface tátil	Relógio com superfície deformável na face inferior composto por uma matriz de 4x4 <i>taxels</i> de 10mm ² , estes conectados a servo motores que permitem que a cena visual na tela se estenda até o espaço físico 2.5D.	Experimentos a partir de um conjunto de jogos e vídeos quanto a faixa de aceitação, tamanho e limiar de discriminação de localização.	Positivo	O estudo apontou que um <i>taxel</i> pode renderizar objetos virtuais entre 70% e 138% do seu próprio tamanho, e que, os dois estímulos podem ser separados entre 4,5 mm e 16,2 mm.
E11	Utilização de micro atuadores eletromagnéticos em uma matriz Braille.	<i>Display</i> gráfico tátil	Tela tátil baseada em uma matriz de micro atuadores eletromagnéticos, os quais são capazes de fornecer mais de 15mN de força em uma faixa de deslocamento de 2,5mm com um pico de 46,72mN a 620µm.	Experimento com três diferentes ensaios, sendo os dois primeiros quanto a capacidade de reconhecimento de caracteres individuais, e o terceiro quanto ao reconhecimento de uma sequência de três caracteres.	Ponderado	O estudo apresentou uma média geral de reconhecimento de caracteres de 55%.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E12	Entrega de experiência às pessoas com deficiência visual quanto a exploração de ambientes reais.	Interface tátil	Sistema de mapas táteis atualizáveis. Este reproduzido através de uma matriz tátil binária (30x32) sensível ao toque, estimulada por atuadores piezoelétricos e integrada ao <i>feedback</i> de áudio.	Experimento com aplicação de questionário acerca do <i>feedback</i> .	Positivo	O estudo aponta uma melhora quanto a relação espacial dos usuários em virtude dos auxílios de símbolos táteis do sistema.
E13	Uso da tecnologia háptica em dispositivos assistenciais para indivíduos com deficiência visual em atividades de: leitura em Braille, interpretação de gráficos táteis, orientação e mobilidade.	Revisão Sistemática da Literatura	-	-	-	-

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E14	Uso de atuadores do tipo eletrostático para dispositivos de <i>feedback</i> háptico.	Atuador	Membranas de acetato de celulose empilhadas e revestidas com eletrodos.	Testes laboratoriais	Positivo	O atuador apresentou flexibilidade, peso leve, tamanho compacto, tempo de resposta rápido e ampla faixa de frequência de operação.
E15	Projeções terrestres e geográficas, processos de aprendizagem reiterativos e jogos educativos a partir de interfaces táteis.	Interface tátil	Interface com atuação por minis motores elétricos do tipo DC, apresentando um deslocamento de até 12cm por pino.	Experimento realizado a partir de um jogo educacional com abordagem em geometria coordenada, o qual utiliza-se do processo de repetição para reforçar os conceitos.	Positivo	O estudo apresentou como resultado um tablet de baixo custo que complementam o ensino fundamental para alunos cegos.
E16	Facilitação na execução de testes com interfaces vibro-táteis.	Kit de ferramentas de prototipagem vibro-tátil.	<i>Hardware</i> projetado para suportar um alto número de atuadores baseados em mini motores elétricos do tipo DC e um <i>software</i> multiplataforma com vistas a auxiliar no projeto e configuração de estímulos vibro-táteis.	Análises quanto a eficácia, utilidade, vantagens e desvantagens do sistema de prototipagem.	Positivo	Os resultados do estudo não só permitem a criação de novos protótipos de hardware, mas também oferecem um kit de ferramentas de <i>software</i> para projetar e gerenciar os estímulos táteis.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E17	Entrega de <i>feedback</i> háptico a usuários de um jogo de tênis através do uso de inferência probabilística.	Sistema de telepresença háptica	<i>Mouse</i> com um vibrador lateral que converte o sinal de áudio em vibrações.	Experimento com três jogos de 120 segundos estimulados por altos, médios e baixos níveis de <i>feedback</i> do sistema.	Positivo	O estudo apresentou o <i>feedback</i> háptico como meio facilitador quanto a formação de imagens mentais do jogo.
E18	Conversão automática de <i>eBooks</i> para Braille por meio de um terminal tátil.	<i>Display</i> gráfico tátil	Sistema composto por 60 <i>taxels</i> piezoelétricos gerenciados por um módulo de computador (TS-7500).	Procedimentos experimentais realizados para determinar as condições que permitem obter a melhor desempenho do <i>taxel</i> piezoelétrico.	-	O estudo apresenta vantagens significativas na utilização dos atuadores piezoelétricos em comparação aos motores eletromagnéticos usuais quanto a: tamanho, compacidade, estrutura simples e curso variável.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E19	Promoção de controle quanto a visualização de gráficos táteis complexos.	Display gráfico tátil	-	Experimento com três diferentes formas de exibição: ilustração estática com a representação detalhada; ilustração dinâmica, com alternância entre representações dispersa e detalhadas ao pressionar um botão; e ilustração dinâmica com alternância da representação detalhada para a dispersa à medida que a velocidade de exploração atinge um limite.	Positivo	O estudo apresentou que o controle manual é relatado com 67% de eficiência e 78% de preferência entre os entrevistados.
E20	Apresentação de gráficos acessíveis.	Interface tátil / Sistema de tele presença háptica	Tablet sensível ao toque em conjunto a uma luva tátil, o qual fornece <i>feedback</i> vibro tátil e sonoro conforme o processo exploratório.	Experimento com avaliações inerentes a usabilidade.	Positivo	-

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E21	Uso de <i>feedback</i> multimodal no jogo Simon.	Interface multimodal	-	Experimento com uma série de diferentes níveis com diferentes dificuldades de estímulos, os quais devem ser replicados na mesma ordem no jogo Simon.	Positivo	Os resultados de um estudo empírico revelaram que, quando o <i>feedback</i> háptico foi apresentado em combinação com outras modalidades, os usuários replicaram com sucesso mais sequências, em comparação com o <i>feedback</i> háptico isolado.
E22	Promoção de acessibilidade em jogos de tabuleiro às pessoas cegas e surdocegas.	Interface tátil	Dispositivo capaz de fornecer uma representação não sequencial de informações através de estímulos com corrente anódica ou catódica, de modo a gerar diferentes sensações na pele do usuário.	Experimento com a realização de 45 tarefas, organizadas em 3 grupos de 3 execuções, de modo que cada execução consistisse em 5 execuções de tarefas subsequentes.	Positivo	O estudo apresentou média de 86,14 ± 5,52% de aproveitamento na realização das tarefas.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E23	Exploração do uso de <i>feedback</i> através de uma abordagem do popular jogo de Tennis às pessoas com deficiência visual.	Interface multimodal	-	Experimento com dois grupos de testes: O primeiro grupo jogou somente a versão com um estímulo (áudio), enquanto o segundo com ambos os estímulos (tátil/áudio). O desempenho dos jogadores foi analisado utilizando o CCPL.	Positivo	O estudo apresentou possíveis dificuldades no tocante a codificação multimodal de <i>exergames</i> mais complexos, devido à resolução temporal e espacial limitada do áudio e <i>feedback</i> tátil.
		Interface sonora			Negativo	
E24	Manipulação de informações disponíveis visualmente em tela através de sensações táteis programáveis.	Interface háptica	O sistema é constituído de oito <i>bimorph</i> piezoelétricos distribuídos em duas fileiras de hastes de 0,5 mm de diâmetro.	Experimento com o dispositivo para identificação de ícones táteis.	Positivo	-

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E25	Navegação em ambientes virtuais bidimensionais através da combinação do som espacial em conjunto com <i>feedback</i> de força e o <i>mouse</i> háptico.	Interface tátil	O <i>joystick</i> de <i>feedback</i> de força (Logitech Wingman StrikeForce 3D)	Experimentos quanto a validação da usabilidade dos modos de navegação.	Negativo	Os resultados mostraram que a eficiência e a usabilidade da solução são comparáveis à exploração tátil de modelos de papel físico de um ambiente.
		Interface háptica	O <i>mouse</i> háptico com pequenos geradores de vibrações ativados quando sob repouso da mão.		Positivo	
		Interface sonora	Áudio espacial é baseado na simulação de fenômenos de distribuição de som a partir de pistas auditivas.		Positivo	

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E26	Compartilhamento de gráficos táteis.	Display gráfico tátil	Par de terminais equipados com <i>display</i> gráfico tátil binário atualizável e uma caneta ultrassônica. A área da tela gráfica tátil mede 144 mm por 96 mm, incluindo 1536 pinos dispostos em uma matriz de 48 por 32.	Experimento similar ao "jogo por telefone" usando desenhos táteis.	Negativo	Os resultados do estudo mostram dificuldades em transmitir certas formas devido a questões de resolução.
E27	Avaliação de problemas de acessibilidade em jogos de tabuleiro.	Revisão da Literatura	Avaliação quanto a questões de acessibilidade através de um conjunto de 8 categóricas. Cada jogo recebe uma discussão completa para cada categoria e então uma recomendação subjetiva é dada. Os valores numéricos são usados para calcular médias e desvios-padrão.	-	-	O estudo tem como premissa o desenvolvimento de um conjunto de Diretrizes de Acessibilidade para Mesa (TTAG), que acompanhará o desenvolvimento e a disseminação das Diretrizes de Acessibilidade para Jogos.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E28	Projetos de <i>softwares</i> com suporte a desenhos táteis.	Revisão da Literatura	Investigação quanto a projetos de <i>softwares</i> com suporte a desenhos táteis, bem como, uma análise com vistas a extração de requisitos e recomendações.	Questionários quanto a validação dos requisitos.	Positivo	O estudo apresentou como resultado deste processo, 35 requisitos, os quais permitem que os desenvolvedores identifiquem fatores cruciais para um aplicativo de desenho e ponderem os fatores de custo-benefício para recursos.
E29	Promoção de interações físicas dinâmicas, exibição de formas, interações não dominantes com as mãos e notificações hápticas expressivas.	Interface háptica	Dispositivo com comunicação <i>Bluetooth</i> com o celular, o qual gerencia as posições dos pinos através de atuação piezoelétrica. Este consiste em dois componentes, um corpo móvel personalizado e uma haste vibratória, a qual opera em uma faixa de frequência específica de 65 a 85 kHz.	Experimentos quanto a percepção do uso da interface.	Negativo	Os experimentos psicofísicos forneceram resultados que sugerem a necessidade de diferentes abordagens de controle para cenários de bolso e de mão, bem como, a preposição futura quanto à implementação de outros modelos de atuadores.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E30	Facilitação quanto a inserção de pessoas com deficiência visual no processo de criação e manipulação de objetos gráficos.	Interface multimodal	Utilização de <i>softwares</i> de código aberto <i>OpenOffice</i> e <i>LibreOffice</i> , bem como, uma tela tátil binária dinâmica (BrailleDis 7200) integrada ao <i>feedback</i> de áudio através da conversão de texto para fala (TTS).	Experimentos quanto as funcionalidades da interface.	Positivo	O estudo propõe a condução de um estudo em cenário real a fim de avaliar a usabilidade e acessibilidade da abordagem de colaboração.
E31	Criação, conversão automática e a distribuição de materiais educacionais inclusivos por meio de ambiente destinado aos educadores.	<i>Display</i> gráfico tátil	Sistema de tecnologia assistencial educacional baseado em um <i>display</i> gráfico tátil binário (8x8).	Experimentos quanto as funcionalidades da interface.	Positivo	-
E32	Validação quanto a usabilidade, bem como, a qualidade dos artefatos gerados pelo <i>Tangram Workstation</i> .	Relatório	-	Experimento / questionário quanto ao <i>feedback</i> do sistema, fluxo de trabalho, vantagens e desvantagens do sistema.	Positivo	A baixa resolução da interface fora um dos pontos criticados pelos especialistas.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E33	Promoção de conforto e segurança durante sua operação.	Atuador	O dispositivo consiste em um atuador eletricamente acionado, que pode gerar movimento vibratório em pequena escala ou deslocamento linear. O <i>design</i> é baseado no princípio de Pascal.	Testes laboratoriais quanto a avaliação do desempenho do dispositivo, sendo: respostas de tensão, respostas de frequência e respostas de força.	Positivo	O estudo apresentou como resultados deslocamentos de cerca de 330 m a 7 kV, cerca de 120 m a 10 Hz e forças de até 40 mN com deslocamentos que variam de 200 a 350 m.
E34	Promoção de interações dinâmicas com objetos passivos.	Sistema de telepresença háptica	<i>Display</i> com suporte a atuação 2.5D. Constitui-se de 150 placas dispostas em 15 linhas verticais. O sistema possui uma taxa de atualização de 60 Hz e cada pino pode exercer uma força de 1,08 N. utiliza uma câmera de profundidade montada 1200 mm acima da superfície com resolução de 640 × 480 <i>pixels</i> para rastrear as mãos e objetos o sistema.	Experimentos quanto a manipulação de modelos 3D sob a superfície, ícones táteis contínuos e atuação de dispositivos interativos na superfície como meio de interface com o usuário.	-	-

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E35	Uso de micro atuadores magnéticos integrados para dispositivos de exibição tátil.	Atuador	Dispositivo de exibição tátil composto por uma matriz de 4 micro atuadores flexíveis com uma resolução de 2 mm e taxa de frequência de 300 Hz. Cada atuador é composto por uma membrana elastomérica atuada magneticamente pela interação de uma bobina-ímã e fornece forças de cerca de até 2,5 mN.	Testes laboratoriais e experimentos para determinar a performasse e a percepção do dispositivo, como: consumo de energia, compactação e leveza, e quanto a satisfação em termos de forças e deslocamentos fornecidos.	Positivo	-
E36	Promoção de exibição tátil compacta.	Display gráfico tátil	Módulo de exibição tátil composto por um conjunto de 16 atuadores lineares ultrassônicos piezoelétricos dispostos em uma matriz 4x4 acoplado a um mouse convencional. Este oferece uma resolução espacial de 1,5 mm e uma resolução temporal de 20 Hz.	Experimentos quanto a representação da rugosidade e representação de forma estática.	Negativo	O estudo apresentou inviável quanto a incorporação em dispositivos portáteis devido a suas restrições intrínsecas.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E37	Promoção de interação tátil às pessoas com deficiência visual por meio de uma matriz de pinos.	Interface tátil	Aplicativos que utilizam ícones táteis através do <i>mouse VTPlayer</i> ; um aplicativo de exploração de labirintos e um aplicativo de exploração de circuitos elétricos.	Experimentos quanto as funcionalidades da interface.	Positivo	O estudo apontou benefícios em ampliar o estudo dos <i>Tactons</i> como um método de transferência de informações para usuários de computador com deficiência visual.
E38	Promoção de <i>feedback</i> ativo e passivo.	Interface tátil	Matriz de atuadores eletromagnéticos, fechados em tecido, com células individualmente controláveis que se expandem e contraem a uma altura máxima de expansão de até 15 mm.	Experimentos quanto a identificação de dois fatores na interface: material (<i>BubbleWrap</i> ou espuma física) e firmeza (duro, médio, macio).	Positivo	A tecnologia apresentou desvantagens, como o alto consumo de energia e peso elevado.
E39	Exibição tátil para pessoas com deficiência visual baseado em uma matriz de pinos com baixo custo, baixo peso, compatibilidade e alta portabilidade.	<i>Display</i> gráfico tátil	<i>Display</i> tátil com área efetiva de 4,32 cm ² a partir de 64 pinos táteis acionados por ligas com memória de forma com resolução espacial de 2,6 mm a uma força de tração de 300 mN em uma largura de banda de 1,5 Hz.	Experimentos quanto o reconhecimento de formas, bem como, o desempenho do dispositivo.	Positivo	O estudo apontou que formas solidas de ângulos retos como o quadrado e o triangulo obtiveram um índice de maiores acertos, bem como, as formas baseadas em contorno como o círculo e triangulo.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E40	Exibição de gráficos táteis dinâmicos.	<i>Display</i> gráfico tátil	Matriz de solenoides eletromagnéticos de 8x8, a qual pode operar com precisão em frequências de até 800 Hz, gerando uma força estática de 13 mN em seus pinos.	Experimentos quanto a exibição de padrões direcionais em movimento e exibição de formas geométricas estáticas.	Positivo	Como resultados, pode-se observar que a percepção tátil e a identificação de formas e direções geométricas exibidas na interface obtiveram aproveitamentos de: 78% para direção, 57% para contorno de formas e 32% para formas preenchidas.
E41	Facilitação quanto a criação de jogos digitais táteis em terminais de Braille para crianças com deficiência visual.	<i>Engine</i> para jogos digitais baseados em tela Braille.	Dois jogos foram desenvolvidos: <i>Snake</i> e <i>Maze</i> .	Experimentos quanto à interação com os jogos sob a interface.	Positivo	O estudo aprontou que as representações em Braille precisam ser simplificadas para entendimento dos usuários que não estão familiarizados com o mesmo.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E42	Preposição de célula Braille a base de cera de parafina.	Atuador	O protótipo possui medidas de 7 x 8.5 x 2 mm ³ com elevação vertical do pino de até 0,6 mm ao custo de 0,6 W. O tempo total de atuação de um ciclo (de cima/para baixo) foi de 50 s.	Testes laboratoriais quanto a amplitude de voltagem no pulso; altura máxima e mínima do ponto; tempo de elevação;	Negativo	Em futuras abordagens, os autores destacam um estudo acerca da utilização de outros materiais como meio de reduzir o poder médio de atuação.
E43	Utilização de bobinas de liga de memória de forma (SMA) como um atuador para telas táteis.	Display gráfico tátil	O protótipo é composto por uma matriz de pinos dispostos em 4x4. Cada pino é operado por um sistema de medição de condução, o qual através de sinais PWM fornece cursos de avanço de 0,5 mm até o movimento vertical máximo de 120 mm. O tempo médio de resposta de deslocamento entre as extremidades é de 0,8 s a 2,0 s, respectivamente, em condições de temperatura ambiente (22°C).	Testes laboratoriais quanto o desempenho do sistema.	Positivo	Os autores destacam a utilização de um método de medição usando a mudança de indução produzida pela inserção de haste metálica dentro da bobina como melhor alternativa quanto uma abordagem mais escalável.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Continuação)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E44	Utilização de atuadores baseados em micro válvulas e microbombas termo pneumáticos como meio de atuação de telas táteis.	Display gráfico tátil	Display constituído de um conjunto de atuadores dispostos em uma matriz de 4 x 4, que garantem uma área ativa de 1 cm ² .	Testes laboratoriais quanto: circuito de atuação.	Positivo	Cada atuador fora capaz de gerar um curso de deslocamento vertical de 0,7 mm com 0,01N de força de atuação. No que diz respeito à resposta dinâmica, fora relatado tempos de atualização de 15s para a exibição.
E45	Promoção de experimentos na área da psicofísica tátil por meio de interfaces táteis.	Interface tátil	Matriz quadrada composta de 100 atuadores piezoelétricos <i>bimorph</i> , os quais operam em uma largura de banda de 20-400 Hz.	Experimentos quanto a indicação de direção de movimento de cada item apresentado.	Positivo	Dentre as abordagens futuras, os autores destacam um estudo quanto a utilização desta para produção de texturas virtuais.
E46	Proporcionar a percepção de estímulos em diferentes resoluções espaciais através do uso de uma interface tátil estimuladora.	Interface tátil	100 atuadores dispostos em uma matriz quadrada, geram estímulos vibratórios de 40 Hz e 320 Hz por meio de ondas senoidais.	Experimentos com finalidade de identificar as direções dos movimentos apresentados através da interface.	Positivo	Os resultados do estudo apontaram maior recorrência na percepção dos estímulos em frequências de 320 Hz do que em 40 Hz.

Quadro 6: Triangulação ecológica dos estudos selecionados

(Conclusão)

Estudo	Problema	Artefato	Heurísticas de construção	Heurísticas de contingenciais	Resultado	Observações
E47	Integrar a combinação da sensação háptica com computação gráfica.	Interface tátil	Sistema de projeção sob uma tela flexível, deformada por atuadores, a qual converte a imagem 2D do projetor em uma imagem sólida palpável. Os atuadores são equipados com sensores de força, os quais permitem medir a força aplicada pelo usuário.	Experimentos de usabilidade quanto ao comportamento de usuários novatos do dispositivo, bem como, a avaliação de desempenho.	Positivo	Dentre as vantagens apontadas pelos autores quanto esta interface destaca-se: a interação natural usando apenas as mãos e a segurança, por esta não requerer nenhum equipamento especial. Dentre as desvantagens, enquadra-se o grau de dificuldade de implementação e a limitação na forma dos objetos que podem ser exibidos.
E48	Design de interfaces hápticas	Relatório	-	-	-	O estudo apresenta diretrizes quanto: navegação, localização de objetos, entendimento de objetos, widgets hápticos e Interação física.

Fonte: O Autor (2021)

Com relação à interação das pessoas com deficiência visual por meio das interfaces computacionais táteis/hápticas, foi possível sumarizar dentre os estudos selecionados, as principais características técnicas dos artefatos propostos (Quadro 7), bem como, os principais produtos comerciais citados (Quadro 8).

Quadro 7: características técnicas dos artefatos propostos presentes nos estudos selecionados

(Continua)

Estudo	Material	Dímetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
E01	-	-	-	12 x 12 (4x2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E02	Silicone elástico / Aço cirúrgico	1.6mm ²	-	9	20mm x 20mm	-	6mm	-	5N	40 mm/s	Servo motor (SPMSH2040L)	ATmega328	A tela consiste em uma série de painéis triangulares dispostos na forma de quadrado.
E05	-	1.5mm ²	25 mm	3x5	55mm x 100mm	-	3.5mm	-	0.32N	-	Eletromagnético (DC0410, Yong Ci Neng Co)	ATmega328	O corpo do controlador é impresso em 3D, na forma cilíndrica. Os atuadores são dispostos em 180° em arranjos de 3 por 5. Cada solenoide consome aproximadamente 0,57A a uma tensão de 6V DC.

Estudo	Material	Diâmetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
E06	-	1.5mm ²	2.5mm	120 x 60	370mm x 245mm x 60mm	4.5 kg.	-	10 Hz - 20 Hz	-	-	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	Trata-se do BrailleDis 6240. Este possui 19 elementos de controle na área frontal, 14 na traseira, todos dispostos simetricamente e em grupos, além de um teclado Braille de oito pontos.
E07	-	-	2.5mm	30x32	-	-	0.7mm	5 Hz	-	-	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	Trata-se do Hyperbraille.
E08	-	-	-	-	1400x1000 mm	-	-	-	-	-	-	-	Trata-se de um dispositivo similar a um plotter, com mecânica baseada em uma impressora 3D. O sistema emite som por meio de um alto-falante sem fio montado na cabeça de impressão, permitindo que os usuários localizem a

Estudo	Material	Diâmetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
													cabeça de impressão com base em seu sentido auditivo.
E10	-	10mm ²	0	4x4	46mm x 46mm x 39mm	-	7mm	-	0.81 N	1200 °/s	Servo motor	Adafruit 16-Channel 12-bit PWM	Tensão de trabalho de 3,7 V.
E11	-	1.893m m ²	-	4x5	-	-	2.5mm	-	15 mN	10 mm/s	Bobina eletromagnética	ARM microcontroller	O microcontrolador fornece sinal modulado por largura de pulso (PWM) por vez para cada um dos atuadores selecionáveis.
E12	-	-	2.5mm	30x32	70 mm x 81 mm x 52 mm	0.6 kg	0.7mm	5 Hz	30 cN	-	Piezoelétrico	-	Requer uma alimentação de 5V e 0,08 mA. O sistema dispõe de informações verbais, como o nome de uma rua ou estação de ônibus em resposta aos símbolos do

Estudo	Material	Dímetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
													mapa no visor sendo tocados por um dedo, por meio do TTS.
E16	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	Motor DC	ATMega32U4 16MHz	A arquitetura da plataforma oferece suporte a atuadores de forma escalonável.
E17	-	-	-	1	-	-	0.1mm	10 – 400 Hz	-	-	Solenóide eletromagnético	-	-
E18	-	2.4mm ²	-	6x2 x 10	-	-	0.7mm	5 Hz - 75 kHz	120 mN	0,64 s	Motor Piezoelétrico Linear Ultrassônico	ARM922 based CNS2132 processor (XP2 FPGA)	-
E19	-	4mm ²	15mm	2x3	-	-	-	-	-	40 mm/s	-	-	O Sistema dispõe de 3 modos de feedback: 1. Ilustração estática com a representação detalhada. 2. Alternância manual, com

Estudo	Material	Dímetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
													representações esparsas e detalhadas com o pressionar de um botão. 3. Alternância automática, com representação detalhada e esparsa conforme a velocidade de exploração atinge um limite.
E22	-	1.5mm ²	2.5mm	4x2	12mm x 80mm x 80mm	-	0.6 ~ 0.9mm	-	5 N	0.15 s	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	O sistema consiste em um mouse composto por três componentes: um sistema de vibração, dois botões nas laterais e uma célula Braille na parte superior do periférico.
E24	plástico	8.7mm x 6.4mm	0.5mm	-	-	-	-	-	-	-	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	-

Estudo	Material	Dímetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
E26	-	0.7mm ²	3mm	32x48	144mm x 96mm	-	-	-	-	-	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	-
E29	-	3mm ²	-	24x1	67.5mm x 130 mm x 36.5 mm	-	-	-	-	12 mm/s	Servo Motor	-	O dispositivo se comunica com o smartphone via Bluetooth LE e comanda as posições dos pinos por meio de sinais PWM. Assim, para 40 atuadores piezoelétricos, é necessário um total de 3A a 10V, com consumo máximo de energia de 30 W.
E29	-	3.125m m ²	-	40x1	62mm x 127mm x 24.2mm	-	2.5mm	-	-	30 mm/s	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	-
E31	-	2.8mm ²	-	64x64	250 mm x 330 mm x 800mm	-	-	-	-	3.2 s	-	-	-
E32	-	1.5mm ²	2.5mm	120 x 60	-	-	-	10 Hz - 20 Hz	-	-	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	A manipulação dos elementos é

Estudo	Material	Dímetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
													realizada a partir dos botões dispostos no BrailleDis 7200.
E33	-	1.5mm ²	-	-	5 mm × 5 mm × 2 mm	-	4mm	3 – 10 Hz	40 mN	-	-	-	-
E34	Poliestireno	9.525m m ²	3.175 mm	30x30	381mm × 381 mm	-	100m m	60 Hz	1.08 N	0.644 mm/s	Atuadores mecânicos	ATMega 2560 10-bit	-
E36	-	0.5mm ²	1.5mm	4x4	-	-	0.4mm	0 - 20 Hz	-	20 mm/s	Motor Piezoelétrico Linear Ultrassônico	ATMEGA1 28	-
E37	-	1mm ²	1mm	4x4 x 2	-	-	-	-	-	-	-	-	VTPlayer mouse
E38	camada têxtil	-	-	4x4	-	-	5mm	-	-	-	solenóide magnético de Neodymium (NdFeB)	ATMEGA1 28	O dispositivo dispõe de 16 saídas digitais que geram sinais de modulação por largura de pulso (PWM) que acionam cada atuador, por meio de transistores de potência. O protótipo usa 12V em 1A.

Estudo	Material	Diâmetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
E39	PVC	1.5mm ²	2.6mm	8x8	80mm ³	200 g	0.9mm	1.5 Hz	300 mN	-	<i>SMA shape memory alloys</i>	-	O custo do protótipo é de \$ 200.
E40	-	2mm ²	5mm	8x8	126mm x 76mm x 17.8mm	-	-	270 Hz - 800Hz	13 mN	-	solenóide magnético	TMS320F2810	O sistema fora projetado para ser genérico e re-configurável. Atualmente, quatro placas de alimentação semelhantes, cada uma suportando 32 drivers de alimentação PWM, estão disponíveis.
E43	ABS	7mm ²	-	4x4	-	-	1mm~120m	-	-	0,8s	<i>SMA shape memory alloys</i>	-	Um sinal PWM é utilizado para acionar uma chave FET que ajusta a tensão média aplicada ao SMA.
E44	-	0.7mm ²	2.54m	4x4	-	-	-	30 Hz	-	-	MEMS	-	-
E45	PTFE	0,8mm ²	1mm	10x10	-	-	0,53m	20 – 400 Hz	-	-	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	8 bits	-

Estudo	Material	Dímetro do pino	Distância entre os pinos	Resolução	Tamanho	Peso	Elevação do pino	Taxa de atualização	Força	Tempo de resposta	Atuador	Processador	OBS
E46	-	1mm ²	~0	10x10	-	-	-	25-400 Hz	-	-	Piezoelétrico (<i>bimorph</i>)	-	-
E47	Borracha / nylon	-	-	6x6	24mm X 240 mm	-	40~80 mm	-	-	100 mm/s	Motor DC	-	-
E47	-	8mm ²		6x6	50mm X 50mm		18mm	7Hz	1.18 N	250 mm/s	Servo Motor	-	-

Quadro 8: Sistemas comerciais de feedback tátil/háptico presentes nos estudos selecionados

(Continua)

Classe	Produto	Fabricante	Informações
Matriz tátil	<i>Optacon</i>	<i>Telesensory Systems</i>	Resolução: 24x6 Atuação: Piezoelétrico <i>Bimorph</i>
Matriz tátil	<i>Blitab</i>	<i>Blitab Technology</i>	Resolução: 14x23 (células de 6 pontos)
Matriz tátil	<i>Graphiti</i>	<i>Orbit Research</i>	Resolução: 60x40 Interface <i>Touch</i> Conexão: USB / SD / <i>Bluetooth</i> Teclado estilo Perkins <i>Feedback</i> Háptico (Vibração) Atuação: Piezoelétrico <i>Bimorph</i>
Matriz tátil	<i>Tactile2D</i>	<i>Metec</i>	Resolução: 48x39 Espaço entre pontos: 2.5mm Força nominal: 30 cN Interface <i>Touch</i> de 10 pontos Teclado estilo Perkins Conexão: <i>Bluetooth</i> , WiFi, USB Alto-falantes Estéreo Embutidos / Conexão com Fones de ouvido Bateria: 3.7 V <i>Lithium-Ion</i> (6800 mA) Atuação: Piezoelétrico <i>Bimorph</i>
Matriz tátil	<i>HyperBraille F</i>	<i>Metec</i>	Resolução: 104x60 Espaço entre pontos: 2.5mm Força nominal: 30 cN Interface <i>Touch</i> de 5 pontos Conexão: <i>Bluetooth</i> , USB Alimentação: 12 V (4A) Atuação: Piezoelétrico <i>Bimorph</i>
Matriz tátil	<i>Blindpad</i>	<i>EPFL</i>	Resolução: 12x16 Taxa de atualização: 10 ms Espaço entre pontos: 8 mm Curso vertical: 0,8 mm Força de retenção: 200 mN
Matriz tátil	<i>DotView DV-1 / DV-2</i>	<i>KGS Corporation</i>	Resolução: 24 X 32 / 32 X 48 Espaço entre pontos: 3 mm / 2.4 mm
Linha Braille	<i>BrailleSense Polaris</i>	<i>Hims</i>	Resolução: 32 (células de 6 pontos) Teclado estilo Perkins Sistema operacional: Android

Quadro 8: Sistemas comerciais de feedback tátil/háptico presentes nos estudos selecionados

(Conclusão)

Classe	Produto	Fabricante	Informações
Linha Braille	<i>BrailleSense U2</i>	<i>Hims</i>	Resolução: 32 (células de 6 pontos) Teclado estilo Perkins Tela LCD Integrada Conectividade: <i>Ethernet /Wi-Fi / 3G</i>
Mesa tátil	<i>IVEO</i>	<i>ViewPlus Technologies</i>	Sensível ao toque no reconhecimento de formas em relevo com respostas em áudio; Saída para a linha Braille; Processamento de conteúdos vetoriais no formato SVG; Altura: 3,8 cm Largura: 35,5 cm Comprimento: 42,3 cm Peso: 3,8 kg Conexão: USB
Mesa tátil	<i>Talking Tactile Tablet (TTT)</i>	<i>Touch Graphics</i>	Sensível ao toque no reconhecimento de formas em relevo com respostas em áudio; Conexão: USB
Sistema de <i>feedback</i> háptico	<i>Touch</i>	<i>3D Systems</i>	Resolução: 450dpi ~0.055 mm Força nominal nos Eixos: x (1.26 N/mm) y (2.31N/mm) z (1.02 N/mm) Conexão: USB
Sistema de <i>feedback</i> háptico	<i>Phantom Premium</i>	<i>3D Systems</i>	Resolução: 1000 dpi/~0.02mm Força nominal nos Eixos: x, y, z, Tx, Ty, Tz Conexão: Porta Paralela
Sistema de <i>feedback</i> háptico	<i>BrainPort Vision Pro</i>	<i>Wicab</i>	Resolução: 394 eletrodos
Sistema de <i>feedback</i> háptico	<i>Wingman StrikeForce 3D</i>	<i>Logitech</i>	<i>Joystick</i> com <i>feedback</i> de força Múltiplas posições do punho Botões programáveis Conexão: USB
Sistema de <i>feedback</i> háptico	<i>FEELit mouse</i>	<i>SensAble Technologies</i>	Força máxima de 10 N (força contínua de 1,5 N) largura de banda (1.000 Hz) <i>feedback</i> tátil extremamente nítido

Fonte: O Autor (2020)

Quanto às tecnologias de atuação apresentadas nos estudos selecionados, é possível elencar a recorrência dos tipos: piezoelétricos, seguido dos eletromagnéticos, eletromecânicos, liga de memória, eletroativos, eletro-reológicos e pneumáticos e termo pneumáticos. Fator que demonstra consonância com o mercado, onde a utilização de atuadores piezoelétricos demonstra-se propenso.

No que se refere aos métodos de avaliação realizados pelos estudos, destaca-se os testes de usabilidade com maior recorrência, seguido por experimentos de identificação, classificação por similaridade, sessões práticas guiadas por entrevista e aplicação de questionários. Já com relação à validação de tecnologias, destacam-se os testes laboratoriais instrumentados realizados em bancada.

Com relação às avaliações realizadas, dentre os 48 estudos selecionados, 34 apresentaram avaliações realizadas por usuários reais, resultando em uma média de 12 usuários por estudo, com idades entre 21 e 34 anos. A Tabela 2 expressa a síntese da relação de usuários avaliados.

Tabela 2: Relação de usuários avaliados por estudo

(Continua)

Estudo	Qtd. de avaliados	Idade média	Sexo		Cego	Baixa visão
			M	F		
E01	25	-	-	-	15	10
E02	22	~29	12	10	-	-
E05	10	23 a 37	7	3	-	-
E06	12	20 a 46	6	6	-	-
E07	61	12 a 61	-	-	19	20
E08	6	-	4	2	5	1
E10	18	21 a 30	12	6	-	-
E11	10	19 a 31	6	4	-	-
E12	8	~32	4	4	8	-
E17	8	21 a 38	6	2	-	-

Tabela 2: Relação de usuários avaliados por estudo

(Conclusão)

Estudo	Qtd. de avaliados	Idade média	Sexo		Cego	Baixa visão
			M	F		
E19	9	> 9	5	4	9	
E20	8	-	-	-	-	-
E21	10	20 a 30	-	-	2	-
E22	14	15 a 61	8	6	-	-
E23	13	~12	9	4	13	
E24	6	-	-	-	-	-
E25	4	-	-	-	-	-
E26	2	-	1	1	-	-
E28	6	28 a 54	4	2	6	-
E29	10	23 a 31	8	2	-	-
E30	4	-	-	-	4	
E31	10	-	-	-	10	10
E32	8	22 a 59	4	4	4	-
E35	7	-	-	-	-	-
E36	8	23 a 28	-	-	-	-
E37	29	24 a 48 / 18 a 29	-	-	10	10
E38	12	22 a 35	10	2	-	-
E39	5	~26	-	-	-	-
E40	10	~25	7	3	-	-
E45	8	21 a 29	-	-	-	-
E46	8		6	2	-	-
E47	9	22 a 24	7	2	-	-
E48	32	-	-	-	9	-

Fonte: O Autor (2020)

Apêndice C

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO: Entrevistas com grupo
exploratório**

Você está sendo convidado a participar de forma voluntária na pesquisa de mestrado intitulada “INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos”. A pesquisa faz parte do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, orientado pelo Prof. Dr. Régio Pierre da Silva.

O objetivo geral da pesquisa consiste em propor aportes metodológicos sistematizados para o projeto de interfaces computacionais multimodais, com base no design centrado no usuário e em mapeamento tecnológico, de modo que estas contribuam para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

Para tanto, serão realizados os seguintes procedimentos: a) Entrevistas, para compreender quais exigências são pretendidas pelos usuários quanto ao futuro produto, bem como suas expectativas; b) Diagrama de afinidade para a sistematização de diretrizes, recomendações e princípios de design para a promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual, por intermédio do canal tátil e sonoro.

Um dos procedimentos que contribui para alcançar o objetivo é a sua participação nas entrevistas. Trata-se de uma técnica que permite ao pesquisador, conhecer as experiências, opiniões e preferências dos usuários sob determinado assunto, produto ou sistema. A sessão terá uma duração de aproximadamente 60 minutos, e irá ocorrer de forma remota, por meio das ferramentas: Google Meet¹ e Google Docs². O pesquisador participará da sessão, podendo esclarecer qualquer dúvida.

O benefício direto da sua participação nesse estudo consiste na geração de conhecimento que irá auxiliar no desenvolvimento de uma sistemática projetual com vistas à geração de aportes metodológicos, que contribuam para ao alcance de níveis satisfatórios de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual. A ferramenta irá contribuir para propiciar vivências culturais e socialização às pessoas com deficiência em atividades de jogos digitais.

¹ <https://workspace.google.com/intl/pt-BR/products/meet>

² <https://workspace.google.com/intl/pt-BR/products/docs/>

Os riscos ao participar da pesquisa são constrangimentos durante a atividade, bem como, a ocorrência de falhas ou quedas de conexão com a internet e/ou energia elétrica durante a realização das atividades e possíveis dificuldades quanto à operação das ferramentas propostas. Os pesquisadores objetivam manter o mínimo de riscos possíveis. Para tanto, estão previstas as seguintes medidas por parte dos pesquisadores: a) não haverá a manipulação de objetos físicos, bem como contatos pessoais; b) assegura-se o sigilo acerca da identidade e das imagens do participante; c) não haverá custos na participação; d) os dados coletados serão confidenciais e usados apenas para fins de pesquisa com publicação em relatório e em artigos relacionados; e) a participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento ou desistir da atividade quando desejado; f) o participante recebe uma via do termo de consentimento assinado como garantia legal. g) o participante recebe os contatos do pesquisador e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Lembrando que a sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação aos pesquisadores responsáveis e sua instituição. A sua participação na pesquisa não acarretará quaisquer ônus financeiros. A fim de preservar a privacidade dos participantes, serão adotados códigos alfanuméricos para identificá-los nos registros e, quando necessário, em publicações.

Quaisquer informações ou esclarecimentos adicionais podem ser obtidos diretamente com os pesquisadores responsáveis e com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) por meio dos contatos:

- a) Régio Pierre da Silva: e-mail regio@ufrgs.br e telefone (51) 3308-4258;
- b) Jason Scalco Piloti: e-mail jason.piloti@ufrgs.br e telefone (51) 3308-3438.
- c) CEP/UFRGS: e-mail etica@propesq.ufrgs.br e telefone (51) 3307-3738.

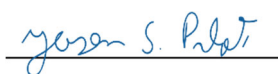
Eu, _____,

abaixo assinado (a), concordo em participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada “INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos” realizada pelo pesquisador Jason Scalco Piloti. Declaro que fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre as avaliações e os procedimentos nele envolvidos, assim como os benefícios e riscos decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento.

Atesto também que recebi uma cópia assinada deste termo.

Data: ____ / ____ / ____

Assinatura do participante



Jason Scalco Piloti

Pesquisador – Mestrado PGDesign/UFRGS

Apêndice D

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO: Diagrama de afinidade
com grupo confirmatório**

Você está sendo convidado a participar de forma voluntária na pesquisa de mestrado intitulada “INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos”. A pesquisa faz parte do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, orientado pelo Prof. Dr. Régio Pierre da Silva.

O objetivo geral da pesquisa consiste em propor aportes metodológicos sistematizados para o projeto de interfaces computacionais multimodais, com base no design centrado no usuário e em mapeamento tecnológico, de modo que estas contribuam para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

Para tanto, serão realizados os seguintes procedimentos: a) Entrevistas, para compreender quais exigências são pretendidas pelos usuários quanto ao futuro produto, bem como suas expectativas; b) Diagrama de afinidade para a sistematização de diretrizes, recomendações e princípios de design para a promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual, por intermédio do canal tátil e sonoro.

Um dos procedimentos que contribui para alcançar o objetivo é a sua participação na atividade diagrama de afinidade. Trata-se de uma técnica utilizada para organização de itens em grupos lógicos. A sessão terá uma duração de aproximadamente 120 minutos, e irá ocorrer de forma remota, por meio das ferramentas: Google Meet¹ e Google Docs². Nesta técnica projetistas e representantes dos usuários trabalham em conjunto a fim obter consenso sobre a organização dos itens elencados por esta pesquisa. O pesquisador estará presente durante a sessão para esclarecer qualquer dúvida.

O benefício direto da sua participação nesse estudo consiste na geração de conhecimento que irá auxiliar no desenvolvimento de uma sistemática projetual com vistas à geração de aportes metodológicos, que contribuam para ao alcance de níveis satisfatórios de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas

¹ <https://workspace.google.com/intl/pt-BR/products/meet>

² <https://workspace.google.com/intl/pt-BR/products/docs/>

com deficiência visual. A ferramenta irá contribuir para propiciar vivências culturais e socialização às pessoas com deficiência em atividades de jogos digitais.

Os riscos ao participar da pesquisa são constrangimentos durante a atividade, bem como, a ocorrência de falhas ou quedas de conexão com a internet e/ou energia elétrica durante a realização das atividades e possíveis dificuldades quanto à operação das ferramentas propostas. Os pesquisadores objetivam manter o mínimo de riscos possíveis. Para tanto, estão previstas as seguintes medidas por parte dos pesquisadores: a) não haverá a manipulação de objetos físicos, bem como contatos pessoais; b) assegura-se o sigilo acerca da identidade e das imagens do participante; c) não haverá custos na participação; d) os dados coletados serão confidenciais e usados apenas para fins de pesquisa com publicação em relatório e em artigos relacionados; e) a participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento ou desistir da atividade quando desejado; f) o participante recebe uma via do termo de consentimento assinado como garantia legal. g) o participante recebe os contatos do pesquisador e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Lembrando que a sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação aos pesquisadores responsáveis e sua instituição. A sua participação na pesquisa não acarretará quaisquer ônus financeiro. A fim de preservar a privacidade dos participantes, serão adotados códigos alfanuméricos para identificá-los nos registros e, quando necessário, em publicações.

Quaisquer informações ou esclarecimentos adicionais podem ser obtidos diretamente com os pesquisadores responsáveis e com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) por meio dos contatos:

- a) Régio Pierre da Silva: e-mail regio@ufrgs.br e telefone (51) 3308-4258;
- b) Jason Scalco Piloti: e-mail jason.piloti@ufrgs.br e telefone (51) 3308-3438.
- c) CEP/UFRGS: e-mail etica@propesq.ufrgs.br e telefone (51) 3307-3738.

Eu, _____,

abaixo assinado (a), concordo em participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada “INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos” realizada pelo pesquisador Jason Scalco Piloti. Declaro que fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre as avaliações e os procedimentos nele envolvidos, assim como os benefícios e riscos decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento.

Atesto também que recebi uma cópia assinada deste termo.

Data: ____ / ____ / ____

Assinatura do participante



Jason Scalco Piloti

Pesquisador – Mestrado PGDesign/UFRGS

Apêndice E

CARTA CONVITE

CONVITE PARA PARTICIPAR DE PESQUISA

Você está sendo convidado a participar de forma voluntária na pesquisa de mestrado intitulada “INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos”. A pesquisa faz parte do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS, orientado pelo Prof. Dr. Régio Pierre da Silva.

O objetivo geral da pesquisa consiste em propor aportes metodológicos sistematizados para o projeto de interfaces computacionais multimodais, com base no design centrado no usuário e em mapeamento tecnológico, de modo que estas contribuam para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

Caso haja interesse na participação da pesquisa, em anexo encontra-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), documento que contém mais informações sobre a pesquisa. Se após a leitura do Termo de Consentimento você decidir participar da pesquisa, responda a este remetente com o mesmo devidamente assinado, ou mesmo informando seu consentimento.

Agradecemos o seu tempo e atenção.

Jason Scalco Piloti

Pesquisador – Mestrado PGDesign/UFRGS

Régio Pierre da Silva

Orientador – Mestrado PGDesign/UFRGS

Apêndice F

ROTEIRO PRÉVIO DE ENTREVISTAS COM GRUPO EXPLORATÓRIO

Quadro 1: Roteiro prévio de entrevistas com grupo exploratório

(Continua)

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome?
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade?
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação?
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ?
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (<i>smartphone</i> , console, PC, outras)
SUJEITO - Conceitos chave	Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (<i>O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?</i>)
SUJEITO - Conceitos chave	Qual a sua percepção sobre usabilidade? (<i>O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?</i>)
SUJEITO - Conceitos chave	Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?

(Continuação)

MEIO – Inclusão	Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?
MEIO – Inclusão	Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?
OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso	Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?
OBJETO – Recursos de acessibilidade	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. <i>(1 mais importante, 9 menos importante)</i></p> <p>() Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>() Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>() Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p>

	<p>() Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>() Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>() RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>() Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>() MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>() Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
--	--

(Conclusão)

OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso	Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.
OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso	Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?
OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características	Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?
OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características	Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)
Recomendações	Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?

Fonte: O Autor (2021)

Apêndice G

**ROTEIRO PRÉVIO DE EXECUÇÃO DO DIAGRAMA DE AFINIDADE COM
GRUPO CONFIRMATÓRIO**

Quadro 1: Roteiro prévio de execução do diagrama de afinidade com grupo confirmatório

Sujeito	Atividade	Ferramenta
Pesquisador	Elaborar uma declaração específica da questão a ser considerada.	Google Docs
Pesquisador	Registrar os dados obtidos em quadros pré-categorizados	Google Docs
Pesquisador	Reunir o grupo em uma sala virtual de bate papo em data e horário pré-agendado	Google Meet
Pesquisador / Grupo Focal	Relacionar / Pontuar / Discutir / Hierarquizar: Dados, categorias e temas	Google Meet / Google Docs
Pesquisador	Gerar relatório	Google Docs

Fonte: O Autor (2021)

Apêndice H

CONDUÇÃO DAS ENTREVISTAS COM GRUPO EXPLORATÓRIO

Quadro 1: Condução de entrevista exploratória com Sujeito A

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito A</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>35 anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Incompleto</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input checked="" type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input checked="" type="checkbox"/> Programador <input type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado destaca sua experiência nos jogos digitais como ampla, abrangendo tanto o ponto de vista como usuário, sendo considerado um jogador moderado, quanto como desenvolvedor de jogos digitais.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras)

	<i>Smartphone e PC.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>Aos olhos do entrevistado, a acessibilidade abre portas a um novo mundo às pessoas que de alguma forma enfrentam barreiras por suas deficiências. E se tratando dos jogos digitais, em suas palavras “isso se expande imensuravelmente”.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado destaca que a usabilidade se resume na facilidade do usuário compreender a mensagem que está sendo transmitida a ele. Em sua opinião, a usabilidade busca a diminuição da curva de aprendizagem entre o usuário e o meio. Quanto aos jogos digitais, o entrevistado exemplifica a aplicabilidade do modelo perfeito de usabilidade através dos jogos hiper casuais, os quais não fazem uso de tutoriais ou quaisquer explicações, sendo facilmente compreendidos por seus usuários.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Como você vê o emprego da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado destaca como promissora, frente todas as dificuldades que às pessoas com deficiência enfrentam ao adentarem o mundo digital.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>No ponto de vista do entrevistado, considerando-se leigo no quesito “acessibilidade”, o mesmo pontua a falta ou desconhecimento de dispositivos (hardware) no mercado que promovam acessibilidade em jogos digitais como principal défice. Em suas palavras: “estes não chegam aos desenvolvedores de jogos”.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma</p>

	<p>efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>O entrevistado pontua uma possível falta de empatia, ou negligência por parte do mercado, em estimar que não se tenha público para justificar acréscimo no orçamento, ou mesmo a busca por este conhecimento em suas equipes de desenvolvedores. Também destaca dificuldades em se adaptar “mecânicas tradicionais”, que utilizam do apelo visual como principal meio, de modo a torná-las acessível.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado destaca desconhecimento no sistema braille ou mesmo em periféricos (hardware) voltados a promoção de acessibilidade as pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais. Quanto a recursos de acessibilidade nos jogos em si, pontua a presença de legendas e narrações.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. (1 mais importante, 9 menos importante)</p> <p>(7) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(2) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p>

<p>(6) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(8) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(4) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(1) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(9) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(5) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(3) Simuladores</p>

	<p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>O entrevistado enfatiza sua afirmação, discorrendo que estes adicionam mais camadas quanto a interação do usuário com o mundo digital, de modo a enriquecer a experiência.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua ter apenas conhecimento de recursos hápticos (vibração) em joysticks, como os controles do Playstation 5 e do Nintendo Switch.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>Para o entrevistado poder transpor características através do tato como: noção espacial e sensações térmicas são de suma relevância. Ainda, o mesmo destaca a possibilidade de se ter no mesmo dispositivo, inputs e outputs com jogo.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>O entrevistado pontua a utilização do tato para representação mental do cenário e navegação e espacial, bem como a utilização do áudio como meio de guiar e informar o jogador de ações ou perigos. Também destaca a importância de se ter elementos de jogo que deixem de forma balanceada a jogabilidade entre pessoas com deficiência ou não.</i></p>

Recomendações	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado destaca a importância de que além da disponibilidade de periféricos que promovam a acessibilidade em jogos digitais, se tenha também recursos/tutoriais que propiciem aos desenvolvedores integrá-los facilmente a seus jogos.</i></p>
---------------	--

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 2: Condução de entrevista exploratória com Sujeito B

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito B</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>29 Anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Completo / Pós-graduação</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input checked="" type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input checked="" type="checkbox"/> Baixa Visão <input type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado se enquadra como um jogador casual.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>O entrevistado afirma fazer uso de PC, Console e Smartphone para atividades de jogos digitais, sendo os consoles de maior recorrência.</i>

<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O Entrevistado destaca a acessibilidade como, a possibilidade de acesso a todos os recursos do jogo, independente das limitações que o usuário venha a ter (física, intelectual ou de recursos/equipamentos disponíveis). O entrevistado destaca ainda que, para que se haja acessibilidade nas atividades de jogos digitais, este deve oferecer formas alternativas de acesso às funcionalidades disponíveis. Em suma, o entrevistado enfatiza que os jogos devem oferecer autonomia ao usuário independentemente de suas limitações.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado considera a usabilidade como um meio facilitador do uso. Este destaca que suas experiências com os jogos digitais geralmente ocorrem por tentativa e erro e memorização dos passos para execução das tarefas, o que resulta em dificuldades nos primeiros usos.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado destaca como essencial a dependência de ambas para que se tenha um resultado efetivo quanto a experiência nas atividades de jogos digitais.</i></p>
<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua que: nem todas as ações possuem interação pelo teclado, sendo muitas vezes acessíveis apenas pelo mouse, o que dificulta quem não possui visão ou parte dela, ou mesmo na utilização dos leitores de tela; geralmente não há opções de personalização de volumes dos jogos, o que também infere no funcionamento do leito de telas, ou mesmo na sobreposição de informações sonoras; destaca a ausência de opção em grande parte dos jogos quanto a personalização de contrastes, ampliação de legendas ou mesmo elementos do jogo; e pôr fim a ausência de atalhos para funções do jogo.</i></p>

MEIO – Inclusão	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>O entrevistado aponta a preferência por parte da indústria nos materiais educacionais como justificativa social, quanto a inclusão do público com deficiência nos meios digitais, não considerando que, este público também tem necessidades de entretenimento. O entrevistado pontua também questões de desconhecimento do tema por parte das desenvolvedoras, onde se tem instaurado que o público de pessoas com deficiência é ífero, não justificando o investimento. Além disto, o entrevistado destaca o fato dos jogos digitais possuírem muito apelo visual, gerando uma falsa impressão por parte dos desenvolvedores quanto a impossibilidade de torná-los acessíveis.</i></p>
OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado desconhece recursos braile voltados as atividades de jogos digitais, ou mesmo outros periféricos, destacando apenas os recursos de tecnologias digitais assistiva como os leitores de tela, o qual possui contato, ou mesmo de recursos oferecidos nos jogos, estes não sendo necessariamente voltados exclusivamente a acessibilidade, mas que favorecem (ex: setas luminosas indicando caminho; narrações de ações).</i></p>
OBJETO – Recursos de acessibilidade	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. (1 mais importante, 9 menos importante)</p> <p>(1) Ação</p>

<p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(3) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(9) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(4) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(5) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(2) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(6) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo</i></p>

	<p><i>console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(8) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(7) Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>O entrevistado acredita que a pluralidade dos canais pode, sim, agregar na experiência de jogo, no entanto, destaca a dificuldade em dissertar com propriedade sobre, dada a escassez de recursos de acessibilidade presentes atualmente nos jogos. Nas palavras do entrevistado: “é difícil imaginar como pode ser feito sem ter exemplos práticos”. No entanto, destaca a questões sonora como de suma importância, bem como a opção de feedbacks táteis ou hápticos por meio de códigos.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado destaca ter conhecimento de recursos háptico apenas em jogos de luta, onde se utilizam a vibração do joystick para transpor informações de danos.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p>

	<p><i>O entrevistado, sendo ele privado da visão, destaca como essencial o uso de recursos sonoros, tendo os recursos hápticos em segundo plano.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>O entrevistado destaca a necessidade de um tutorial gradual quanto as funcionalidades do jogo ou mesmo da interface, de modo que este não gere sobrecarga mental, sendo este preferencialmente em áudio. A possibilidade de se ter narrações/descrições, tanto de ações quanto de história, cenários, personagens, etc.; A utilização de trilhas sonoras também como um canal de informação; destaca questões quanto a simplicidade dos elementos visuais, de modo que não gerem poluição visual; ainda a utilização de sinais luminosos que sirvam para guiar o jogador no cenário. Em suma, o entrevistado destaca a aplicabilidade da usabilidade e acessibilidade no mesmo contexto.</i></p>
<p>Recomendações</p>	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado propõe um escopo reduzido quanto ao desenvolvimento de jogos digitais acessíveis, de modo que se tenha jogos menores, mas em maior quantidade. Também destaca uma forte tendência na área acadêmica quanto ao foco educacional, gerando uma lacuna na área do lazer. Nas palavras do mesmo: “o deficiente não nasce só para estudar”.</i></p>

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 3: Condução de entrevista exploratória com Sujeito C

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito C</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>33 anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Completo / Especialização</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input checked="" type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado enquadra-se entre os perfis espectador e entusiasta.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>Smartphone</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (<i>O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?</i>)

	<p><i>O entrevistado vê a acessibilidade como um meio de prover acesso a um determinado produto às pessoas que, por algum motivo, não consigam usufruir do mesmo. Quanto aos jogos, destaca como um grande problema a adaptação quanto a acessibilidade nos jogos “tradicionais” em comparação aos que são concebidos desde o início com o foco de ser o mais universal o possível. Ainda, o entrevistado faz uma comparação com o desenvolvimento de produtos, onde a questão da acessibilidade é vista como nicho.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p><i>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</i></p> <p><i>Aos olhos do entrevistado, a aplicação da usabilidade relaciona-se diretamente a fácil compreensão. Nas palavras do mesmo, “quanto menos instrução melhor”. Em suma, o entrevistado considera a usabilidade como um meio de tornar o caminho até o objetivo mais simples. Já quanto ao emprego da usabilidade nos jogos, o entrevistado a vê de forma essencial, de modo que ela atue de forma natural e intuitiva, evitando frustrações por parte do usuário quanto a não compreensão de mecânicas de jogo, dentre outros fatores.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p><i>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</i></p> <p><i>Como pontua o entrevistado, a união de ambas é tida como uma quebra de barreiras quanto a promoção de experiência, de modo que esta ocorra da forma mais natural o possível, independente das limitações do usuário.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p><i>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</i></p> <p><i>Tendo uma visão externa da produção de jogos, o entrevistado vê como possível barreira, a escassez de hardware/periféricos voltados aos “inputs” dos usuários nas atividades de jogos digitais. Também pontua a falta de conhecimento das equipes de desenvolvimento quanto á questões voltadas a área de acessibilidade, onde em seu ponto de vista a uma baixa demanda em virtude ao não contato com esta realidade, ou mesmo, não sendo esta como foco principal das soluções.</i></p>

<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>O entrevistado relaciona a questão dos jogos com a maioria das áreas de desenvolvimento de produtos, onde a procura por este tipo de recurso (acessibilidade) é nichada, o que justifica o baixo interesse por parte das produtoras em desprender um orçamento destinado a isso. Também destaca o baixo interesse por parte dos órgãos governamentais no fomento de recursos/parcerias com empresas privadas a fim de estimular esta lacuna (entretenimento).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado ressalta não ter conhecimento de recursos voltados a promoção de acessibilidade nas atividades de jogos digitais.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. <i>(1 mais importante, 9 menos importante)</i></p> <p>(8) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(3) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p>

	<p>(7) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(4) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(2) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(1) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(9) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(5) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(6) Simuladores</p>
--	---

	<p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>O entrevistado enfatiza a importância tanto para pessoas com deficiência, quanto as que não possuem deficiência, onde a pluralidade dos canais enriquece a experiência. Como exemplos, destaca questões de realidade virtual, onde busca-se cada vez mais explorar questões sinestésicas como meios de agregar a experiência.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado frisa não possuir conhecimento de recursos especiais com este propósito, sendo a vibração do celular o ápice de feedback háptico que já teve contato.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>Na sua visão como designer de produto, o entrevistado pontua que a experiência se dá desde a compra do produto ao seu primeiro uso. Nesse quesito atenta a questões quanto: a facilidade de se abrir a embalagem; a montagem e conexão do periférico, seja ele com, console, PC, ou outro meio; as instruções de uso do produto e organização do cenário de utilização deste; também destaca a importância de instruir como ocorrerá os feedbacks desta interface, e como se dará o uso desta (inputs, comandos), sejam estes por botões, manivelas, touch, etc. Ainda ressalta a importância de questões de usabilidade quanto a facilidade da compreensão de cada elemento de interação da interface.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a</p>

<p>multimodalidade, características</p>	<p>acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>Para o entrevistado é necessário mecanizar os “inputs”, seja por alavancas, botões, dentre outros, de modo que estes estejam ligados diretamente com o contexto do jogo em questão. Destaca também questões de interação tátil/háptico como meio de representar informações do jogo de modo mais natural (caminhos, posições, informações do jogador) além do áudio, bem como a utilização de luzes para auxiliar usuários com baixa visão.</i></p>
<p>Recomendações</p>	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>Como designer de produto, o entrevistado atenta a se pensar no produto como um todo, desde o processo da pessoa adquirir ao seu uso final. Como frisa o entrevistado, não basta um livreto com as instruções de uso na caixa do produto, se faz necessário pensar em meios de como instruir o usuário ao uso de modo agradável e autônomo, a fim de não o frustrar no seu primeiro uso.</i></p>

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 4: Condução de entrevista exploratória com Sujeito D

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito D</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>31 anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Completo</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input checked="" type="checkbox"/> Programador <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado afirma enquadrar-se atualmente como um jogador casual, sendo no passado considerado um jogador moderado.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>O entrevistado pontua ter tido experiências passadas com PC, mas destaca no momento interagir apenas com smartphone e consoles.</i>

SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>Nas palavras do entrevistado, a acessibilidade é tida como um divisor de águas às pessoas com deficiência, onde, no quesito jogos, propicia a integração delas com a sociedade.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado destaca a usabilidade como algo fundamental. Com relação aos jogos, o mesmo pontua que está é vista como um meio de evitar frustrações por parte dos jogadores quanto a forma de interagir com o mesmo.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>Nas palavras do entrevistado, a usabilidade e a acessibilidade caminham juntas. Como destaca o mesmo, se o jogo fornecer bons níveis de usabilidade, como: poucas etapas para configuração, facilidade de acesso a menus e funcionalidades do jogo, consequentemente irá refletir em uma boa acessibilidade as pessoas com limitações, quanto sua utilização.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua como principais défices, a falta de conhecimento do tema, por parte dos desenvolvedores e produtores, onde, segundo o mesmo, não há uma preocupação quanto a inserção da acessibilidade no processo de concepção e desenvolvimento. Segundo o entrevistado, entre os principais motivos de desinteresse por parte dos desenvolvedores e produtores, está a suposição do baixo retorno orçamentário quanto a tal desprendimento.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p>

	<p><i>No ponto de vista do entrevistado, isso se dá pelo fato do tema ser maior difundido na área acadêmica do que no entretenimento, o que eventualmente resulta em “produtos” de pesquisa que chegam aos usuários. Como destaca o usuário, o tema acessibilidade não é popular, é dificilmente abordado por pessoas que não tenham contato com às pessoas com deficiência, ou atuem no meio.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado destaca não ter conhecimento do sistema Braille, ou jogos que o utilizem. Quanto a outros recursos de TA, o entrevistado elenca opções in software como: controles de velocidade, volumes, opções de alto contraste e legendas, closed captions, narrações, dentre outros, bem como a apropriação de recursos que não foram desenvolvidos para fins de acessibilidade, mas que podem ser utilizados para este propósito, como a função de vibração dos joysticks.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. (1 mais importante, 9 menos importante)</p> <p>(1) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(2) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(3) Esportes</p>

	<p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(7) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(6) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(4) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(8) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(9) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(5) Simuladores</p>
--	---

	<p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>Segundo o entrevistado, são escassos os recursos que oferecem tal pluralidade. No entanto, destaca que o emprego de vários canais agregaria de forma positiva quanto a comunicação do usuário com a interface, de modo a não saturar apenas um canal, resultando em um melhor desempenho por parte do jogador, quanto a recepção de feedbacks.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado alega conhecer apenas recursos de vibração dos joysticks para o desempenho desta função.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>Quanto a questões in software, o entrevistado destaca fundamental a presença de feedbacks sonoros, bem como a utilização de som 3D. Já quanto ao uso de periféricos, o entrevistado aponta a utilização do sentido tátil em um sistema braille. Atentando para que este seja com um tamanho reduzido, para que o usuário consiga em curto período compreender a informação fornecidas (sugere o tamanho de uma mão, de modo que o usuário tenha a outra livre para interagir com os controles). Também aponta uma possível utilização de códigos quanto a vibrações (quantidade de vibrações, durações, etc.), de modo a atender os sentidos hápticos. O entrevistado destaca a importância de se poder configurar todas as opções (funções de botões, volumes, velocidades, etc.).</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a</p>

multimodalidade, características	<p>acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>O entrevistado cita como exemplo um jogo no estilo luta, o qual através da representação tátil poderia ser transmitida de forma minimalista a informação de posição dos jogadores, bem como suas ações, como pular. Outro exemplo apontado pelo usuário se dá quanto jogos de futebol, o qual através da interface, poderia se exibir o jogador selecionado e os que estão próximos.</i></p>
Recomendações	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado sugere maior foco nas entrevistas com os jogadores com deficiência visual para melhor acuracidade nas respostas.</i></p>

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 5: Condução de entrevista exploratória com Sujeito E

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito E</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>36 Anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Completo / Especialização</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input checked="" type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado enquadra-se atualmente como um jogador moderado, sendo considerado um jogador hardcore no passado.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>Console</i>

<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado observa a acessibilidade ainda como incipiente, onde carece um desenvolvimento maior, principalmente no que tange a interação física (TA) com os jogos, onde muitas das soluções partem do próprio usuário.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado destaca que o mercado ainda impõe a máxima de que o usuário é responsável pelo seu próprio aprendizado, e neste sentido, discorre que, apesar de ter nascido em uma geração com estas características, ainda sofre dificuldades em compreender certos mecanismos modernos, o que o indaga, a respeito das pessoas com deficiência.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado aponta como incipiente, destacando que o mercado de jogos acessíveis ainda possui um foco maior na questão pedagógica. Segundo o mesmo, quando há iniciativas que busquem satisfazer questões de acessibilidade e usabilidade, estas ainda são simplórias.</i></p>
<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado aponta um desinteresse por parte das grandes desenvolvedoras em se atribuir a acessibilidade como requisito de seus projetos.</i></p>
<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>O entrevistado enfatiza a atual cultura onde, jogos acessíveis devem ser instrumentos pedagógicos, o que não necessariamente reflete o interesse por parte deste público, que também busca por lazer e entretenimento. Outro ponto abordado pelo entrevistado se dá quanto</i></p>

	<p><i>a simplicidade dos jogos acessíveis, os quais carecem de histórias ou mesmo mecânicas mais elaboradas.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado desconhece o emprego de recursos braile aos jogos digitais, porém observa como promissora a proposta, caso o jogo venha ser projetado para ter esta interação. Quanto as TA's, o entrevistado destaca a existência de vários recursos, no entanto, em sua maioria, voltados ao cunho pedagógico ou uso comum, como: leitores de tela, lupas, etc.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. <i>(1 mais importante, 9 menos importante)</i></p> <p>(3) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(1) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(9) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(2) Estratégia</p>

	<p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(5) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(4) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(6) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(7) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(8) Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
OBJETO - Recursos de acessibilidade e	Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.

multimodalidade, experiência de uso	<i>Em concordância, o entrevistado ressalta que, quanto mais informação for possível trocar entre o usuário e o objeto, maior será a experiência, consequentemente mais rica a imersão.</i>
OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado aponta um desconhecimento destes recursos. Segundo o mesmo, isso se dá em virtude do nicho que estes recursos se encontram, ou muitas vezes o custo elevado.</i></p>
OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>O entrevistado destaca o enredo/história como essencial, sendo esses, expressados por multicanais, de modo que seja possível representá-los mentalmente.</i></p>
OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>O entrevistado aponta o uso de displays táteis para representações, este alinhado a estímulos sonoros. Como exemplo cita: audiolivros, mapas e mecânicas de RPG clássicos, de modo a estimular a criação de mapas mentais.</i></p>
Recomendações	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado destaca duas questões: o livre acesso, como maneira de prover acesso a recursos de TA voltadas aos jogos para sociedade, porém, enfatiza que isso, desestimula o fomento por parte do mercado. Deste modo o entrevistado sugere para que os resultados gerados a partir deste trabalho sejam facilitados ao livre acesso, de modo a não sofrerem os preços exorbitantes que o mercado pratica no quesito TA.</i></p>

Quadro 6: Condução de entrevista exploratória com Sujeito F

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito F</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>35 Anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Completo / Pós-graduação</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado se enquadra como um jogador entusiasta.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>O entrevistado afirma fazer uso de Smartphone, console e PC.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)

	<p><i>O entrevistado observa a acessibilidade como um meio de propiciar autonomia ao usuário, de modo que está contemple o desenho universal, não sendo exclusivamente voltada às pessoas com deficiência, mas a todos. Mesmo ponto de vista quanto aos jogos, onde destaca a necessidade de o usuário com deficiência ter autonomia/independência para executar e interagir com o jogo e seus acessórios: joystick, console, mídia, etc.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado pontua usabilidade como um meio facilitador quanto ao uso. Vê seu emprego nos jogos de modo que, os usuários com e sem deficiência consigam ter experiências semelhantes e possam competir com equidade e não igualdade. No ponto de vista do entrevistado, quanto mais usável for seu jogo, maior o público que ele irá atingir.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua como essencial, visto que ambas se complementam.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado destaca que atualmente poucos são os lançamentos de jogos acessíveis; também destaca limitações ou mesmo falta de suporte por parte das engines de jogos quanto a recursos de promoção de acessibilidade; pontua ainda a falta de conhecimento sobre questões de acessibilidade por parte dos designers e programadores, ou mesmo o conhecimento das especificidades de uma pessoa com deficiência. (falta integrar a equipe pessoas com deficiência desde a concepção do jogo – não só na avaliação final do produto).</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p>

	<p><i>Segundo o entrevistado, embora alguns considerem um nicho de mercado “pequeno”, há mercado consumidor de jogos digitais acessíveis, e este, de fato não é suprido. No seu ponto de vista, o engajamento das empresas produtoras de jogos de entretenimento é frágil com a temática, onde não se há o cuidado de cobrar que o lançamento de seus títulos proporcione a inclusão do público com deficiência, o que de fato poderia ampliar o mercado da produtora. Destaca ainda que, dos jogos acessíveis que se têm disponíveis, muitos são com viés educacional, vide ao fomento em que se tem na área de pesquisa.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado destaca ter conhecimento de ações que utilizam o paradigma do braile (6 pontos) nos jogos digitais, bem como a utilização do teclado Perkins com combinações; também aponta o uso de Realidade mista, com o uso de bengalas físicas equipadas com sensores (acessório de jogo) que inferem em ambientes virtuais (Artigo: Enabling people with visual impairments to navigate virtual reality with a haptic and auditory cane simulation); A utilização do áudio 3D/Binaural para orientação, bem como recursos de Áudio Cues (ajuda de áudio) e Áudio Icons (sons referência), ainda opções de contraste (borda acentuada nos objetivos), zoom e ampliação de fonte. Destaca também que a utilização destes recursos, não favorece apenas às pessoas com deficiência, mas enriquece a experiência de todos que interagem com o meio.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. <i>(1 mais importante, 9 menos importante)</i></p> <p><i>(1) Ação</i></p>

<p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(3) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(8) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(4) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(5) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(2) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(6) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo</i></p>

	<p><i>console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(9) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(7) Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>Em acordo, o entrevistado acredita que as interfaces multimodais são essenciais para melhorar a experiência e integração ao jogo. Além disso, destaca não ser apenas um recurso para às pessoas com deficiência, mas para os demais jogadores. Ainda destaca que o uso dessas interfaces deve ser uma tendência para os próximos anos, sugerindo também a adição de outros sentidos, como o olfato. Em suas palavras: “representar o cheiro do cenário o qual está envolvido é algo que transporta o jogador para o mundo virtual”.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado cita o uso de luzes de infravermelho para promover sensações térmicas (calor), bem como o uso de motores de vibração (para simular uma colisão ou mesmo o cavalgar de um animal).</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>O entrevistado destaca a utilização do Áudio 3D como essencial para acessibilidade, visto que este ainda pode ser aprimorado/refinado.</i></p>

	<p><i>Como pontuado pelo entrevistado, embora vários trabalhos abordem tal recurso, ainda é necessário maior refinamento em sua aplicação nos jogos digitais para que se chegue o mais próximo do real o possível. Cita ainda como exemplo o jogo: The Last Of Us Part II.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>O entrevistado elenca uma série de características dentre elas: Opções de perspectiva (3D e 2D); Opções de rotações em ângulos fixados (30°, 45°, 90°, 180°, 270°, Dinâmica); Opções de uso de controles (joystick com e sem force feedback, teclado, touch, dispositivos de apontamento); A criação de perfis com configurações pré-fixadas para o usuário (Deficiente Visual Total, Baixa Visão, Sem deficiência visual, Deficiência Visual associada com outra deficiência); Opções de contraste e fonte ampliada; Navegação por rotas (pontos fixados) ou de exploração livre; Utilização de recursos de acessibilidade em áudio como: Áudio Cues (bússola, dicas), Áudio Icons (passos e colisões com texturas sonoras); Uso de Feedback Háptico (vibração, termal).</i></p>
<p>Recomendações</p>	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado sugere a realização de testes de execução automatizados (exemplo, Monkey Test), para verificar a ocorrência de bugs. Fornecer atalhos para ações do jogo. Além disso, a personalização dos avatares seria algo interessante de se implementar, fazer com que haja uma correspondência entre o avatar (deficiência do usuário) com o jogador (Movimentos, Perfil, Características, etc.).</i></p>

Quadro 7: Condução de entrevista exploratória com Sujeito G

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito G</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>39 Anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Completo + Especialização</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cego <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input checked="" type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado destaca ser um espectador.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>O entrevistado pontua não interagir com os jogos digitais, estando apenas na função de espectador, neste caso, das plataformas PC e Console.</i>

SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>No ponto de vista do entrevistado, a acessibilidade é basicamente a remoção de barreiras, sejam elas físicas, digitais e comunicacionais. Quanto aos jogos digitais, é oferecer a possibilidade de inserção do público com deficiência no mundo dos jogos digitais, dando a elas autonomia, de modo que elas recebam dos jogos as mesmas informações passadas as pessoas que não possuem deficiência. No ponto de vista do usuário, não se trata apenas em pensar em meios alternativos, mas sim, em oferecer a pessoa com deficiência o mesmo objetivo que se visa às pessoas que não possuem deficiência.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado destaca não ter propriedade quanto a questões de usabilidade, mas entende a mesma como meio facilitador de uso dentre as possibilidades e especificidades do usuário, sendo este mesmo conceito aplicado nos jogos digitais.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua que ambas são conceitos que se comunicam e se complementam, tanto em jogos digitais, como em outros artefatos. O entrevistado destaca que o uso de ambas, não propicia apenas uma sensação de poder, mas sim, de poder fazer com facilidade.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>Não sendo uma área de conhecimento amplo do entrevistado, o mesmo pontua como principal défice o fato dos jogos atuais terem apenas como foco principal o apelo visual, gerando uma dificuldade quanto a interação de pessoas que não possuem este sentido. Em suma, o entrevistado indaga como transpor todo o contexto visual para outros canais.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma</p>

	<p>efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>A percepção do entrevistado se dá quanto a visão mercadológica sobre a pessoa com deficiência visual, onde se supõem, de que, é de maior interesse para elas produtos voltados a educação/reabilitação do que ao entretenimento, onde este é visto como segundo plano, com menos prioridade na vida da pessoa com deficiência. Como destaca o entrevistado, a visão que se tem da pessoa com deficiência, o estereótipo, é de que ela precisa de ajuda e não necessariamente de lazer.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado tens conhecimento visual e não tátil do sistema braille, no entanto, não tens conhecimento do emprego dele aos jogos digitais. Quanto aos recursos de tecnologia assistiva voltados aos jogos digitais, destaca não ter conhecimento de um hardware específico para este fim, frisando apenas a utilização dos leitores de tela, tanto para dispositivos móveis quanto para PC's.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. (1 mais importante, 9 menos importante)</p> <p>(3) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(2) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões</i></p>

<p><i>definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(9) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(4) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(7) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(1) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(5) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(8) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que</i></p>

	<p><i>estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(6) Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>O entrevistado enfatiza que além de agregar na experiência quanto as atividades de jogos digitais, a pluralidade de canais deve ser considerada como essencial, visto que estes canais extras podem oferecer/reproduzir informações que são exclusivas do canal visual.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado aponta ter conhecimento apenas de um modelo de joystick o qual, oferece feedback háptico (vibração) e sonoro. Este, segundo o entrevistado informa através de sons e códigos de vibração eventos/ações do jogo. Em suas palavras: “sons diferentes para ações diferentes, vibrações diferentes para reações diferentes”. No entanto, o entrevistado aponta que estes recursos são utilizados ainda de forma “tímida” pelos jogos, onde se poderia explorar mais de seus recursos.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>O entrevistado destaca que, além de um ótimo sound design, o jogo/artefato, deve propiciar feedback tátil. Segundo o mesmo, deve-se aproveitar toda habilidade quanto a percepção sonora que as pessoas com deficiência visual têm. Mas além disto, destaca que em determinados jogos há a necessidade de se obter informação tátil. Nesse sentido, o entrevistado imagina como recurso, uma plataforma de representação tátil no estilo linha braile, que expresse além de</i></p>

	<p><i>textos, imagens. Segundo o entrevistado, isso possibilita que o jogador com deficiência tenha acesso a mapas, noção de cenário, elementos visuais importantes no jogo, dentre outras informações gráficas relevantes. Destaca também a possibilidade de inserção de informações termais nesta plataforma.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>O entrevistado aponta que, além da possibilidade de ser guiado pelo som, gostaria de poder “imaginar”, criar um mapa mental do entorno/contexto do jogo, como são os elementos dos jogos, quais são suas formas e onde estão posicionados. Segundo o mesmo, isto pode melhorar a experiência do jogador que é privado do sentido visual.</i></p>
<p>Recomendações</p>	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado atenta para importância de não generalizar o termo “pessoas cegas”, segundo o mesmo, a uma grande diferença de percepção e especificidades entre as pessoas que são totalmente cegas e as que são baixa visão, e que isso também se reflete nas que nasceram cega e as que perderam a visão ao longo da vida.</i></p>

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 8: Condução de entrevista exploratória com Sujeito H

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito H</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>37 Anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Completo / Especialização</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? () Designer de jogos () Designer de produto () Programador (x) Especialista em Acessibilidade () Especialista em Usabilidade / IHC (x) Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? (x) Cegueira () Baixa Visão () Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado enquadra-se como entusiasta.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>PC</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (<i>O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?</i>)

	<p><i>O entrevistado aobserva a acessibilidade como algo ainda não valorizado pelo mercado. Segundo ele, ainda há uma grande preocupação quanto à qualidade de imagem e atrativos visuais, tendo o áudio como um segundo plano, e os demais sentidos muitas vezes nem cogitados. Em suma, há um desinteresse em se aproveitar outros sentidos que não a visão, o que segundo o entrevistado prejudica os usuários com deficiência visual em interagir/apreciar os jogos. Como destaca o entrevistado, isto causa uma frustração, visto que há um interesse por parte deste público em se interagir com os jogos modernos, no entanto, estes muitas vezes não são acessíveis.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>De forma geral, o entrevistado aponta que muitos jogos (tradicionais) são difíceis de interagir até mesmo por quem enxerga, onde requer uma bagagem de termos, idioma estrangeiro, disposição e acesso de menus, assertividade, dentre outros. Neste quesito, o entrevistado aponta que há necessidade de se atentar a questões de facilidade de uso nos jogos (comunicação homem-máquina) tanto para pessoas com visão quanto sem. Já quanto aos jogos desenvolvidos especificamente para o público com deficiência visual, o entrevistado destaca que estes geralmente possuem uma boa usabilidade quanto a interação. No entanto, destaca que alguns jogos possuem tantas possibilidades, que acabam tornando a aprendizagem complexa. Como destaca o mesmo, para a pessoa com deficiência visual, que não tem as imagens autoexplicativas (pelo apelo visual), o processo de aprendizagem quanto a interação ocorre de forma mais lenta. Aponta que é necessário se ter uma boa bagagem para poder se conseguir interagir com dispositivos tecnológicos de forma ágil. Deste modo, pontua este ponto (otimização) como possibilidade de se explorar no quesito usabilidade. Por fim, o entrevistado frisa a respeito do uso de recursos de TA em jogos tradicionais que: “se em ambientes já planejados para pessoa com deficiência visual interagir já é complexo, os que não são, a dificuldade se potencializa, requer muita memorização”.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado aponta como incipiente. Ainda que muitos jogos ofereçam formas de facilitar o acesso (como manuais, enredo prévio,</i></p>

	<p><i>mapa de teclas), ainda há necessidade de muita prática para se ter um domínio aceitável. Neste ponto, o entrevistado sugere que haja um meio interativo no primeiro uso que ensine de forma gradual o usuário quanto a funções do jogo e junto que o contextualize da história, cenário etc.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado aponta como principal, a atenção que os desenvolvedores dão aos atrativos visuais, deixando os demais sentidos em segundo plano. Como exemplo cita as mudanças de câmeras no jogo, onde quem depende exclusivamente do áudio não consegue notar tal interpolação, ou mesmo fica confuso por não ter sido contextualizado do que aconteceu. Em suma, o entrevistado destaca que os desenvolvedores não pensam que as pessoas com deficiência podem usufruir destes jogos, negligenciando questões de acessibilidade. Ou mesmo, quando desenvolvem recursos acessíveis, não consultam os usuários com deficiência para se certificar de que realmente tal recurso é eficaz, violando muitas vezes princípios. Nas palavras do entrevistado: "...eles (desenvolvedores) podem entender de muita coisa, mas quem entende realmente de deficiência visual, somos nós que vivemos isso, na prática", "...nada sobre nós, sem nós".</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>No ponto de vista do entrevistado, esta carência é tanto para jogos de entretenimento quando educacionais. No entanto, destaca a área de humanas como o maior fornecedor de jogos, onde estas iniciativas partem de professores ou mesmo projetos educacionais. No ponto de vista do entrevistado a uma despreocupação por parte das grandes desenvolvedoras quanto ao desenvolvimento de jogos acessíveis, o que justifica viés educacional na grande maioria de jogos que se tem disponível. Conforme o mesmo, a uma suposição por parte das desenvolvedoras de que se fazer jogos acessíveis gera um maior trabalho ou mesmo prejudica as mecânicas planejadas pelos</i></p>

	<p><i>designers. Como pontua o entrevistado, só é pensado nos problemas, mas não nas soluções.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado afirma conhecer diversos recursos de tecnologia assistiva, bem como a linha braille, no entanto, desconhece o uso da linha braille aplicada a jogos. Destaca ainda que esta possibilidade pode favorecer muito aos usuários surdocegos, que segundo ele: “se há poucos jogos para nós, para eles é escasso”.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. <i>(1 mais importante, 9 menos importante)</i></p> <p>(3) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(4) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(1) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(8) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS</i></p>

	<p><i>(Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(5) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(6) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(7) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(9) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(2) Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p>

	<i>Em afirmação, o entrevistado destaca que os jogos atuais não se limitam mais apenas a tela e sons primitivos, o que abre muitos meios de ser explorado (óculos de realidade virtual, joysticks etc.).</i>
OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso	Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais? <i>O entrevistado aponta apenas a opção de vibração do dispositivo móvel ou joysticks.</i>
OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características	Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais? <i>O entrevistado sugere o uso de movimento corporal (Kinect), ou mesmo um dispositivo que fornecesse feedbacks de impacto (cadeira, colete) através do sentido háptico (vibração). Destaca também a opção de se explora sentidos térmicos. Sugere também o uso da linha braile junto ao teclado perkins.</i>
OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características	Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você) <i>Quanto aos sentidos hápticos, o entrevistado exemplifica jogos de luta ou tiro, onde as vibrações localizadas podem auxiliar o jogador a distinguir o ponto que está sendo atingido. Quanto aos sentidos térmicos, propõem representar a cena (calor ou frio).</i>
Recomendações	Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar? <i>O entrevistado aponta não ter nada mais a contribuir.</i>

Quadro 9: Condução de entrevista exploratória com Sujeito I

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito I</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>23 Anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Incompleto</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input checked="" type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input checked="" type="checkbox"/> Cegueira <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input type="checkbox"/> Nenhum
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado enquadrasse como jogador moderado.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>PC, segundo o entrevistado a poucos jogos acessíveis em outras plataformas.</i>

<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>Conforme o entrevistado, a acessibilidade favorece o usuário com deficiência de interagir com a tecnologia. Segundo o mesmo, os jogos voltados para o público com deficiência visual se diferem muito dos jogos tradicionais, estes geralmente só possuem som, ou uma imagem simplista.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>Segundo o entrevistado, grande parte dos jogos voltados ao público com deficiência visual seguem um padrão de mecânica e interface, além de opções de reconfiguração, o que em sua opinião favorece a compressão e a migração para outros jogos. No entanto, destaca que, ainda há jogos que é necessário decorar os comandos e atalhos de forma autônoma.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>Na opinião do entrevistado, grande parte dos jogos que ele tem contato são desenvolvidos especificamente para pessoas com deficiência visual, tanto o emprego da acessibilidade como o da usabilidade estão em harmonia.</i></p>
<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado destaca a ausência ou o mau uso dos sons. Como pontua o mesmo, há muitos jogos que já possuem som estéreo que favorece, mas não possui sons de itens, dentre outros, o que dificulta o entendimento de quem não enxerga.</i></p>
<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>O entrevistado discorda com a colocação, pontuando que há sim audiogames voltados ao entretenimento, no atentando estes são</i></p>

	<p><i>desconhecidos fora das comunidades, seja pela falta ou não divulgação em massa.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado pontua jogos como “Lê braille” voltados a educação, que fazem uso do braille. Também destaca jogos não digitais como xadrez adaptado para braille (com peças em braille e tabuleiro em velcro). Quanto a recursos de TA, pontua leitor de telas, e o uso de joystick com vibração.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. <i>(1 mais importante, 9 menos importante)</i></p> <p>(1) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(2) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(6) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(3) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS</i></p>

	<p><i>(Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(9) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(4) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(5) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(7) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(8) Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>Em acordo, o entrevistado destaca o sentido háptico (vibração) junto ao som como melhor alternativa nas atividades de jogos digitais.</i></p>

	<p><i>Quando questionado sobre sua preferência, o entrevistado destaca desconhecer o uso do sentido tátil, o que dificulta ter um ponto de vista aprofundado sobre. No entanto, acredita que o emprego do sentido tátil pode favorecer quanto a questões de exploração do mapa, itens, etc., ou mesmo em jogos de turno.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua apenas conhecimento de recursos de vibração em joystick ou smartphone.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>O entrevistado destaca ser de suma importância um meio de aprendizado na interface, que demonstre ao usuário as possibilidades que ela oferece. Também destaca o uso da vibração em consonância com o som como meio de feedback de ações, está variando sua intensidade. Quanto a botões, sugere algo semelhante ao que se tem em joysticks comuns, dando como exemplo o do Playstation 2 (duas alavancas direcionais, setas e botões de ação). Ainda sugere a opção de acoplar o fone ouvido como dispositivo de áudio (áudio estéreo) no mesmo recurso.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>Além de fornecer informações em áudio, o entrevistado pontua que poderia se ter uma codificação de vibrações para representar situações no jogo, citando como exemplo o um jogo de futebol, onde: duas vibrações informariam ao jogador que ele está com a bola, 3 vibrações que perdeu a bola etc. Também atenta para o uso da intensidade da vibração para representar a distância entre o jogador e a bola.</i></p>

Recomendações	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado destaca a importância de todos os jogos serem desenvolvidos tanto para pessoas com deficiência visual quanto não, de modo a não ser exclusivo.</i></p>
---------------	--

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 10: Condução de entrevista exploratória com Sujeito J

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito J</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>22 Anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior Incompleto</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input type="checkbox"/> Programador <input checked="" type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input checked="" type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input checked="" type="checkbox"/> Cegueira <input type="checkbox"/> Baixa Visão <input type="checkbox"/> Nenhum
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>O entrevistado enquadrasse como jogador hardcore.</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>PC e Smartphone (IOS), segundo o entrevistado é onde há uma maior variedade de jogos acessíveis.</i>

<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>Conforme o entrevistado, a acessibilidade em jogos tradicionais dificilmente atende em sua plenitude aos usuários com deficiência visual. Segundo o mesmo, ainda que se tenha sons, estes muitas vezes causam confusão na interpretação. Neste quesito os audiogames são os considerados os mais favoráveis ao público com deficiência visual.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>Segundo o entrevistado, grande parte dos jogos voltados ao público com deficiência visual fornecem ajuda/instruções sonoras para o jogador se ambientar quanto a comandos e opções. Ainda pontua que, mesmo com estas opções é necessário ter “paciência” para a aprendizagem de cada jogo específico.</i></p>
<p>SUJEITO - Conceitos chave</p>	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>Como destaca o entrevistado, as empresas que desenvolvem os jogos para o público com deficiência visual geralmente atentam-se para questões de acessibilidade e usabilidade, o que em sua opinião o atende perfeitamente. Cita ainda a empresa “TICONBLU”, que desenvolve todos os seus jogos com gráficos, para que estes sejam jogados tanto por pessoas com deficiência visual quanto sem.</i></p>
<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua que os jogos tradicionais não possuem os sons pensados de maneira a informar o usuário com deficiência visual do contexto em que se encontra o jogador. Também destaca a incompatibilidade com o leitor de telas em muitos jogos tradicionais.</i></p>
<p>MEIO – Inclusão</p>	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p>

	<p><i>O entrevistado discorda com a colocação, dando como exemplo o site “audiogames.net” onde nem todos os jogos são com viés educativo ou de reação. Ainda pontua que há jogos educativos acessíveis elaborados de modo a aproximar-se dos jogos de entretenimento. Conforme o ponto de vista do usuário, há sim maior divulgação dos jogos educativos dos que o de entretenimento, o que não necessariamente reflete a realidade.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado desconhece o uso de braille em jogos digitais, apenas jogos físicos tradicionais como baralho de cartas em braille e tabuleiro de xadrez. Quanto a recursos de TA, aponta o uso do leitor de telas, o uso de joystick e smartphone com vibração.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. (1 mais importante, 9 menos importante)</p> <p>(1) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(2) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(3) Esportes</p>

<p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(8) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p> <p>(9) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(4) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(5) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(7) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(6) Simuladores</p>

	<p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>Em acordo, o entrevistado destaca o sentido háptico (vibração) junto ao som como melhor alternativa, visto que o uso do tato requer um tempo maior para identificação, o que segundo ele pode ser um agravante em jogos que requeiram reações instantâneas.</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado pontua apenas conhecimento de recursos de vibração em joystick ou smartphone.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>O entrevistado destaca essencial ter um modo de aprendizado no recurso. Também destaca o uso da vibração (esquerda / direita) para informar direção, além da variação de intensidade; destaca ainda a importância de se possuir fone de ouvido integrado (áudio estéreo). Sugere também o uso de sensores de movimento direcionais alinhados com o feedback de áudio.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>Além de fornecer informações em áudio, o entrevistado pontua que poderia se ter uma codificação de vibrações para representar situações no jogo, exemplo: em jogos de ação, vibrações para informar potencial dano, de modo que dê para desviar em tempo, ou mesmo o pulsar do coração para representar a quantidade de vida restante do jogador.</i></p>

Recomendações	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado destaca a importância de se ter jogos não exclusivos para um público específico, de modo que ele consiga ter acesso a jogos tradicionais e 'que estes permitam-no jogar de igual forma a quem não possui deficiência.</i></p>
---------------	---

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 11: Condução de entrevista exploratória com Sujeito K

SUJEITO - Perfil	Qual o seu nome? <i>Sujeito K</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua idade? <i>28 anos</i>
SUJEITO - Perfil	Qual a sua formação? <i>Superior completo</i>
SUJEITO - Perfil	Quais dos grupos abaixo você se enquadra? <input type="checkbox"/> Designer de jogos <input type="checkbox"/> Designer de produto <input checked="" type="checkbox"/> Programador <input type="checkbox"/> Especialista em Acessibilidade <input type="checkbox"/> Especialista em Usabilidade / IHC <input checked="" type="checkbox"/> Representante de usuário
SUJEITO - Perfil	Possuí alguma deficiência abaixo? <input type="checkbox"/> Cegueira <input checked="" type="checkbox"/> Baixa Visão <input type="checkbox"/> Nenhuma
SUJEITO - Conceitos chave	Como você destaca sua experiência com jogos digitais? Enquadra-se em um dos perfis: espectador, entusiasta, jogador casual, jogador moderado, jogador <i>hardcore</i> ? <i>Jogador Casual</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Em qual plataforma você costuma interagir com jogos digitais? (smartphone, console, PC, outras) <i>Smartphone</i>
SUJEITO - Conceitos chave	Qual a sua percepção sobre acessibilidade? (<i>O que entende por acessibilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?</i>)

	<p><i>O entrevistado vê o emprego da acessibilidade como uma maneira de se equilibrar as diferenças entre as pessoas com e sem deficiência. Quanto aos jogos, destaca que esta propiciaria estar páreo com os usuários sem deficiência.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Qual a sua percepção sobre usabilidade? (O que entende por usabilidade e como esta é/pode ser praticada em jogos digitais?)</p> <p><i>O entrevistado destaca a usabilidade como um favorecedor quanto a compreensão do contexto em que este está inserido. Nos jogos, segundo ele, a usabilidade se reflete quanto a fácil compreensão dos cenários e meios de interagir com ele.</i></p>
SUJEITO - Conceitos chave	<p>Como você vê o empregado da usabilidade atrelada à acessibilidade nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado destaca como importante, visto que a junção pode favorecer a exploração por software (leitor de telas), onde segundo o mesmo, através dos rótulos de elementos é possível descrever como este funciona.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Na sua opinião, quais são os principais défices na promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado destaca como principal défice a falta de atualização ao usuário do contexto atual da cena, seja esta por áudio ou outro possível canal. Aponta também que há um desinteresse por parte dos desenvolvedores em se pensar na acessibilidade desde a concepção do jogo.</i></p>
MEIO – Inclusão	<p>Tendo em consideração que as principais produções de jogos digitais acessíveis se voltam a área da educação, na sua opinião onde se encontram as principais resistências no sentido de se conseguir uma efetiva inclusão das pessoas com deficiência visual no mundo dos jogos digitais voltados ao entretenimento?</p> <p><i>O entrevistado enfatiza que a acessibilidade não é vista como um requisito por parte dos desenvolvedores de jogos. Segundo o mesmo, o fato de não se pensar em acessibilidade na concepção, torna difícil uma posterior adaptação.</i></p>
OBJETO - Recursos de acessibilidade e	<p>Quanto as questões de acessibilidade voltada as pessoas com deficiência visual, tens conhecimento do sistema Braille e/ou de algum</p>

<p>multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>recurso de Tecnologia Assistiva voltada às atividades de jogos digitais? Se sim, cite as que possui conhecimento; como estas funcionam? Elas propiciam autonomia as pessoas com deficiência visual?</p> <p><i>O entrevistado não possui conhecimento do sistema braile. Segundo ele, por risco de atrofia da visão remanescente pela possível não utilização. No entanto, pontua o conhecimento da utilização da linha braile em grupos de programadores com deficiência visual. Quanto aos jogos, cita a utilização de periféricos que fazem uso de vibração e áudio estéreo, bem como as próprias narrações contidas nas histórias dos jogos.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade</p>	<p>Dentre a taxonomia de jogos digitais apresentada abaixo, na sua opinião, qual seria a ordem de relevância quanto ao interesse/expectativa pelas pessoas com deficiência visual, no quesito promoção de recursos de acessibilidade. (1 mais importante, 9 menos importante)</p> <p>(4) Ação</p> <p><i>Segundo Battaiola (2000) os jogos de ação têm por características histórias simples com objetivos bem definidos, além de propiciarem uma jogabilidade de fácil operação.</i></p> <p>(1) Aventura</p> <p><i>Os jogos de aventura são caracterizados pelo seu caráter de exploração, onde geralmente os personagens possuem missões definidas com objetivos que englobam encontrar itens e resolver enigmas (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(5) Esportes</p> <p><i>Em jogos de esporte o jogador possui a opção de participar do jogo ou assumir o papel de treinador, proprietário ou gerente de equipe Finney (2005).</i></p> <p>(6) Estratégia</p> <p><i>Esses jogos são em sua maioria divididos em duas categorias: RTS (Real Time Strategy), onde as batalhas ocorrem em tempo real, e TBS (Turn Based Strategy), onde as batalhas ocorrem de forma organizada a partir de turnos Finney (2005).</i></p>

	<p>(7) Puzzles</p> <p><i>Segundo Finney (2005), nos jogos no estilo Maze, geralmente o jogador necessita encontrar caminhos através de labirintos e rotas desviando de paredes e barreiras. Já os jogos no estilo Puzzle os desafios são tratados em forma de enigmas e quebra-cabeças, onde o raciocínio lógico e a imaginação são fundamentais (FINNEY, 2005).</i></p> <p>(2) RPG</p> <p><i>Estes jogos geralmente ambientam-se em temas de fantasia ou ficção científica e colocam o jogador como seu próprio protagonista, deixando-o livre quanto ao desenvolvimento de suas habilidades, aparência, lealdades e outras características (PILOTI, 2017).</i></p> <p>(3) Multijogador</p> <p><i>Os jogos multiplayer, assim denominados quando oferecem a opção de múltiplos jogadores simultâneos, podem ser segmentados em dois modos: cooperativo e competitivo, podendo ser jogados no mesmo console por meio da divisão da tela ou mesmo de forma online, ou em rede (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(9) MODS</p> <p><i>MODS é a nomenclatura dada a softwares de modificação de jogos digitais oferecidos pelas desenvolvedoras ao seu público, para que estes possam criar seus próprios mundos e histórias (SHELDON, 2017).</i></p> <p>(8) Simuladores</p> <p><i>Os jogos do gênero simulador têm por objetivo reproduzir uma situação do mundo real com a maior precisão possível de forma digital (FINNEY, 2005).</i></p>
<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Você acredita que a pluralidade de canais oferecido às pessoas com deficiência visual (tátil/háptico/sonoro) pode agregar na experiência nas atividades de jogos digitais? Comente sobre.</p> <p><i>Em concordância, o entrevistado vê o emprego do multimodal como fator enriquecedor quanto a experiência dos jogos, citando exemplos de interações por movimentações, gestos, som, luzes e vibrações.</i></p>

<p>OBJETO - Recursos de acessibilidade e multimodalidade, experiência de uso</p>	<p>Tens conhecimento ou experiência de/com algum recurso tátil/háptico voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais?</p> <p><i>O entrevistado aponta o conhecimento dos recursos disponíveis no smartphone como, vibração e giroscópio e em joysticks de consoles onde há a vibração.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Se você pudesse criar um recurso multimodal (sonoro/tátil/háptico) voltado a promoção de acessibilidade às pessoas com deficiência visual nas atividades de jogos digitais, que características e funcionalidades destacariam como essenciais?</p> <p><i>O entrevistado destaca como recursos essenciais a vibração, som (de forma que este propicie imersão ao usuário) e contraste de tela. Também sugere a utilização da linha braille para representar informações táteis.</i></p>
<p>OBJETO – Recursos de acessibilidade e multimodalidade, características</p>	<p>Tendo como base o recurso criado na questão anterior, como você imaginaria a representação das informações, de modo a promover a acessibilidade, nas atividades de jogos digitais? (Use como base jogos pertinentes as 3 primeiras taxonomias elencadas por você)</p> <p><i>Em jogos do tipo exploração, onde há interação com cenários e elementos, o entrevistado vê o emprego do som como de suma importância, onde este pode avisar colisões, interações, informações de pontos ou vida (por intermitência ou de forma especial) ou mesmo informar a localidade do jogador no jogo (gravações humanizadas, como se fosse alguém conversando com o jogador). Também aponta o emprego de vibrações (por intermitência ou codificados) para informar quando o jogador se aproxima de itens, ou elementos do cenário que requerem atenção por parte do jogador. Quanto as questões táteis, sugere em jogos de corrida por exemplo, a transposição do mapa (no estilo waze, googlemaps) através do braille, de modo que o jogador visualize as curvas, carros a frente etc.</i></p>
<p>Recomendações</p>	<p>Quanto ao tema abordado (O uso dos recursos multimodais nas atividades de jogos digitais), você teria mais alguma recomendação/observação a destacar?</p> <p><i>O entrevistado sugere que o pesquisador busque se inserir na comunidade para buscar sanar possíveis dúvidas.</i></p>

Apêndice I

CONDUÇÃO DO DIAGRAMA DE AFINIDADE COM GRUPO CONFIRMATÓRIO

Requisitos/recomendações quanto a interface multimodal

Quadro 1: Requisitos/recomendações quanto a representação, apresentação e facilidade de uso da interface

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	OBS	RELEVÂNCIA (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO A REPRESENTAÇÃO			
1.1.1	Representação espacial/mental facilitada através do emprego do sentido tátil.	Implementação relativa à taxonomia do jogo.	10
1.1.2	Utilização de representação térmica através do emprego do sentido tátil.	-	5
1.1.3	Uso de vibração (háptico) como <i>feedback</i> .	Implementação relativa à taxonomia do jogo.	7
1.1.4	Uso de movimento corporal como <i>Input (Kinect / Wii Motion / Oculus Quest / outros dispositivos)</i> .	Pode apresentar riscos ao usuário.	0
QUANTO A APRESENTAÇÃO PRODUTO			
1.2.1	Embalagem prática.	Sugere-se: o posicionamento das peças na sequência lógica de utilização; informações por meio da utilização de ícones táteis ou mesmo braile.	10
1.2.2	Instalação facilitada.	É essencial que ocorra a máxima interação possível com o usuário; sugere-se a utilização de ícones táteis ou mesmo braile para informações essenciais como por exemplo encaixes.	10
1.2.3	<i>Inputs e Outputs</i> no mesmo periférico.	É desejável, mas não excludente.	6
1.3.1	Opção de configuração individualizada dos <i>Inputs / Outputs</i> .	-	8
1.3.2	Área de exploração tátil reduzida.	Implementação relativa à taxonomia do jogo.	7

Quadro 2: Requisitos/recomendações quanto a componentes da interface

(Continua)

ID	REQUISITOS/ RECOMENDAÇÕES	PRÓS	CONTRAS	RECOMEN- DASE O USO (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO AOS ATUADORES				
2.1.1	Atuadores eletromagnéticos.	Tamanho e versatilidade de implementação; maior variedade de curso de deslocamento de atuação; maior força.	Alto consumo energético.	10
2.1.2	Atuadores de polímeros eletroativos, eletro-reológicos e reológicos magneto.	-	Tecnologia de difícil acesso.	0
2.1.3	Atuadores pneumáticos e termo-pneumáticos.	-	Tamanho físico elevado; infraestrutura complexa; alto ruído.	5
2.1.4	Atuadores de liga de memória.	-	Tecnologia de difícil acesso.	0
2.1.5	Atuadores eletromecânicos (motores DC / servo motores)	Maior variedade de curso de deslocamento de atuação; maior força.	Tamanho físico elevado; alto ruído.	5
2.1.6	Atuadores piezoelétricos (<i>bimorph</i> / discos piezoelétricos / motores piezoelétricos).	Tamanho e versatilidade de implementação; baixo consumo energético. maior força.	Baixa variedade de curso de deslocamento de atuação.	10

(Conclusão)

ID	REQUISITOS/ RECOMENDAÇÕES	PRÓS	CONTRAS	RECOMENDA- SE O USO (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO A ARQUITETURA ELETRÔNICA				
2.2.1	Arduino.	Facilidade de acesso; interface amigável; baixo custo.	Baixa capacidade de processamento;	8
2.2.2	Raspberry Pi.	Sistema operacional; Opção de diferentes linguagens de programação;	Difícil curva de aprendizagem.	6
2.2.3	FPGA.	Alto desempenho;	Menor facilidade de desenvolvimento; maior custo; difícil curva de aprendizagem;	5

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 3: Requisitos/recomendações quanto ao dimensionamento da interface

(Continua)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	OBS
QUANTO A RESOLUÇÃO DAS MATRIZES DE PONTOS		
3.1.1	Resoluções com proporções de: (4x4 / 6x6 / 8x8 / 10x10 / 16x16 / 30x30 / 64x64 / 120x60).	É recomendável resoluções entre 10x10 a 64x64; deve se atentar aos custos que são exponenciais a resolução; deve-se atentar a densidade da resolução em relação ao tamanho da interface e área de exploração;

Quadro 3: Requisitos/recomendações quanto ao dimensionamento da interface

(Conclusão)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	OBS
QUANTO AO DIÂMETRO DOS PINOS		
3.2.1	Pontos com 0.5mm a 10mm de diâmetro.	É recomendável valores próximo 3mm, para que seja perceptível em áreas e menor sensibilidade da mão;
QUANTO A DISTÂNCIA ENTRE OS PINOS		
3.3.1	Distância de 0.5mm a 25 mm.	Mínimo 2.5mm; desejável 5mm; sendo que, acima de 10mm contrapõem a densidade;
QUANTO A ELEVAÇÃO DOS PINOS		
3.4.1	Elevação de 0,1mm a 120mm.	É recomendável valores entre 0,65mm a 2.5mm.
QUANTO A FORÇA DE ATUAÇÃO		
3.5.1	Força de 13mN a 5N.	Ideal 100mN

Fonte: O Autor (2022)

Requisitos/recomendações quanto ao emprego de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais

Quadro 4: Requisitos/recomendações quanto a promoção de acessibilidade por meio de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais

(Continua)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	RELEVÂNCIA (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO AS FACILIDADES DE USO		
4.1.1	O jogo deve oferecer aos jogadores canais adicionais de informação por meio de diferentes modalidades, para que possam receber informações do jogo ou de suas interfaces de maneira confiável.	10
4.1.2	O jogo e seus periféricos devem prover facilidade no primeiro uso (embalagem; montagem e conexão do periférico);	10
4.1.3	O jogo deve permitir que os controles e comandos sejam alterados/reconfigurados pelo jogador de maneira simples e intuitiva, de modo que fique retida para que não tenham que fazer a configuração em cada sessão de jogo.	10
4.1.4	O jogo deve permitir meios ao jogador para remanejar os controles do jogo para que possam usar efetivamente os controles do jogo em ou outras interfaces.	10
4.1.5	O jogo deve permitir que os jogadores possam ajustar a precisão das ações a fim de direcionar, mover ou navegar com sucesso no jogo ou em suas interfaces.	8
4.1.6	O jogo deve oferecer mecanismos para configuração da gestão do áudio, como: controle de duração (velocidade), opções de controle individual de volumes e opções de suspensão para: narrativas, ruídos ambientes e músicas.	10
4.1.7	Os controles do jogo devem priorizar o uso exclusivo do teclado, de modo a facilitar o seu uso por pessoas com deficiência visual.	10
4.1.8	Os comandos do jogo devem fornecer feedbacks para cada ação executada pelo jogador, dando-lhe opção de personalização.	9
4.1.9	O Jogo deve permitir aos jogadores meios de praticar de várias maneiras em seu próprio tempo para que possam adquirir as habilidades necessárias para ter sucesso no jogo.	7

(Continuação)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	RELEVÂNCIA (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO AS FACILIDADES DE USO		
4.1.10	O jogo deve ser acessível aos usuários com deficiência visual, garantindo fácil acesso às configurações de acessibilidade além de oferecer: opções de configurações gráficas (cores que dificultem a percepção por pessoas com daltonismo, brilho, contraste e tamanho da fonte); informações textuais compatíveis com os leitores de tela; possibilidade de integração com de recursos de tecnologia assistiva (interface tátil, controle de voz, teclados estendidos, leitores de tela, lupas virtuais, dentre outros).	10
4.1.11	O Jogo deve oferecer perfis com configurações pré-fixadas para o usuário (Deficiente Visual Total, Baixa Visão, sem deficiência visual, Deficiência Visual associada com outra deficiência), fornecendo níveis distintos de dificuldade de acordo com o perfil do usuário, além de permitir que os jogadores possam escolher opções para combinar habilidades ou preferências com outros jogadores para que possam jogar em igualdade de condições com os outros.	10
4.1.12	O jogo deve oferecer mecanismos/ auxílios para reduzir a variedade de eventos no jogo, ou mesmo oferecer aos jogadores a opção de ignorar parte do jogo para que possa continuar a progredir de modo a evitar um forte conteúdo emocional, garantindo sua jogabilidade e um nível moderado de desafio emocional.	9
4.1.13	O jogo deve permitir que o usuário controle com precisão os movimentos de navegação do avatar no mapa virtual, dando a ele a opção de rotações em ângulos pré-fixados (30°, 45°, 90°, 180°, 270°)	7
4.1.14	O jogo deve permitir que o usuário controle seu avatar através de navegação por rotas (pontos fixados).	8
4.1.15	O jogo deve permitir que o usuário controle seu avatar através de exploração livre;	5
4.1.16	O jogo deve conceder aos jogadores o poder de salvar o progresso no jogo para que não tenham que repetir as seções que apresentam dificuldade muito alta para eles.	10
4.1.17	O jogo deve permitir que o jogador visualize seu progresso durante as diferentes fases, além de mantê-lo informado sobre o que está acontecendo, o ambiente em que ele se encontra inserido e as ações que são relevantes para a progressão do jogo.	5

(Continuação)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	RELEVÂNCIA (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO AS FACILIDADES DE USO		
4.1.18	O jogo deve oferecer um modo de aprendizado gradual e interativo tanto quanto as funcionalidades da interface (que demonstre ao usuário as possibilidades que ela oferece, bem como suas entradas e feedbacks) quanto a funções do jogo (contextualização do cenário, história, personagens, itens etc.) de modo a trazer informações de ajuda para que possam revisar e atualizar seus conhecimentos sobre eles.;	10
4.1.19	O sistema deve priorizar a interação com objetos essenciais, para os demais é possível somente identificá-los e saber sua localização no mapa (por exemplo: usar um som referência do objeto alvo e reproduzir o áudio de outros objetos quando o usuário colide com eles para evitar a sobrecarga de informações).	9
QUANTO A REPRESENTAÇÃO TÁTIL		
4.2.1	Permitir aos jogadores meios para alterar as configurações da tela ou possibilitar a substituição da tela padrão por outras interfaces de modo que recebam as informações apresentadas pelo jogo.	7
4.2.2	Deve se proporcionar a utilização do tato para representação mental do cenário e navegação e espacial (mapas, caminhos, posições, informações do jogador);	10
4.2.3	Deve se alinhar a utilização do tato aos estímulos sonoros (a fim de informar o jogador de ações ou perigos);	9
4.2.4	Deve haver feedback tátil que represente os objetos localizados no mapa interno (por exemplo: o sistema deve usar vibração ou forçar feedback para indicar uma colisão com um obstáculo).	8
4.2.5	Para evitar sobrecarga cognitiva, deve haver informações essenciais e contextualizadas do mapa para conscientizar o usuário de sua posição e orientação em relação aos seus alvos e pontos de referência (por exemplo: indicar a direção do avatar do usuário usando pontos cardeais; relatar a posição do usuário em relação ao objetivo da atividade; reproduzir um som de referência para pontos cruciais do mapa).	10

(Continuação)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	RELEVÂNCIA (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO A REPRESENTAÇÃO HÁPTICA		
4.3.1	Deve se proporcionar a utilização de códigos quanto a vibrações (quantidade, durações, etc), de modo que o usuário compreenda os sentidos hápticos expressados (ex: o pulsar do coração para representar a quantidade de vida restante do jogador);	9
4.3.2	Deve-se manter um padrão das ações fornecidas pelo sistema durante a interação dos usuários com os mapas áudio-hápticos.	10
QUANTO A REPRESENTAÇÃO SONORA		
4.4.1	Deve-se oferecer a possibilidade de se ter narrações/descrições, tanto de ações quanto de história, cenários, personagens;	10
4.4.2	O jogo deve utilizar as trilhas sonoras também como um canal de informação (Áudio Dinâmico);	10
4.4.3	O jogo deve ser responsável por representar através de sons as: emoções do ambiente, os sentimentos dos personagens, os obstáculos impostos, os objetos contidos, além de uma descrição destinada à leitores de tela. Utilizar sons/músicas distintas para cada objeto, evento, área de texto, listas, tabelas, controles e outros componentes do jogo faz com que, o jogador os reconheça de forma mais clara.	10
4.4.4	Quando aplicável, o jogo deve permitir diferentes sistemas de reconhecimento de voz e volume, através de palavras individuais de um vocabulário pequeno	10
4.4.5	Deve ser utilizado o áudio especializado, 3D, para simular a posição de objetos fixos por meio de sinais sonoros (eco-localização). Os sons devem ser emitidos da posição do objeto, ganhando intensidade de acordo com a aproximação do avatar do usuário.	10
4.4.6	Quando aplicável, o jogo deve fornecer locuções dos elementos textuais. Esta pode ser feita através de voice overs, expressando de forma natural os sentimentos impostos pelo jogo, auxiliando assim o jogador no processo de tomada de decisão. Este deve priorizar a utilização de gravações humanizadas.	10

(Continuação)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	RELEVÂNCIA (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO A REPRESENTAÇÃO SONORA		
4.4.7	O jogo deve apresentar, em áudio e de forma hierarquizada um modo de tutoria, ajuda, dicas e lembretes para auxiliar o jogador. Além de fornecer manuais, instruções de instalação e mecanismos de configuração, sempre de forma acessível. Deve também ser fornecida informação verbal complementar, a fim de descrever um cenário, uma atividade a ser executada ou ainda um elemento e sua posição atual.	10
4.4.8	Devem ser adicionados efeitos sonoros específicos (Som 3D / Audio Cues (bússola, dicas) / Audio Icons (passos e colisões com texturas sonoras) aos objetos, de modo a propiciar que o usuário identifique o objeto do qual se aproxima. Além dessa informação sonora, é possível haver um áudio verbal associado para fornecer a descrição do objeto e da sua orientação no mapa.	10
QUANTO A REPRESENTAÇÃO VISUAL		
4.5.1	O ambiente virtual deve oferecer paletas de cores de alto contraste com foco em indivíduos com perda de visão. Além disso, o sistema deve optar por fontes sem serifa para melhorar a legibilidade; Possibilidade de personalização de contrastes; Utilização de sinais luminosos que sirvam para guiar o jogador no cenário; Opções de fonte ampliada; O sistema deve fornecer opções de zoom para aumentar o tamanho dos itens; permitir aos jogadores alterar a forma como o texto é apresentado a eles no jogo ou suas interfaces para que possam ser lidos de forma legível.	10
4.5.2	O ambiente virtual deve priorizar a navegação em primeira pessoa.	5
4.5.3	O ambiente virtual deve priorizar a navegação em um plano 2,5D. A navegação do jogador é restrita a um plano bidimensional com acesso limitado à terceira dimensão.	5

(Conclusão)

ID	REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES	RELEVÂNCIA (FRACO 0 A FORTE 10)
QUANTO A REPRESENTAÇÃO VISUAL		
4.5.4	O jogo deve proporcionar o uso simplista de elementos visuais, de modo que não gerem poluição visual. A representação gráfica deve permitir que o mapa possa ser utilizado por usuários cegos, de baixa visão e também por pessoas com visão. O primordial é uma aplicação lúdica para estimular o uso, a imersão e a interação entre videntes e não videntes.	8
4.5.5	Deve ser definido um número mínimo e máximo de elementos (e área a ser ocupada por tais elementos). O número de objetos a serem incluídos no mapa deve ser cuidadosamente analisado.	0
4.5.6	A interface visual deve facilitar a depuração do sistema. O desenvolvedor pode usar a interface gráfica para testar o sistema mais rapidamente (por exemplo: verifica a navegação, as colisões com objetos).	5
4.5.7	O sistema deve manter a escala/fidelidade ao ambiente real simulado, para preservar as dimensões, bem como respeitar a sobreposição espacial entre os diversos elementos.	9
4.5.8	O sistema deve disponibilizar meios de: mostrar, ocultar, redimensionar, fixar ou reorganizar os componentes da interface do usuário para que possam usá-los com eficácia e eficiência.	7

Fonte: O Autor (2022)

Apêndice J

USAGE CENTERED DESIGN: Papéis dos usuários

Desenvolvedor de Jogos

Tratam-se dos papéis relacionados aos usuários desenvolvedores de jogos, os quais desempenham funções na construção do jogo em si e suas integrações com os periféricos. Estes são responsáveis por: conceitos, cenários, desafios, som e interface com o jogador.

Quadro 1: Descrição do papel de usuário: *Game Designer*

P1.1 – PAPEL DE GAME DESIGNER
CONTEXTO: Atua junto a equipe na concepção, elaboração e gerenciamento do projeto/jogo.
CARACTERÍSTICAS: Elaboração, planejamento e gerenciamento de desafios, objetivos, histórias, personagens e cenários, bem como a interação do jogador com o meio.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 2: Descrição do papel de usuário: *Level Designer*

P1.2 – PAPEL DE LEVEL DESIGNER
CONTEXTO: Atua junto ao <i>Game Designer</i> no planejamento e estruturação das fases do jogo.
CARACTERÍSTICAS: Elaboração de cenários, desafios e recompensas.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 3: Descrição do papel de usuário: *Sound Designer*

P1.3 – PAPEL DE SOUND DESIGNER
CONTEXTO: Atua junto ao <i>Game Designer</i> , <i>Level Designer</i> e <i>UI/UX Designer</i> no planejamento e estruturação de elementos de áudio do jogo.
CARACTERÍSTICAS: Elaboração de trilhas sonoras, efeitos especiais e vozes, bem como suas integrações.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 4: Descrição do papel de usuário: *UI & UX Designer*

P1.4 – PAPEL DE ARTISTA E <i>UI & UX DESIGNER</i>
CONTEXTO: Atua junto ao <i>Game Designer</i> e <i>Level Designer</i> na concepção de artes para o jogo, bem como suas interfaces.
CARACTERÍSTICAS: Elaboração de texturas, mapas e layouts de interfaces; planejamento de navegação e interação com os elementos do jogo.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 5: Descrição do papel de usuário: Desenvolvedor

P1.5 – PAPEL DE DESENVOLVEDOR
CONTEXTO: Atua em conjunto as demais áreas no desenvolvimento/programação dos recursos do jogo.
CARACTERÍSTICAS: Codificação dos recursos do jogo.

Fonte: O Autor (2022)

Designer de produto

Tratam-se dos papéis relacionados aos projetistas e desenvolvedores de interfaces/*hardwares* os quais se comunicam/integram com o jogo em si.

Quadro 6: Descrição do papel de usuário: Engenheiro/Projetista

P2.1 – PAPEL DE DESIGNER / ENGENHEIRO / PROJETISTA
CONTEXTO: Atua junto a especialistas multidisciplinares e usuários na concepção, projeto e gerenciamento de produtos e serviços.
CARACTERÍSTICAS: Elaboração, planejamento e gerenciamento de conceitos de produtos e serviços alinhados às perspectivas do público-alvo.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 7: Descrição do papel de usuário: Desenvolvedor

P2.2 – PAPEL DE DESENVOLVEDOR
CONTEXTO: Atua junto ao engenheiro/projetista no desenvolvimento do projeto.
CARACTERÍSTICAS: Prototipagem e codificação do sistema/serviço;

Fonte: O Autor (2022)

Jogador

Tratam-se dos papéis relacionados ao usuário final, sendo estes jogadores entusiastas, casuais, moderados ou mesmo *hardcore*, podendo ser jogadores com deficiência visual ou não.

Quadro 8: Descrição do papel de usuário: Jogador sem deficiência

P3.1 – PAPEL DE JOGADOR SEM DEFICIÊNCIA
<p>CONTEXTO: São jogadores que não apresentam deficiência. Atuam isolados ou em conjunto com mais usuários; utilizam diversos periféricos como meios de entrada e não utilizam recursos de Tecnologia Assistiva.</p>
<p>CARACTERÍSTICAS: Utilizam consoles, computadores ou <i>smartphones</i> para atividades de jogos digitais; utilizam periféricos como: <i>joysticks</i>, teclado e mouse, <i>touchscreen</i> para interagir com os jogos; os gráficos são o principal meio de feedback com o usuário.</p>

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 9: Descrição do papel de usuário: Jogador com baixa visão

P3.2 – PAPEL DE JOGADOR COM BAIXA VISÃO
<p>CONTEXTO: São jogadores que apresentam acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica. Atuam isolados; utilizam diversos periféricos como meios de entrada e geralmente usam de recursos de Tecnologia Assistiva.</p>
<p>CARACTERÍSTICAS: Utilizam consoles, computadores ou <i>smartphones</i> para atividades de jogos digitais; geralmente usam periféricos como: <i>joysticks</i>, teclado, <i>touchscreen</i> para interagir com os jogos; os gráficos junto ao áudio são o principal meio de feedback com o usuário; utilizam recursos de TA como: opções de contraste e zoom quando disponível, e <i>softwares</i> leitores de tela.</p>
<p>CRITÉRIOS: Presença de <i>feedback</i> visual e/ou sonoro.</p>

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 10: Descrição do papel de usuário: Jogador cego

P3.3 – PAPEL DE JOGADOR CEGO
CONTEXTO: São jogadores que apresentam acuidade visual igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica. Atuam isolados; geralmente utilizam um único periférico de entrada e requerem auxílio de Tecnologia Assistiva.
CARACTERÍSTICAS: Geralmente utilizam computadores ou <i>smartphones</i> para atividades de jogos digitais; usam periféricos como: <i>joysticks</i> , teclado, <i>touchscreen</i> para interagir com os jogos; o áudio é o principal meio de feedback com o usuário; geralmente utilizam recursos de TA como <i>softwares</i> leitores de tela.
CRITÉRIOS: Presença de <i>feedbacks</i> sonoros.

Fonte: O Autor (2022)

Apêndice K

USAGE CENTERED DESIGN: Casos de tarefas

Casos de tarefas quanto a interface multimodal com base nos Requisitos/recomendações elencados no Apêndice I

Quadro 1: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 1.1.1 do Apêndice I

C1.1 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.1.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Tateia o dispositivo	
	Representa por meio de pontos táteis as informações atualizadas referente ao jogo (ex: fragmento do mapa (quadrantes) / posição do jogador (quadrante em que o jogado se encontra) / posição de inimigos (quadrante em que os inimigos se encontram) / elementos da interface de interação (quadrante em que os inimigos se encontram)
Cria a representação mental da informação recebida	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 2: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 1.1.2 do Apêndice I

C1.2 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.1.2	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Tateia o dispositivo	
	Aquece parte dos pontos táteis a partir do que se visa representar no jogo (ex: itens/áreas no mapa / zonas de atenção / inimigos / dentre outros)
Cria a representação mental da informação recebida a partir das zonas de calor	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 3: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 1.1.3 do Apêndice I

C1.3 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.1.3	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Tateia o dispositivo	
	Vibra/oscila os pontos em diferentes intensidades a partir do que visa representar no jogo (ex: itens/áreas no mapa / zonas de atenção / ações executadas e recebidas)
Identifica ações fornecidas pelo jogo	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 4: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 1.2.1 do Apêndice I

C1.4 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.2.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Recebe o produto	
	Apresenta embalagem com informações essenciais (impresso e em braile)
Abre a embalagem	
	Apresenta na embalagem itens do dispositivo segmentado por divisórias na ordem de montagem devidamente identificados (impresso e em braile)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 5: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 1.2.2 do Apêndice I

(Continua)

C1.5 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.2.2	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Retira itens da embalagem	
	Apresenta itens/encaixes do dispositivo devidamente identificados (impresso e em braile / ícones táteis)

(Conclusão)

C1.5 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.2.2	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Efetua montagem do sistema	
Efetua ligação do dispositivo no computador	
	Efetua instalação/configuração do dispositivo automaticamente
	Reproduz informação visual/sonora/narração do <i>status</i> do dispositivo (sucesso / erro)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 6: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 1.2.3 do Apêndice I

C1.6 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.2.3	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Posiciona/Encaixa espacialmente os periféricos (área tátil / controles) de acordo com sua preferência/habilidade (destro/canhoto)	
Configura as preferências de controle e <i>feedback</i> se não corresponder aos padrões de fábrica	
	<u>Caso de tarefa C.1.7</u>

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 7: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 1.3.1 do Apêndice I

C1.7 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.3.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Acessa o <i>software</i> de configuração pré-instalado no computador	
	Apresenta as opções de configuração dos controles e <i>feedback</i> de forma acessível (compatível com <i>software</i> leitor de telas / tamanho e cores adequados)
Efetua as alterações necessárias	
	Armazena e aplica as alterações de configuração

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 8: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 1.3.2 / 3.1.1 / 3.2.1 / 3.3.1 / 3.4.1 / 3.5.1 do Apêndice I

C1.8 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 1.3.2 / 3.1.1 / 3.2.1 / 3.3.1 / 3.4.1 / 3.5.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
Tateia o dispositivo	
	Oferece área de contato tátil no tamanho aproximado da palma da mão (10cm ² ~15cm ²)
	Oferece área de contato tátil com resolução entre 10x10 a 64x64 pontos
	Oferece pontos táteis com diâmetro próximo 3mm
	Oferece pontos táteis com distâncias aproximadas de 2.5mm a 3.5mm entre os mesmos
	Oferece pontos táteis com elevação entre 0,65mm a 2.5mm de altura
	Oferece pontos táteis com <i>force feedback</i> de 100mN ou mais
Recebe estímulos táteis (<i>feedback</i>)	

Fonte: O Autor (2022)

Casos de tarefas quanto ao emprego de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais com base nos Requisitos/recomendações elencados no Apêndice I

Quadro 9: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.1.1 / 4.1.2 do Apêndice I

C2.1 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.1 / 4.1.2	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador insere um periférico compatível no computador (ex: fone de ouvido, <i>joystick</i> , monitor, mesa tátil, dentre outros)	
	O jogo identifica inserção do periférico
	O jogo solicita através de sua interface (vídeo/áudio/háptico) se o jogador deseja utilizar o periférico
O jogador aceita ou recusa a ação	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 10: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.1.3 / 4.1.4 / 4.1.5 do Apêndice I

(Continua)

C2.2 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.3 / 4.1.4 / 4.1.5	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria "Controles"	
	O jogo apresenta os periféricos de controle compatíveis com o jogo
O jogador seleciona o periférico que deseja ajustar	

(Conclusão)

C2.2 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.3 / 4.1.4 / 4.1.5	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
	O jogo apresenta as ações que o periférico pode exercer sobre o jogo (ex: desabilitar periférico, botões de ação, velocidade de ação, dentre outros) permitindo o jogador alterar estas conforme sua preferência.
O jogador ajusta as opções conforme suas necessidades	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 11: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.6 do Apêndice I

C2.3 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.6	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria "Áudio"	
	O jogo apresenta as ações referentes ao controle de áudio (ex: opções de controle individual de volumes, opções de suspensão para: narrativas, ruídos, ambientes e músicas, velocidade de reprodução, dentre outros)
O jogador ajusta as opções conforme suas necessidades	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 12: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.7 do Apêndice I

C2.4 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.7	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa o jogo pela primeira vez	
	O jogo oferece a opção de navegação padrão com o periférico “teclado” ou “ <i>joystick</i> ” habilitado, tendo o periférico “ <i>mouse</i> ” desabilitado.
	O jogo apresenta o menu de navegação
O jogador navega pela interface/jogo	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 13: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.8 e 4.1.10 do Apêndice I

C2.5 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.8 / 4.1.10	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa o jogo pela primeira vez	
	O jogo apresenta o menu de navegação
O jogador navega pela interface/jogo	
	O jogo oferece feedback de navegação (narração / gráfico / háptico)
Se desejável, o jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria “Áudio” ou “Jogabilidade”	
	O jogo apresenta as ações referentes a configurações de <i>feedback</i>
O jogador ajusta as opções conforme suas necessidades	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 14: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.9 do Apêndice I

C2.6 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.9	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa o jogo	
	O jogo apresenta o menu de navegação
O jogador navega pela interface/jogo	
O jogador seleciona a opção “treinar”	
	<u>Caso de tarefa C.2.8</u>
	O jogo apresenta um cenário de treino para o jogador
	<u>Caso de tarefa C.2.13</u>
O jogador interage com o cenário	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 15: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.11 do Apêndice I

C2.8 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.11	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador inicia um novo modo de jogo	
	O jogo apresenta perfis com configurações pré-fixadas para o jogador (Deficiente Visual Total, Baixa Visão, sem deficiência visual, Deficiência Visual associada com outra deficiência)
O jogador seleciona o perfil de sua escolha	
	O jogo ajusta os níveis de dificuldade de acordo com o perfil selecionado
	O jogo inicia o cenário e desafios

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 16: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.12 do Apêndice I

C2.9 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.12	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
	O jogo inicia o modo de jogo com base no perfil selecionado
O jogador interage com o jogo	
	O jogo detecta dificuldades do jogador no nível
	O jogo apresenta ao jogador através de sua interface (vídeo/áudio/háptico) a opção de ignorar o desafio e progredir para o próximo
O jogador aceita se convir	
O jogador interage com o jogo	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 17: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.1.13 / 4.1.14 / 4.1.15 do Apêndice I

(Continua)

C2.10 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.13 / 4.1.14 / 4.1.15	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria "Jogabilidade"	
	O jogo apresenta as ações referentes a configurações de jogabilidade (ex: velocidades, <i>feedbacks</i> , <i>autosaves</i> , <i>navegação</i> , dentre outros)
O jogador seleciona a opção de navegação	
	O jogo apresenta as opções: <ul style="list-style-type: none"> - Rotação em ângulos pré-fixados (30°, 45°, 90°, 180°, 270°) - Rotação livre - Navegação por quadrantes/<i>checkpoints</i>

(Conclusão)

C2.10 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.13 / 4.1.14 / 4.1.15	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador ajusta as opções conforme suas necessidades	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 18: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.16 do Apêndice I

C2.11 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.16	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	O jogo automaticamente salva o último progresso do jogador informando-o através de sua interface (vídeo/áudio/háptico)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 19: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.17 do Apêndice I

C2.12 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.17	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
O jogador seleciona o menu de jogo	
	O jogo apresenta o menu com as opções ("Progresso", "Voltar", "Sair")
O jogador seleciona a opção "Progresso"	
	O jogo informa ao jogador através de sua interface (vídeo/áudio/tático) o nível de progresso do jogador no nível em que se encontra, sua localização e os próximos passos necessários para progressão

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 20: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.1.18 do Apêndice I

C2.13 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.18	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo pela primeira vez	
	O jogo oferece um modo de aprendizado gradual e interativo das funcionalidades da interface conectada quanto das funções do jogo através de sua interface visual/sonora/tática/háptica
O jogador progride com base no aprendizado	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 21: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.1.19 / 4.2.5 do Apêndice I

C2.14 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.1.19 / 4.2.5	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	O jogo prioriza a interação com objetos essenciais, destacando-os visualmente, taticamente e sonoramente através de suas interfaces.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 22: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.2.1 do Apêndice I

(Continua)

C2.15 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.2.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria "Vídeo"	

(Conclusão)

C2.15 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.2.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
	O jogo apresenta as ações referentes aos ajustes de vídeo (ex: resoluções, contrastes, fontes)
O jogador ajusta as opções conforme suas necessidades	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário
<u>Caso de tarefa C.2.1</u>	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 23: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.2.2 / 4.2.3 / 4.2.5 do Apêndice I

C2.16 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.2.2 / 4.2.3 / 4.2.5	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	O periférico tátil exibe através de seus quadrantes a posição do jogador no mapa, elementos de cenário, inimigos, dentre outras informações relevantes ao <i>gameplay</i> . (não a necessidade de todas as informações serem síncronas. As mesmas podem ser selecionadas por teclas de atalho ou atualizadas individualmente em um período)
	O periférico sonoro reproduz em paralelo estímulos sonoros ao jogador quanto as informações expressas no periférico tátil
O jogador tateia/escuta os periféricos	
O jogador toma suas decisões e efetua sua jogada	
	O periférico atualiza as informações

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 24: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.2.4 do Apêndice I

C2.17 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.2.4	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	<u>Caso de tarefa C2.16</u>
O jogador colide com um obstáculo do jogo	
	O periférico tátil exibe uma animação tátil (<i>Tacton</i>) que represente o objeto colidido
O jogador tateia o periférico	
O jogador efetua uma nova jogada	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 25: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.3.1 / 4.3.2 do Apêndice I

C2.18 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.3.1 / 4.3.2	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
O jogador colide com um obstáculo do jogo	
	O dispositivo háptico informa o jogador através de uma sequência de estímulos hápticos distintos para cada ação/reação (vibrações/oscilação dos pontos com diferentes durações e intensidades)
O jogador reconhece o estímulo	
O jogador toma suas decisões e efetua sua jogada	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 26: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.4.1 / 4.4.6 do Apêndice I

C2.19 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.4.1 / 4.4.6	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
O jogador adentra um cenário / nível pela primeira vez	
	Através do periférico sonoro, o sistema descreve através de narração (humanizada) a história do cenário/nível, a localização geo-espacial do jogador, os elementos que o cercam e os objetivos que precisam ser alcançados.
O jogador toma suas decisões e efetua sua jogada	
	Se cabível, o sistema narra as ações do jogador através do periférico sonoro

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 27: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.4.2 / 4.4.3 / 4.4.5 / 4.4.8 do Apêndice I

C2.20 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.4.2 / 4.4.3 / 4.4.5 / 4.4.8	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	O jogo apresenta através do periférico sonoro, trilha-sonora e <i>sound scapes</i> que caracterize a atmosfera/cenário que o jogador se encontra
	O jogo apresenta através do periférico sonoro (áudio espacial 3D), informações quanto textura sonora dos elementos que o jogador interage (ex: sons de passos (grama, madeira, concreto), sons dos elementos que o cercam (ex: rádio, TV, piano), sons de colisões (parede, arbusto, objeto), sons do personagem (“ai!”, “ui!”), narrativas dos elementos.
O jogador efetua sua jogada	

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 28: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.4.4 do Apêndice I

C2.21 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.4.4	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
	O sistema solicita ao jogador através do periférico sonoro que o mesmo execute uma ação de voz para progredir no jogo.
O jogador interage com o jogo através de comandos verbais	
	O sistema interpreta o comando e executa a ação
	O sistema retornar o feedback da ação através do periférico sonoro através de uma narração.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 29: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.4.7 do Apêndice I

(Continua)

C 2.22 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.4.7	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo pela primeira vez / <u>Caso de tarefa C.2.6</u>	
	O jogo apresenta através do periférico sonoro uma narração do contexto onde o jogador se encontra e os desafios a serem alcançados
	O jogo apresenta através do periférico sonoro uma narração apresentando os controles de movimentação
O jogador interage com os controles de movimento	
	O jogo apresenta através do periférico sonoro uma narração apresentando os controles de ação
O jogador interage com os controles de ação	
	O jogo apresenta através do periférico sonoro uma narração seguindo de sintetizações além de estímulos visuais, apresentando os elementos chaves do cenário (ex: objetos / inimigos / itens / etc)

(Conclusão)

C 2.22 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.4.7	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador memoriza as informações	
	O jogo apresenta através do periférico sonoro e visual por meio de narração e estímulos visuais a interface do jogo (Janelas)
O jogador interage com a interface	
O jogador solicita ajuda	
	O jogo apresenta através do periférico sonoro e visual por meio de narração e estímulos visuais dicas quanto aos desafios que o jogador enfrenta

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 30: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.5.1 do Apêndice I

(Continua)

C2.23 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa o jogo pela primeira vez	
	O jogo apresenta um visual baseado em uma paleta de cores contrastante, fontes sem serifa e com boa legibilidade.
O jogador navega pela interface/jogo	
Se desejável, o jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria "Vídeo"	
	O jogo apresenta as ações referentes a configurações de visualização (ex: paletas de cores, <i>tamanho de fonte</i> , <i>resolução</i> , dentre outros)

(Conclusão)

C2.23 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador ajusta as opções conforme suas necessidades	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 31: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.5.1 do Apêndice I

C2.24 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.1	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
<u>Caso de tarefa C2.8</u>	
O usuário seleciona o perfil baixa visão	
	O jogo prioriza o uso de uma resolução visual mais baixa, de modo a ampliar visualmente os elementos da tela de jogo
	O jogo destaca visualmente os elementos chave para progressão do desafio, deixando os demais em segundo plano

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 32: Caso de tarefa relativo aos requisitos/recomendações 4.5.2 / 4.5.3 do Apêndice I

C2.25 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.2 / 4.5.3	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	O jogo apresenta a visualização da câmara no formato primeira pessoa, permitindo a movimentação nos três eixos (x, y, z)
	O jogo apresenta a visualização da câmara no formato terceira pessoa, permitindo a movimentação nos três eixos (x, y, z)
	O jogo apresenta a visualização da câmara no formato terceira pessoa visto do topo, permitindo a movimentação em dois eixos (x, y)
Se desejável, o jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria “Jogabilidade”	
	O jogo apresenta as ações referentes a configurações de jogabilidade (ex: velocidades, <i>feedbaks</i> , <i>autosaves</i> , <i>navegação</i> , dentre outros)
O jogador acessa as opções referentes a câmeras	
	O Jogo apresenta as opções de câmeras disponíveis para <i>gameplay</i>
O jogador seleciona a que lhe convir	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 33: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.5.4 do Apêndice I

C2.26 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.4	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	O jogo apresenta o cenário de forma simplista, tendo apenas elementos essenciais para caracterização do ambiente e desafios.

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 34: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.5.6 do Apêndice I

C2.27- REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.6	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O desenvolvedor interage com o jogo	
O desenvolvedor habilita uma opção restrita do sistema	
	O jogo apresenta elementos visuais passíveis de depuração para o desenvolvedor (contornos, caixas, dentre outros)
	A interface tátil apresenta opções de controle individualizados dos pinos táteis para que o desenvolvedor projete e teste ícones, mapas, dentre outras características inerentes a aplicação desejada pelo mesmo

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 35: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.5.7 do Apêndice I

C2.28 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.7	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador interage com o jogo	
	O jogo apresenta o cenário com elementos condizentes com o mundo real (escala e proporções)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 36: Caso de tarefa relativo ao requisito/recomendação 4.5.8 do Apêndice I

C2.29 - REQUISITOS/RECOMENDAÇÕES 4.5.8	
INTENÇÕES DO USUÁRIO	RESPONSABILIDADE DO SISTEMA
O jogador acessa a área de configuração do jogo	
	O jogo apresenta as opções de configuração segmentadas por categorias (Controles / Áudio / Vídeo / Jogabilidade)
O jogador acessa a categoria “Jogabilidade”	
	O jogo apresenta as ações referentes a configurações de jogabilidade (ex: velocidades, <i>feedbaks</i> , <i>autosaves</i> , <i>navegação</i> , dentre outros)
O jogador acessa as opções referentes a interfaces (Janelas)	
	O Jogo apresenta todas as interfaces disponíveis para o jogador <i>in play</i>
O jogador seleciona as janelas que deseja serem exibidas, tendo a opção de ajuste de posições e tamanhos pré-fixados de modo a atender suas necessidades	
	O jogo armazena a ação e aplica as alterações se necessário

Fonte: O Autor (2022)

Apêndice L

USAGE CENTERED DESIGN: Arquitetura da interface e de navegação

Proposição de ferramentas quanto ao desenvolvimento da interface multimodal

Quadro 1: Proposição de ferramentas relativas às interações com a interface multimodal

Modelo: A 1.1 - Estrutura do artefato	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 1.1 / C 1.2 / C 1.3 / C 1.6 / C 1.8 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (tela tátil)	Pontos de contato
Espaço de interação (controles)	Botões direcionais / Manche direcional Botões de ação (Avançar / Retroceder)
Espaço de interação (áudio)	Botão deslizante (controle de volume) Entrada para fone de ouvido

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 2: Proposição de ferramentas relativas ao armazenamento, instalação e montagem da interface multimodal

Modelo: A 1.2 - Embalagem do artefato	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 1.4 / C 1.5 / C 1.6 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (armazenamento do dispositivo)	Embalagem de material resistente com arte gráfica e informações em Braille (Caixa) Divisórias internas identificadas em Braille com encaixe para partes do dispositivo Manual ilustrativo de uso Manual ilustrativo de montagem Manual de uso em Braille Manual de montagem em Braille
Espaço de interação (dispositivo)	Ícones gráficos / informações em braille identificando encaixes das partes do dispositivo
Espaço de interação (software de controle do dispositivo)	Botão de ação na área de notificações do sistema operacional

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 3: Proposição de ferramentas relativas à configuração da interface multimodal

Modelo: A 1.3 - Configuração do periférico	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 1.7 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Janela (configuração do software de controle do dispositivo)	Texto Informativo / ícone (<i>status</i> do dispositivo) Estímulo Auditivo (Som de Alerta) Botão de Ação (Habilitar dispositivo) Caixa de seleção (porta de comunicação) Botão de ação (Conectar)

Fonte: O Autor (2022)

Proposição de ferramentas quanto ao emprego de recursos multimodais nas atividades de jogos digitais

Quadro 4: Proposição de ferramentas relativas à inserção de periférico no jogo

Modelo: A 2.1 - Inserção de Periférico	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.1 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Caixa de diálogo	Texto Informativo Botão de Ação Botão de cancelamento Estímulo Auditivo (Som de Alerta) Estímulo Auditivo (Narração) Estímulo Háptico (Vibração de alerta)
<i>Popup</i> de Informação	Ícone de <i>status</i> da tarefa Texto Informativo Botão de fechar Estímulo Auditivo (Som de Alerta)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 5: Proposição de ferramentas relativas à configuração de controles do jogo

(Continua)

Modelo: A 2.2 - Menu de configuração (Controles)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.2 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Navegação)	Texto Informativo Menu com Botões de ação Estímulo Auditivo (Narração)
Espaço de interação (Configuração do teclado)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Botão de seleção exclusivo (habilitar dispositivo) Controle deslizante (velocidade de ação) Caixa de seleção (por ação do jogo) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)

(Continuação)

Modelo: A 2.2 - Menu de configuração (Controles)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.2 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Configuração do <i>mouse</i>)	<p>Texto Informativo</p> <p>Estímulo Auditivo (Narração)</p> <p>Botão de seleção exclusivo (habilitar dispositivo)</p> <p>Controle deslizante (velocidade de ação)</p> <p>Controle deslizante (velocidade de movimentação)</p> <p>Caixa de seleção (por ação do jogo)</p> <p>Botão de ação (salvar)</p> <p>Botão de ação (Restaurar padrão)</p>
Espaço de interação (Configuração do <i>gamepad</i>)	<p>Texto Informativo</p> <p>Estímulo Auditivo (Narração)</p> <p>Botão de seleção exclusivo (habilitar dispositivo)</p> <p>Controle deslizante (velocidade de ação)</p> <p>Controle deslizante (velocidade de movimentação)</p> <p>Caixa de seleção (por ação do jogo)</p> <p>Botão de ação (salvar)</p> <p>Botão de ação (Restaurar padrão)</p>
Espaço de interação (Configuração da mesa tátil)	<p>Texto Informativo</p> <p>Estímulo Auditivo (Narração)</p> <p>Botão de seleção exclusivo (habilitar dispositivo)</p> <p>Controle deslizante (velocidade de reprodução)</p> <p>Controle deslizante (velocidade de ação)</p> <p>Caixa de seleção (por ação do jogo)</p> <p>Botão de ação (salvar)</p> <p>Botão de ação (Restaurar padrão)</p>
Espaço de interação (Configuração controle por voz)	<p>Texto Informativo</p> <p>Estímulo Auditivo (Narração)</p> <p>Botão de seleção exclusivo (habilitar controle por voz)</p> <p>Controle deslizante (sensibilidade de captação)</p> <p>Botão de ação (salvar)</p> <p>Botão de ação (Restaurar padrão)</p>

(Conclusão)

Modelo: A 2.2 - Menu de configuração (Controles)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.2 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
<i>Popup</i> de Informação	Ícone de <i>status</i> da tarefa Texto Informativo Botão de fechar Estímulo Auditivo (Som de Alerta)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 6: Proposição de ferramentas relativas à configuração de áudio do jogo

(Continua)

Modelo: A 2.3 - Menu de configuração (Áudio)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.3 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Navegação)	Texto Informativo Botões de ação Estímulo Auditivo (Narração)
Espaço de interação (Configuração)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Botão de seleção exclusivo (habilitar narração) Controle deslizante (volume da narração) Controle deslizante (velocidade da narração) Botão de seleção exclusivo (habilitar som ambiente)

(Conclusão)

Modelo: A 2.3 - Menu de configuração (Áudio)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.3 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
	Controle deslizante (volume do som ambiente) Botão de seleção exclusivo (habilitar som de objetos) Controle deslizante (volume dos sons de objetos) Botão de seleção exclusivo (habilitar trilha sonora) Controle deslizante (volume da trilha sonora) Botão de seleção exclusivo (habilitar avisos sonoros) Controle deslizante (volume dos avisos sonoros) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)
<i>Popup</i> de Informação	Ícone de <i>status</i> da tarefa Texto Informativo Botão de fechar Estímulo Auditivo (Som de Alerta)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 7: Proposição de ferramentas relativas ao menu principal do jogo

Modelo: A 2.4 - Menu de navegação	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.4 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Navegação)	Texto Informativo Menu com Botões de ação Estímulo Auditivo (Narração) Estímulo Háptico (Vibração por seleção)
Espaço de interação (Seleção de perfil)	Ícone do perfil selecionado Texto Informativo Botão de seleção

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 8: Proposição de ferramentas relativas à configuração de elementos de jogabilidade

(Continua)

Modelo: A 2.5 - Menu de configuração (Jogabilidade)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.5 / C 2.10 / C 2.25 / C 2.29 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Navegação)	Texto Informativo Botões de ação Estímulo Auditivo (Narração)
Espaço de interação (Configuração de <i>feedbacks</i>)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Botão de seleção exclusivo (habilitar <i>feedback</i> háptico) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)
Espaço de interação (Configuração de navegação)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Caixa de seleção (modo de navegação) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)

(Conclusão)

Modelo: A 2.5 - Menu de configuração (Jogabilidade)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.5 / C 2.10 / C 2.25 / C 2.29 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Configuração de câmera)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Caixa de seleção (formato de câmera) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)
Espaço de interação (Configuração de janelas)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Botões de seleção exclusivo (habilitar <i>janela</i>) Caixas de seleção (tamanho da janela) Caixas de seleção (posição da janela) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)
Espaço de interação (Armazenamento)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Botões de seleção exclusivo (salvar progresso automático) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)
<i>Popup</i> de Informação	Ícone de <i>status</i> da tarefa Texto Informativo Botão de fechar Estímulo Auditivo (Som de Alerta)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 9: Proposição de ferramentas relativas à seleção do perfil do jogador

Modelo: A 2.6 - Menu de seleção de perfil	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.8 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Seleção de perfil)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Imagem ilustrativa Botão de ação

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 10: Proposição de ferramentas relativas à detecção de dificuldades no jogo por parte do jogador

Modelo: A 2.7 - Detecção de dificuldades	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.9 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Caixa de diálogo	Texto Informativo Botão de Ação Botão de cancelamento Estímulo Auditivo (Som de Alerta) Estímulo Auditivo (Narração) Estímulo Háptico (Vibração de alerta)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 11: Proposição de ferramentas relativa ao salvamento do progresso do jogador no jogo

Modelo: A 2.8 - Salvamento de progresso	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.11 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
<i>Popup</i> de Informação	Ícone de <i>status</i> da tarefa Texto Informativo Botão de fechar Estímulo Auditivo (Som de Alerta) Estímulo Háptico (Vibração de alerta)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 12: Proposição de ferramentas relativas à visualização de progresso do jogador no jogo

Modelo: A 2.9 - Progresso de jogo	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.12 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Botão de Ação
Espaço de interação (Progresso de jogo)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Barra de progresso Sinalização visual (Jogador) Sinalização visual (Objetivo) Sinalização visual (Percurso para o objetivo)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 13: Proposição de ferramentas relativas à tutoria no jogo

Modelo: A 2.10 - Tutoria de jogo	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.13 / C 2.22 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Caixa de diálogo (<i>Gameplay</i>)	Texto informativo (instruções) Estímulo Auditivo (Narração) Estímulo Háptico (Vibração codificada) Estímulo Tático (Representação tátil por pontos) Sinalização/destaque visual de elementos chave para progressão

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 14: Proposição de ferramentas relativas à minimização cognitiva de elementos do jogo para jogadores com baixa visão ou deficiência visual total

Modelo: A 2.11 - <i>Gameplay</i> – representação visual minimizada	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.14 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Sinalização visual (Jogador) Sinalização visual (Objetivo) Estímulo Auditivo (Som de Alerta / Efeitos / Trilha sonora) Estímulo Háptico (Vibração codificada) Estímulo Tático (Representação tátil por pontos)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 15: Proposição de ferramentas relativas à configuração de componentes de vídeo do jogo

(Continua)

Modelo: A 2.12 - Menu de configuração (Vídeo)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.15 / C 2.23 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Navegação)	Texto Informativo Botões de ação Estímulo Auditivo (Narração)
Espaço de interação (Configuração de resolução)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Botão de seleção exclusivo (habilitar tela cheia) Caixa de seleção (resoluções) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)
Espaço de interação (Configuração de contrastes)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Botão de seleção exclusivo (habilitar alto contraste) Caixa de seleção (paleta de cores) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)

(Conclusão)

Modelo: A 2.12 - Menu de configuração (Vídeo)	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.15 / C 2.23 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (Configuração de fontes)	Texto Informativo Estímulo Auditivo (Narração) Caixa de seleção (tamanho de fonte) Botão de ação (salvar) Botão de ação (Restaurar padrão)
<i>Popup</i> de Informação	Ícone de <i>status</i> da tarefa Texto Informativo Botão de fechar Estímulo Auditivo (Som de Alerta)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 16: Proposição de ferramentas relativas à representação tátil de elementos do jogo

Modelo: A 2.13 - <i>Gameplay</i> – representação tátil	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 1.1 / C 1.2 / C 2.16 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Representação tátil através de pontos (Jogador) Representação tátil através de pontos (Inimigos) Representação tátil através de pontos (Cenário) Representação tátil através de pontos (Elementos de interação)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 17: Proposição de ferramentas relativas à representação háptica de elementos do jogo

Modelo: A 2.14 - <i>Gameplay</i> – representação háptica	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 1.3 / C 2.17 / C 2.18 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Sinalização tátil através de pontos (símbolos representativos) Estímulo háptico (Vibração codificada)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 18: Proposição de ferramentas relativas à representação sonora de elementos do jogo

Modelo: A 2.15 - <i>Gameplay</i> – representação sonora	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.19 / C 2.20 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Estímulo Auditivo (Som Espacial / Narração / Efeitos / Trilha sonora)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 19: Proposição de ferramentas relativas ao controle do jogo por voz

Modelo: A 2.16 - <i>Gameplay</i> – comando por voz	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.21 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
<i>Popup</i> de Informação	Ícone informativo Texto Informativo Estímulo Auditivo (Som de Alerta / Narração) Ação de escuta a microfone
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Estímulo Auditivo (Som de Alerta / Narração)

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 20: Proposição de ferramentas relativas à representação visual de elementos de jogo para o perfil baixa visão

Modelo: A 2.17 - <i>Gameplay</i> – Baixa Visão	
Espaço de trabalho: Casos de tarefa C 2.23 / C 2.24 / C 2.26 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Representação de elementos visuais essenciais com cores contrastantes e tamanho ampliado Representação de elementos textuais com fontes de tamanho ampliado, legíveis e sem serifa Sinalização/destaque visual de elementos chave do jogo

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 21: Proposição de ferramentas relativas à representação das câmeras do jogo

Modelo: A 2.18 - <i>Gameplay</i> – Posicionamento de Câmeras	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.25 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i> Primeira pessoa)	Câmera posicionada de modo a apresentar no formato tridimensional o campo de visão do jogador
Espaço de interação (<i>Gameplay</i> Terceira pessoa)	Câmera posicionada de modo a apresentar no formato tridimensional o jogador e seu campo de visão
Espaço de interação (<i>Gameplay</i> Terceira pessoa)	Câmera posicionada de modo a apresentar no formato bidimensional o jogador e seu campo de visão

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 22: Proposição de ferramentas relativas à inspeção de erros por parte do time de desenvolvimento do jogo

Modelo: A 2.19 - <i>Gameplay</i> – Modo Debug	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.27 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Entrada de comandos por <i>script</i> Texto Informativo Sinalização visual (Objetivos)
Espaço de interação (Controle da <i>Interface</i>)	Texto Informativo Botões de ação (ativação de pontos táteis) Botão de ação (atualizar interface) Botão de ação (limpar interface) Sinalização tátil através de pontos

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 23: Proposição de ferramentas relativas à representação de elementos do jogo em escala real

Modelo: A 2.20 - <i>Gameplay</i> – Escala de cenário	
Espaço de trabalho: Caso de tarefa C 2.28 do Apêndice K	
MATERIAIS	FERRAMENTAS
Espaço de interação (<i>Gameplay</i>)	Elementos com fator real de escala 1:1

Fonte: O Autor (2022)

Apêndice M

**PROPOSIÇÃO DE APORTES METODOLÓGICOS PARA O USO DE INTERFACES
COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS NAS ATIVIDADES DE JOGOS DIGITAIS ÀS
PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

1 APORTES METODOLÓGICOS INERENTES AO DESENVOLVIMENTO DE INTERFACES MULTIMODAIS PARA ATIVIDADES DE JOGOS DIGITAIS

Tratam-se das questões voltadas à interface multimodal (tátil e sonora), que em conjunto com os jogos digitais visam aprimorar a experiência do usuário com deficiência visual nestas atividades. Deste modo, os itens abaixo em combinação com as demais etapas realizadas, buscam demonstrar as possíveis aplicações dos requisitos levantados.

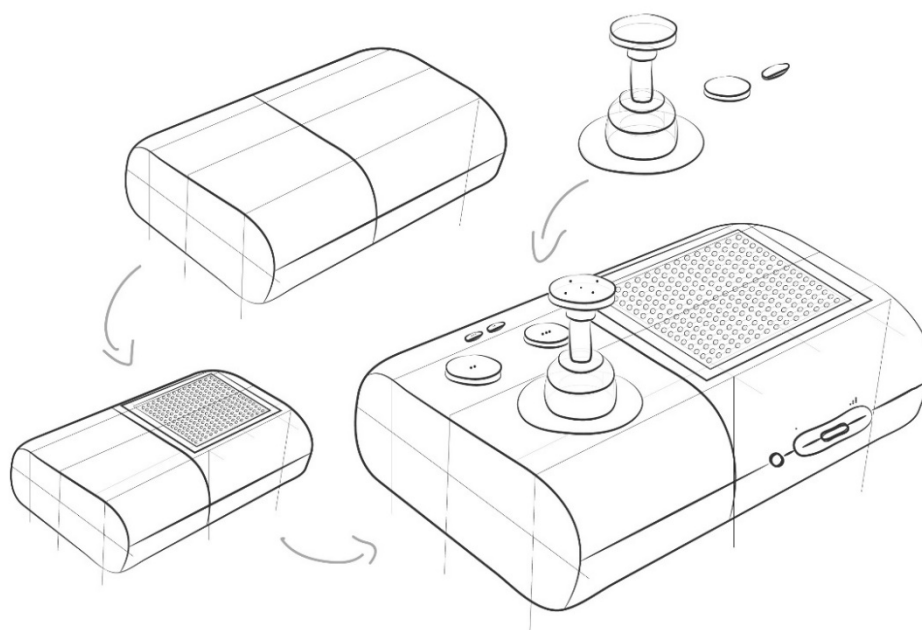
1.1 QUANTO AO PERIFÉRICO

Como ilustra a Figura 1, trata-se da proposição de um dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro), com medidas aproximadas de 46x30x15 cm, que busca contemplar tanto interações de entrada (por meio do manche direcional e botões de ação) quanto de saída (*display* gráfico tátil e periférico sonoro).

Para o *feedback* tátil, é apresentado um *display* gráfico tátil composto por uma matriz de 16x16 pontos táteis (com diâmetro de 3 mm, distâncias entre os pontos de 5 mm, elevação de 2 mm e força de atuação de 100 mN), contemplando uma área de 160 mm². Para o *feedback* sonoro, é disposta uma entrada para fones de ouvidos do tipo “P2” com controle deslizante de volume, de modo que seja de fácil manipulação por uma pessoa com deficiência visual.

Já com relação a questões de manipulação de atividades de jogos digitais, é sugerido um manche direcional de 8 posições cardeais, dois botões de ação e dois botões de ação para menus; o que de maneira geral contempla grande parte das mecânicas propostas pelos jogos digitais, sem que haja sobrecarga cognitiva para o usuário que o opera. Cabe destacar que todas as interações de entrada pelo usuário apresentam identificação por pontos táteis, de modo a auxiliar os usuários com deficiência visual nos seus primeiros usos.

Figura 1: *Sketch* do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)



Fonte: O Autor (2022)

Assim sendo, o Quadro 1 destaca os Requisitos/Recomendações que o dispositivo busca contemplar, sendo: o descritivo de sua arquitetura de interface bem como seus casos de tarefa; as metas de usabilidade que se almejam com sua utilização; as características intrínsecas ao artefato e a caracterização dos seus atributos.

Quadro 1: Atributos inerentes ao dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)

Requisitos/Recomendações	1.1.1 / 1.1.2 / 1.3.3 / 3.1.1 / 3.2.1 / 3.3.1 / 3.4.1 / 3.5.1 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 1.1 / C 1.3 / C 1.8 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 1.1 do Apêndice L
Usuários interessados	P2.1 / P2.2 / P3.2 / P3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficácia no uso; seguro no uso; fácil entendimento; fácil memorização de uso; agradável.
Características do artefato	Apresentação; funcionalidade; interação.
Atributo: (X) Pragmático (X) Hedônico	

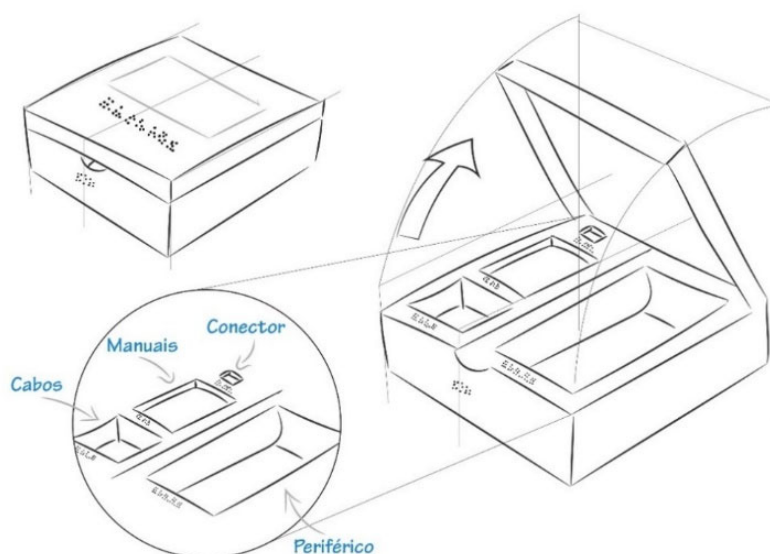
Fonte: O Autor (2022)

1.2 QUANTO À EMBALAGEM

Tendo em vista que a experiência se dá também pela apresentação do produto, além do uso propriamente dito, buscam-se aqui meios de agregar a primeira impressão do usuário. Deste modo é proposto como embalagem do dispositivo

multimodal (Figura 2) uma caixa de papel cartão (com espessura de 1,3 mm) devidamente identificada por arte gráfica e Braile, de fácil manuseio (tampa com dobra). Para seu conteúdo, é sugerida a segmentação interna por nichos devidamente identificados em texto e Braile de modo a contemplar as partes que compõem o produto, dentre elas os manuais de instalação e uso (versão gráfica e em Braile).

Figura 2: *Sketch* da embalagem para armazenamento do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)



Fonte: O Autor (2022)

O Quadro 2 destaca os Requisitos/Recomendações as quais buscam ser contempladas no que diz a respeito à embalagem, sendo: o descritivo de sua arquitetura de interface junto aos casos de tarefa; as metas de usabilidade que se almejam; as características intrínsecas da embalagem e a caracterização dos atributos da mesma.

Quadro 2: Atributos inerentes ao armazenamento do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)

Requisitos/Recomendações	1.2.1 / 1.2.2 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 1.4 / C 1.5 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 1.2 do Apêndice L
Usuários interessados	P2.1 / P3.2 / P3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; de boa utilidade; agradável; apreciável.
Características do artefato	Apresentação; conteúdo.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

1.3 QUANTO À INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO

Com vistas à fácil instalação e configuração, sugere-se que o dispositivo seja projetado para ser *plug-in-play*. Ainda assim, indica-se que haja uma interface para que o usuário altere as configurações propostas. Deste modo a Figura 3 ilustra a aplicação de uma interface, que dispõe de controles como: habilitar, ou não, o periférico e troca de canal de comunicação com o qual o dispositivo está acoplado.

Figura 3: Modelo de interface de configuração do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)



Fonte: O Autor (2022)

O Quadro 3 destaca os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, sendo: o descritivo de sua arquitetura de interface bem como seus casos de tarefas; as metas de usabilidade almejadas pela utilização da interface; as características intrínsecas a mesma, bem como a caracterização de seus atributos.

Quadro 3: Atributos inerentes a instalação e configuração do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)

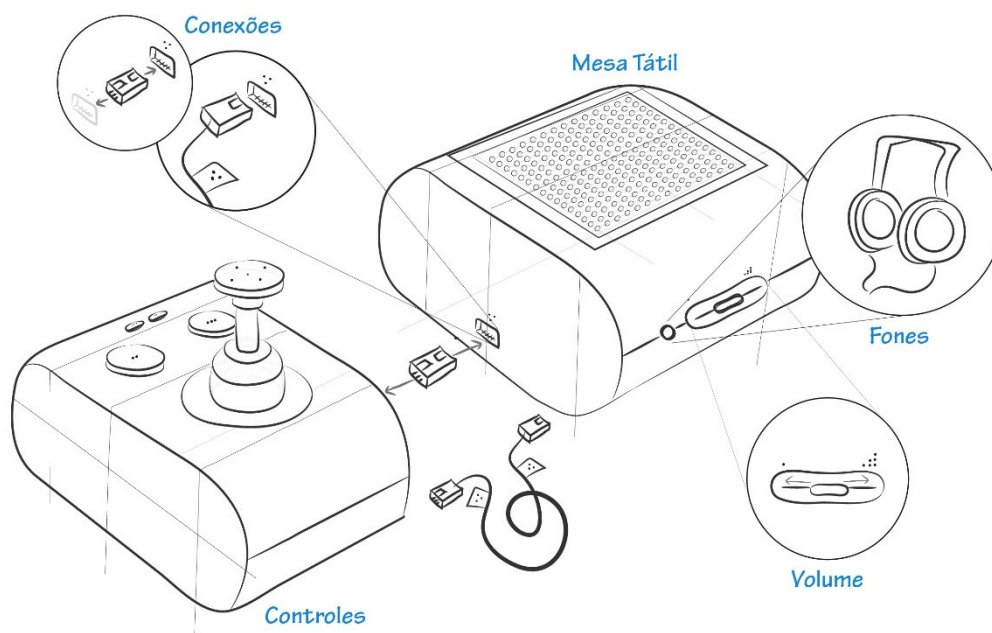
Requisitos/Recomendações	1.3.1 do Apêndice I
Casos de tarefa	C1.7 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 1.3 do Apêndice L
Usuários interessados	P2.2 / P3.2 / P3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; satisfatório.
Características do artefato	Funcionalidade; interação.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

1.4 QUANTO AO USO

Sabe-se que a adaptação aos espaços e limitações do usuário são pontos que qualificam a experiência de uso. Posto isso, a fim de atender a estes critérios, sugere-se a segmentação do dispositivo a partir de suas funcionalidades (entradas e saídas), de modo que o mesmo possa ser operado como um único periférico, ou mesmo em duas partes. Como ilustra a Figura 4, para esta proposta é preconizado, para o uso separado, um cabo devidamente identificado por etiquetas, composta por pontos táteis que convergem com suas devidas conexões no periférico; além de um adaptador para o uso das partes em conjunto.

Figura 4: *Sketch* das opções de uso e conexões do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)



Fonte: O Autor (2022)

O Quadro 4 destaca os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, sendo: o descritivo da arquitetura de interface bem como os casos de tarefas; as metas de usabilidade almejadas pela utilização do artefato; as características intrínsecas do mesmo, bem como a caracterização dos seus atributos.

Quadro 4: Atributos inerentes aos modos de utilização do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)

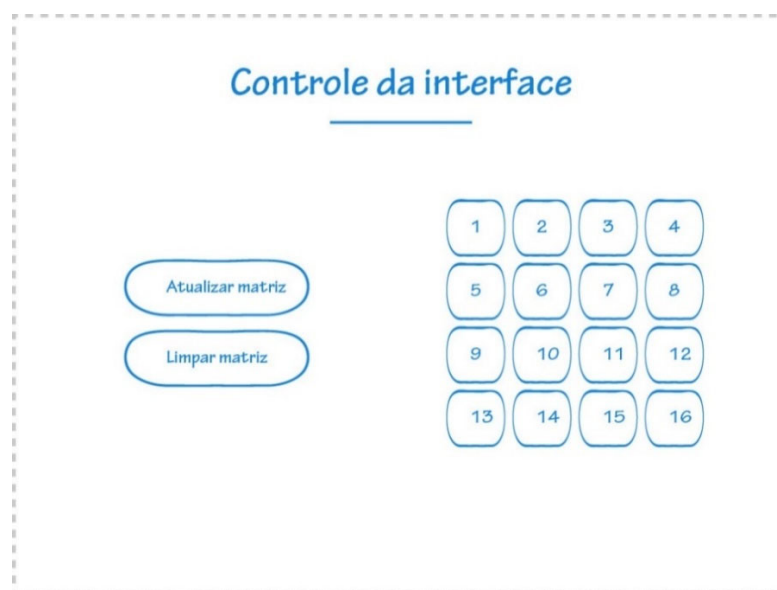
Requisitos/Recomendações	1.2.3 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 1.2 / C 1.6 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 1.1 do Apêndice L
Usuários interessados	P2.1 / P3.2 / P3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Satisfatório; eficiente no uso; seguro no uso; de boa utilidade.
Características do artefato	Apresentação; funcionalidade.
Atributo: (X) Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

1.5 QUANTO À DEPURAÇÃO

Considerando os desenvolvedores de jogos, que criam jogos para o dispositivo em questão, se faz necessário que haja uma interface na qual eles possam averiguar o comportamento da representação tátil. Essa funcionalidade também tem em vista facilitar a montagem de *tactons* e demais representações do jogo através da ativação individual dos pinos táteis. A Figura 5 ilustra a aplicação de uma interface que dispõe de uma matriz de botões enumerados conforme os pontos táteis da interface física, que podem ser ativados individualmente. Ainda há as opções de atualizar e limpar a matriz, de modo a exibir na interface física a representação tátil ativada pelos botões da interface proposta.

Figura 5: Modelo de interface de depuração do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)



Fonte: O Autor (2022)

Em suma, o quadro abaixo destaca os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, sendo: o descritivo de sua arquitetura de interface bem como seus casos de tarefas; as metas de usabilidade almejadas pela utilização da interface; as características intrínsecas a mesma, bem como a caracterização de seus atributos.

Quadro 5: Atributos inerentes a depuração do dispositivo de interação multimodal (tátil e sonoro)

Requisitos/Recomendações	4.5.6 do Apêndice I
Casos de tarefa	C2.27 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.19 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P 1.2 / P 1.5 / P2.2 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; de boa utilidade.
Características do artefato	Funcionalidade; interação.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

2 APORTES METODOLÓGICOS INERENTES À IMPLEMENTAÇÃO DE RECURSOS MULTIMODAIS NAS ATIVIDADES DE JOGOS DIGITAIS

Trata-se da implementação de recursos multimodais na construção de jogos digitais, com vistas ao aprimoramento da experiência das pessoas com deficiência visual nestas atividades. Dito isso, os itens abaixo, junto às demais etapas realizadas, buscam demonstrar as possíveis aplicações dos requisitos levantados.

2.1 QUANTO À NAVEGAÇÃO PELAS INTERFACES

Refere-se aos modelos de interface responsáveis pela navegação do usuário pelo jogo digital (Figura 6) até a reprodução do mesmo. De modo geral, estas buscam representar os atalhos para as principais funcionalidades do jogo, bem como encaminhar o usuário para execução do *gameplay*.

Figura 6: Modelo de interface do menu principal do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Assim sendo, os botões que compõem esta categoria são projetados para que a navegação ocorra por comandos direcionais (teclado / *gamepad*), identificando o item que se encontra selecionado através do destaque visual e uma narração sonora. Ainda é proposta, por meio de uma caixa de seleção no topo superior direito, a opção de seleção do perfil de usuário permitindo que o jogo seja configurado previamente.

Deste modo, o Quadro 6 pontua os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, descrevendo a arquitetura de interface, os casos de tarefa, as metas de usabilidade almejadas com a utilização desta interface, suas características intrínsecas e a caracterização de seus atributos.

Quadro 6: Atributos inerentes a navegação pelas interfaces

Requisitos/Recomendações	4.1.7 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.4 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.4 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Proveitoso; agradável; eficácia no uso; fácil entendimento; fácil memorização de uso.
Características do artefato	Apresentação; interação.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

2.2 QUANTO AO ACOPLAMENTO DE DISPOSITIVOS

Conforme ilustra a Figura 7, trata-se do modelo de interface responsável pelo gerenciamento de periféricos conectados junto ao jogo digital pelo usuário, de modo que o jogador possa optar pelo seu uso. A funcionalidade conta com aviso sonoro, bem como a narração de seu conteúdo e opções.

Figura 7: Modelo de interface de inserção de periféricos junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Assim sendo, o Quadro 7 pontua os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, tendo descrito a arquitetura de interface, os casos de tarefa, as metas de usabilidade almejadas com sua utilização, suas características intrínsecas e a caracterização de seus atributos.

Quadro 7: Atributos inerentes ao acoplamento de dispositivos junto ao jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.1.1 / 4.1.2 do Apêndice I
Casos de tarefa	C2.1 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.1 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; de boa utilidade; fácil entendimento.
Características do artefato	Funcionalidade; interação.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

2.3 QUANTO À CONFIGURAÇÃO DO JOGO DIGITAL

Tratam-se das interfaces responsáveis pela configuração dos elementos do jogo pelo usuário. Elas são segmentadas em quatro principais categorias: controles, áudio, vídeo e jogabilidade. Os itens abaixo detalham as características intrínsecas em cada uma delas.

2.3.1 Controles

Conforme as informações abordadas pelo Quadro 8, dentre as interfaces que compõem a categoria responsável pelos controles do jogo enquadram-se a de atributos inerentes ao teclado, mouse, *gamepad*, *display* gráfico e controle por voz.

Quadro 8: Atributos inerentes as configurações de controles do jogo digital

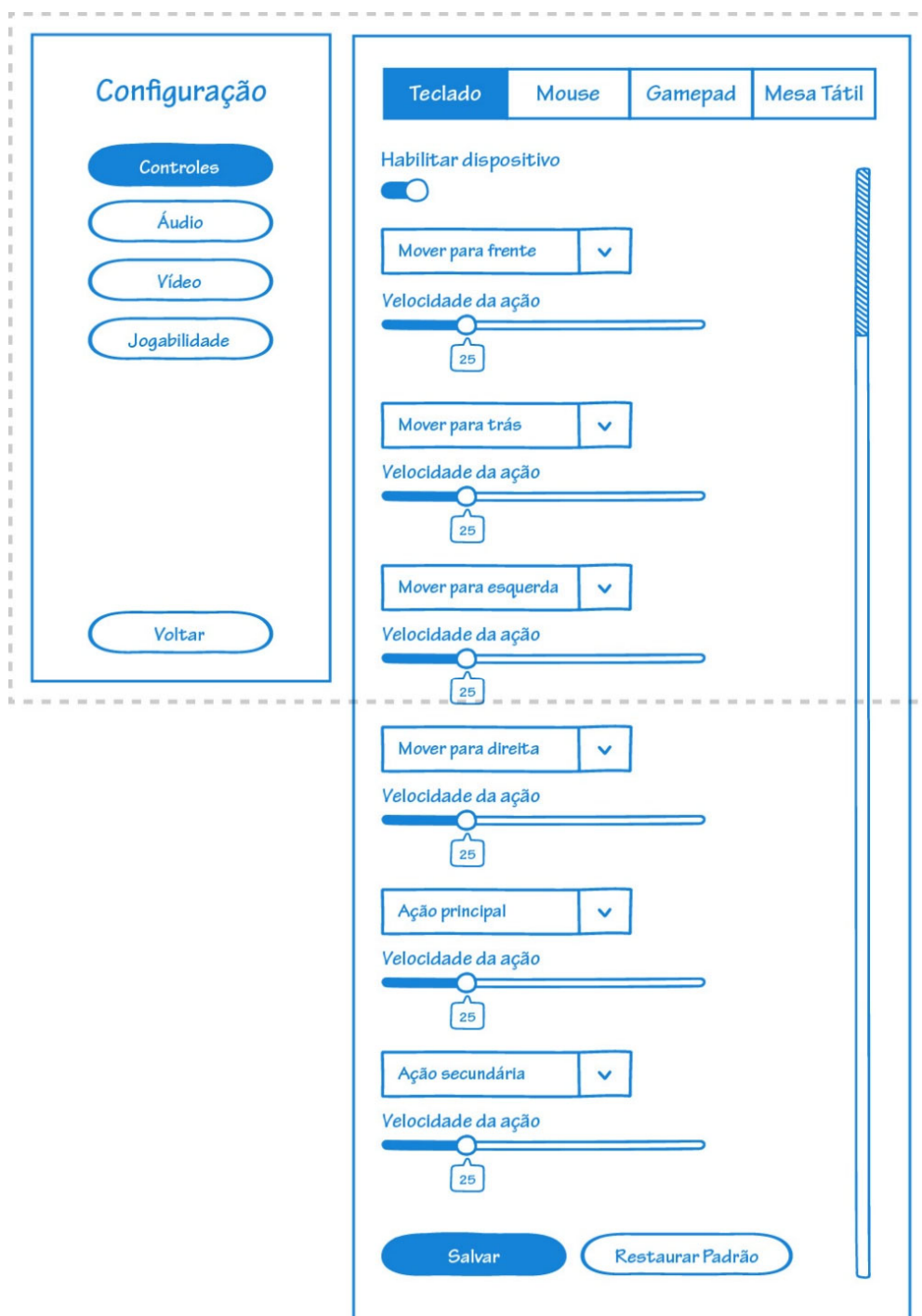
Requisitos/Recomendações	4.1.3 / 4.1.4 / 4.1.5 do Apêndice I
Casos de tarefa	C2.2 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.2 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; fácil entendimento; fácil memorização de uso.
Características do artefato	Funcionalidade.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

A Figura 8 ilustra a proposição da interface relativa às configurações de uso do teclado. Isso envolve, um seletor para habilitar o dispositivo em questão e a opção de configuração individual das teclas para cada ação do jogo, bem como velocidade para

execução da ação proposta ao pressionar ou manter pressionada a tecla em foco. Tal característica visa auxiliar o jogador com dificuldades motoras ou cognitivas.

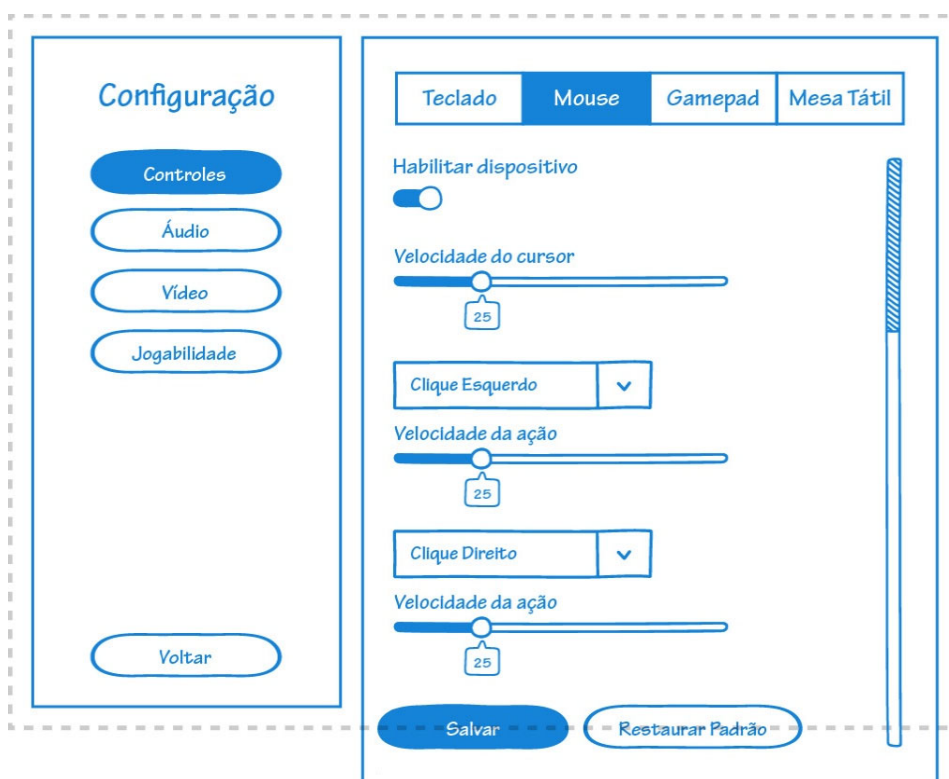
Figura 8: Modelo de interface relativa às configurações inerentes ao uso do teclado junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Já a Figura 9 representa a interface pertinente às configurações de uso do *mouse*. Esta, assim como a anterior, dispõe de um seletor para habilitar o dispositivo, o controle da velocidade de movimentação do cursor pela tela do jogo e a opção de configuração individual dos botões do *mouse* para cada ação do jogo, assim como o controle de velocidade de execução da ação proposta.

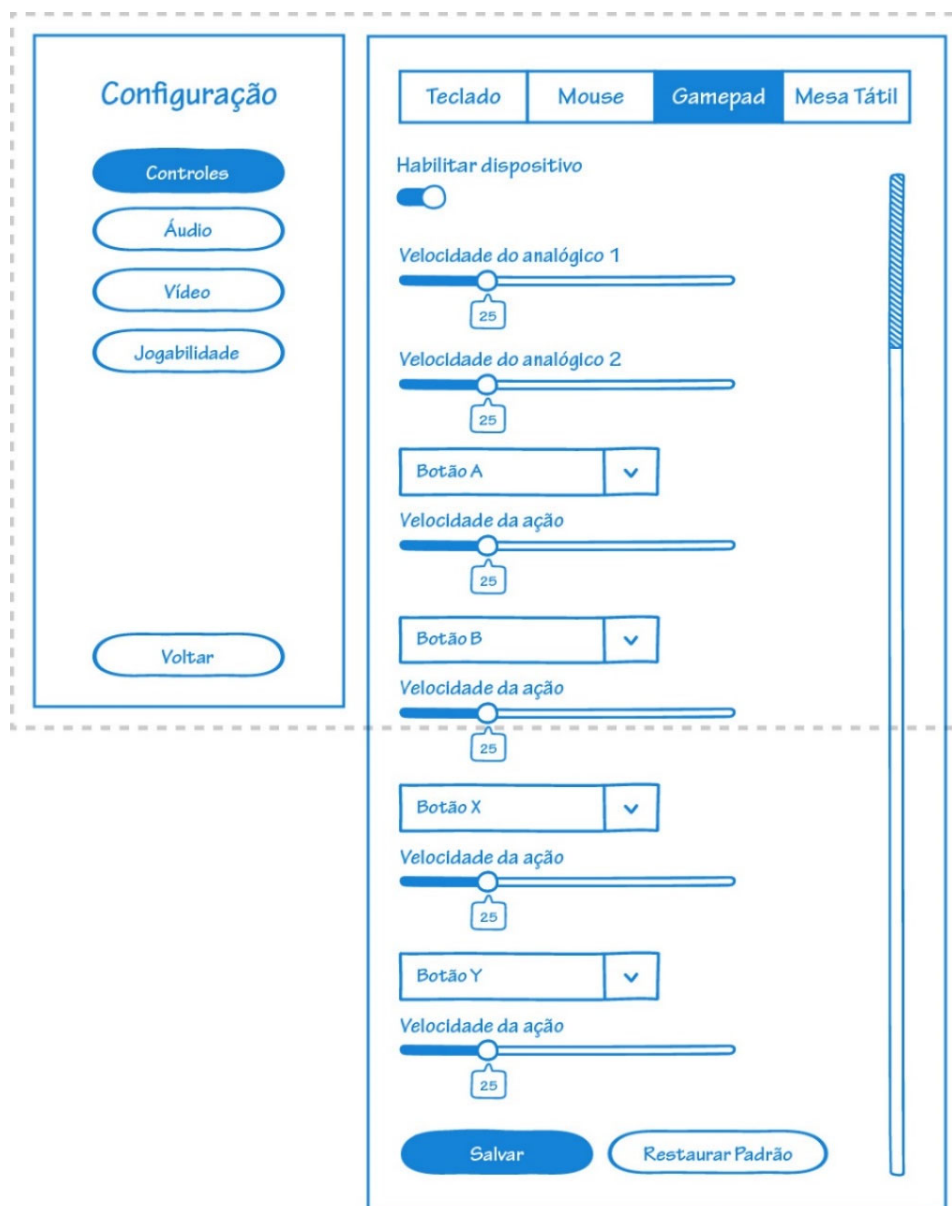
Figura 9: Modelo de interface relativa às configurações inerentes ao uso do *mouse* junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Para a utilização do *Gamepad*, a interface representada pela Figura 10 visa contemplar características intrínsecas aos produtos convencionais encontrados no mercado. Para tal, é disposto um seletor para habilitar o dispositivo, o controle de velocidade individual para as ações dos manches analógicos e a opção de configuração individual dos botões do *gamepad* para cada ação do jogo, assim como o controle de velocidade de execução da ação proposta.

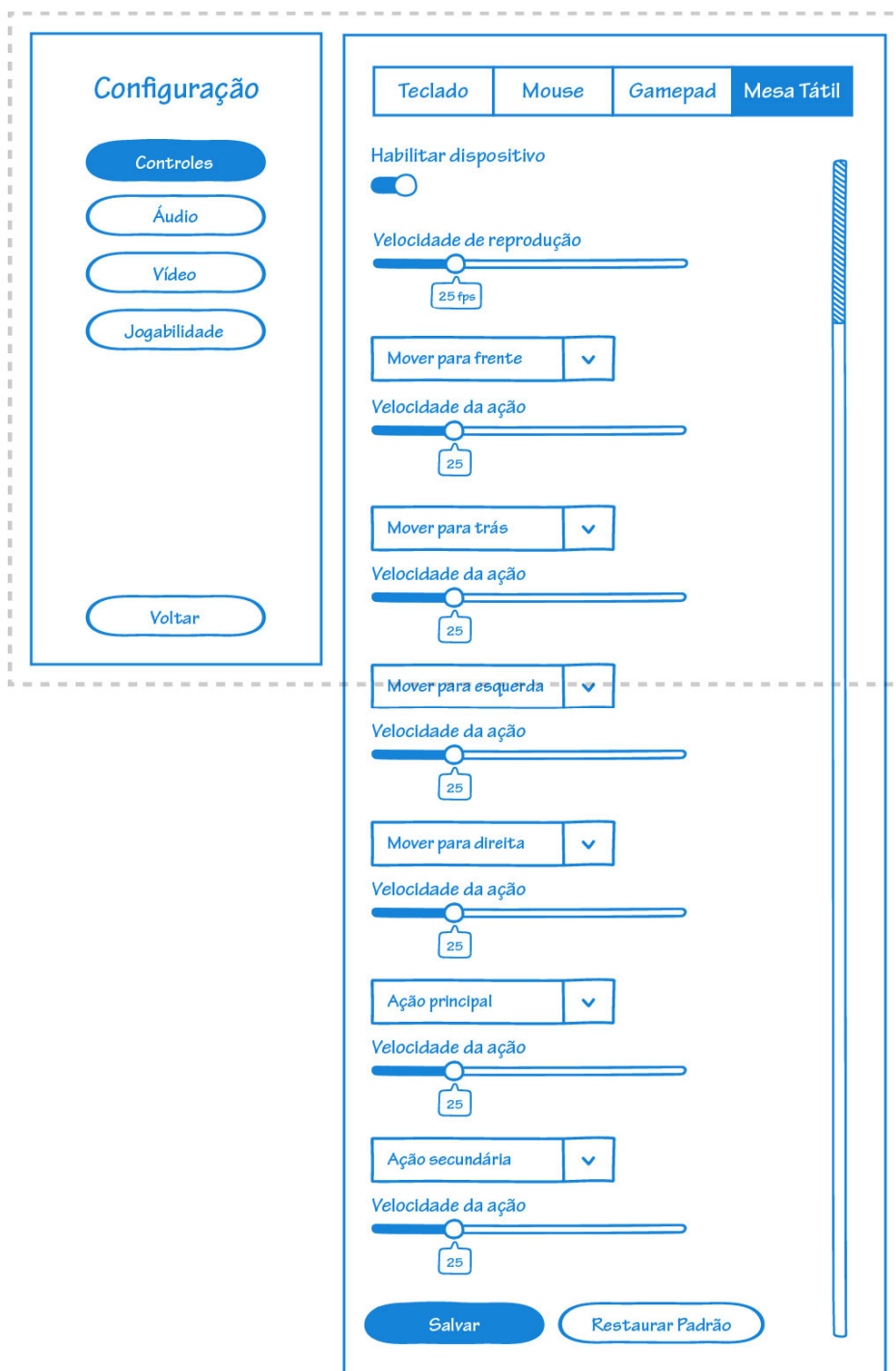
Figura 10: Modelo de interface relativa às configurações inerentes ao uso do *gamepad* junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Com relação às configurações relativas ao periférico multimodal, como o proposto no item 1 deste apêndice, a interface ilustrada pela Figura 11 traz um seletor para habilitar o dispositivo, o controle da velocidade de atualização da tela tátil, atrelando esta escolha ao controle de FPS do jogo, e a opção de configuração individual das teclas para cada ação do jogo, bem como velocidade para execução da ação em foco.

Figura 11: Modelo de interface relativa às configurações inerentes ao uso de tela tátil junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

No que se refere às configurações de controle do jogo por comandos de voz, a interface ilustrada pela Figura 12 contempla, a opção de habilitar este recurso, bem como, o controle de ganho na captação do microfone a fim de ajustar a sensibilidade da captação da voz.

Figura 12: Modelo de interface relativa às configurações inerentes ao uso de comandos de voz junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

A Figura 13 ilustra a interface de *feedback* ao usuário quanto a confirmação e a persistência de suas escolhas ao longo do processo de configuração das opções acima elencadas. Cabe destacar que todas as interfaces apresentadas neste item são projetadas para que a navegação ocorra por comandos direcionais (teclado / *gamepad*) ou através do uso do *mouse*, identificando o item que se encontra selecionado através do destaque visual e uma narração sonora.

Figura 13: Modelo de interface relativa à visualização da persistência do processo de configuração dos controles do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.3.2 Áudio

As informações abordadas no Quadro 9 representam as interfaces responsáveis pelo gerenciamento do áudio do jogo.

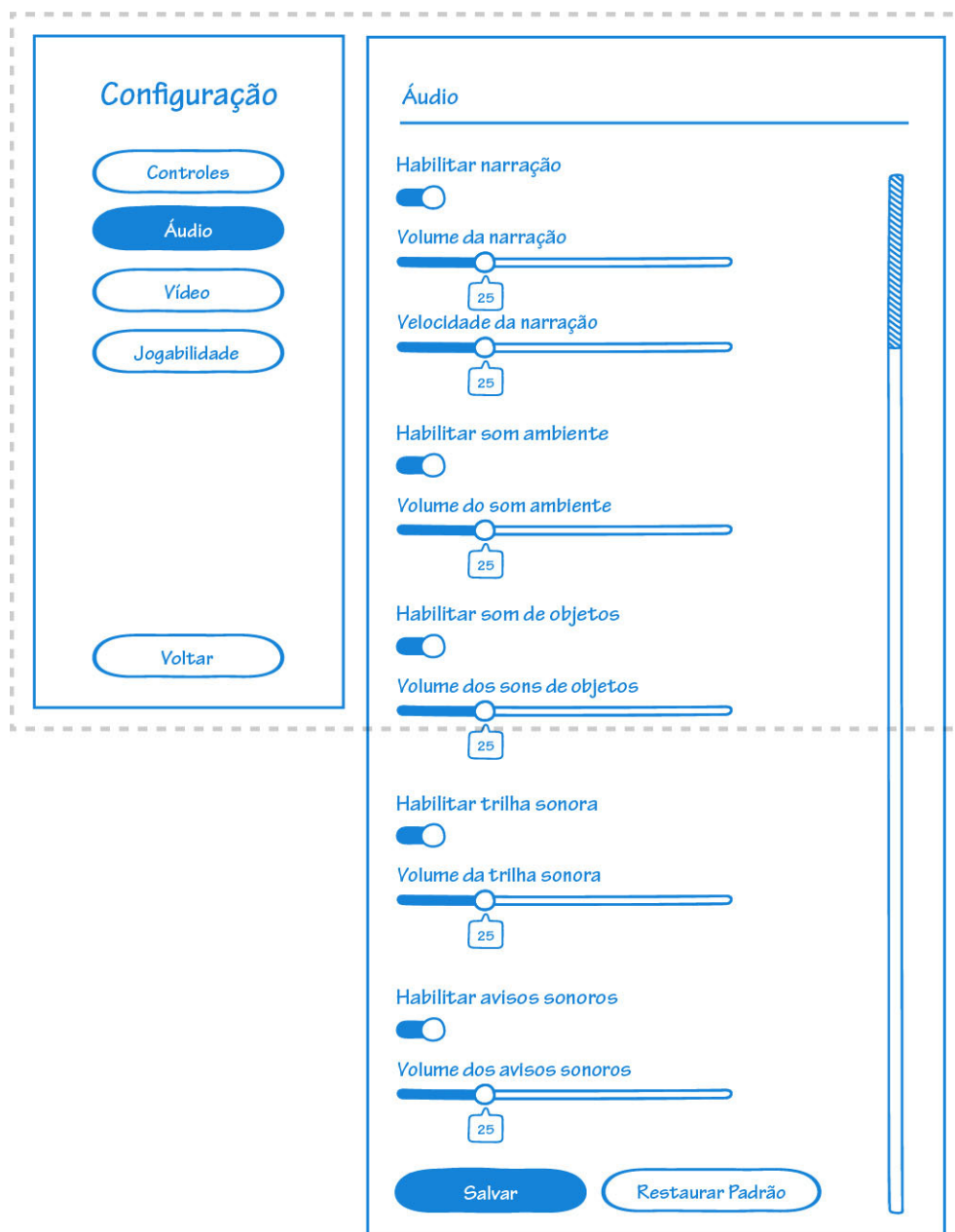
Quadro 9: Atributos inerentes a configuração do áudio do jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.1.6 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.3 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.3 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; fácil entendimento; fácil memorização de uso.
Características do artefato	Funcionalidade.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Deste modo, a Figura 14 ilustra a proposição da interface de configurações gerais do áudio do jogo. As configurações estão segmentadas em, narração, som ambiente, som de objetos, trilha sonora e avisos sonoros. Cada uma das categorias que compõem o áudio do jogo em sua totalidade, com exceção da narração, possui controles individualizados para habilitar o recurso em questão, bem como o ajuste de volume. Já a categoria narração, além dos controles acima citados, possui também um controle para velocidade de reprodução, que permite ao jogador adequar com base em sua capacidade de compreensão. Cabe destacar que todas as configurações inerentes ao áudio afetam tanto o fluxo de *gameplay* quanto de navegação pelos menus.

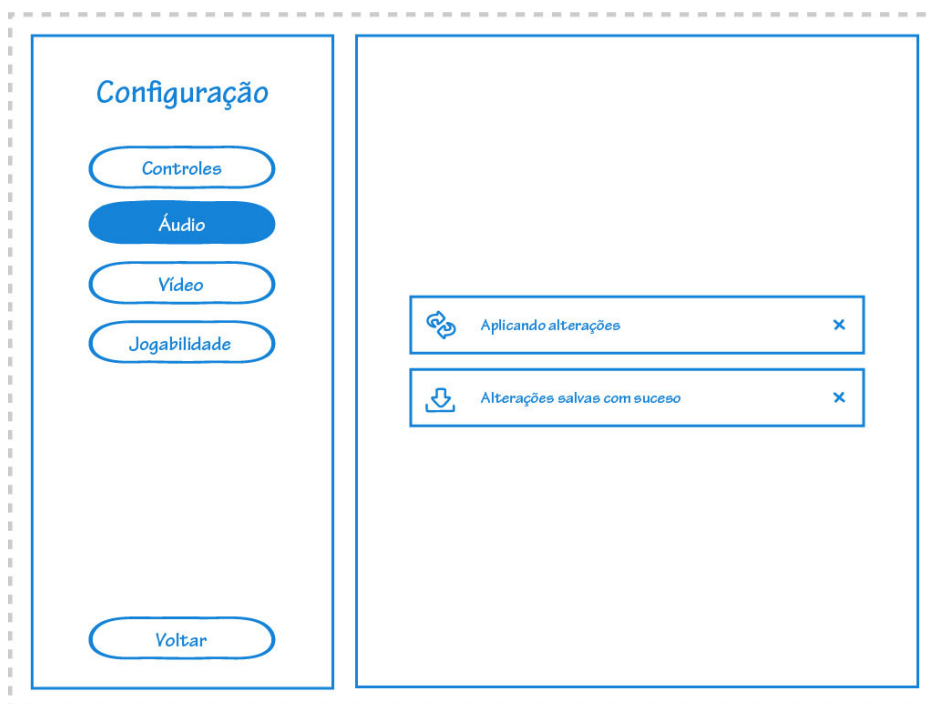
Figura 14: Modelo de interface relativa às configurações inerentes ao áudio do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

A Figura 15 ilustra a interface de *feedback* ao usuário para a confirmação e persistência de suas escolhas conforme a configuração das opções acima elencadas. Cabe destacar que todas as interfaces apresentadas neste item são projetadas para que a navegação ocorra por comandos direcionais (teclado / *gamepad*) ou através do uso do *mouse*, identificando o item que se encontra selecionado através do destaque visual, além da narração sonora.

Figura 15: Modelo de interface relativa à visualização da persistência do processo de configuração do áudio do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.3.3 Vídeo

Conforme as informações dispostas no Quadro 10, dentre as interfaces que compõem a categoria responsável pelo gerenciamento dos recursos inerentes à representação por imagem no jogo, enquadram-se, os controles de resolução da janela, as opções de alto-contraste e a configuração da representação das informações textuais.

Quadro 10: Atributos inerentes a configuração do vídeo do jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.2.1 / 4.5.1 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.15 / C 2.23 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.12 do Apêndice L
Usuários interessados	P 1.1 / P 1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; fácil entendimento; fácil memorização de uso.
Características do artefato	Funcionalidade.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Assim sendo, a Figura 16 ilustra a proposição da interface relativa às configurações de resolução do jogo, sendo esta composta por um seletor para habilitar

o recurso de tela cheia, dando ao jogador a opção de reproduzir o jogo em uma janela se assim preferir; e um seletor com resoluções pré-definidas para ajuste do tamanho da janela. Este recurso é fundamental para jogadores baixa visão, visto que oferece a possibilidade de o usuário ampliar as representações visuais.

Figura 16: Modelo de interface relativa às configurações inerentes à resolução de exibição do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

No que se refere às configurações quanto ao alto-contraste do jogo, a interface ilustrada pela Figura 17 contempla: a opção de habilitar este recurso; bem como a seleção de uma entre as paletas de cores pré-definidas pelo jogo. Deste modo, o jogador com baixa visão pode optar pela utilização da paleta que mais lhe traga conforto visual e melhor compreensão das informações expostas em tela.

Figura 17: Modelo de interface relativa às configurações inerentes as paletas de contraste do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Com relação às configurações relativas à representação das informações textuais, a interface ilustrada pela Figura 18 contempla a seleção de uma entre as opções de tamanho de fonte fornecidas ao jogador. Deste modo, assim como nas configurações de resolução do jogo, o jogador com baixa visão pode optar por um tamanho maior de fonte, de modo que ele consiga ler com definição a informação expressa.

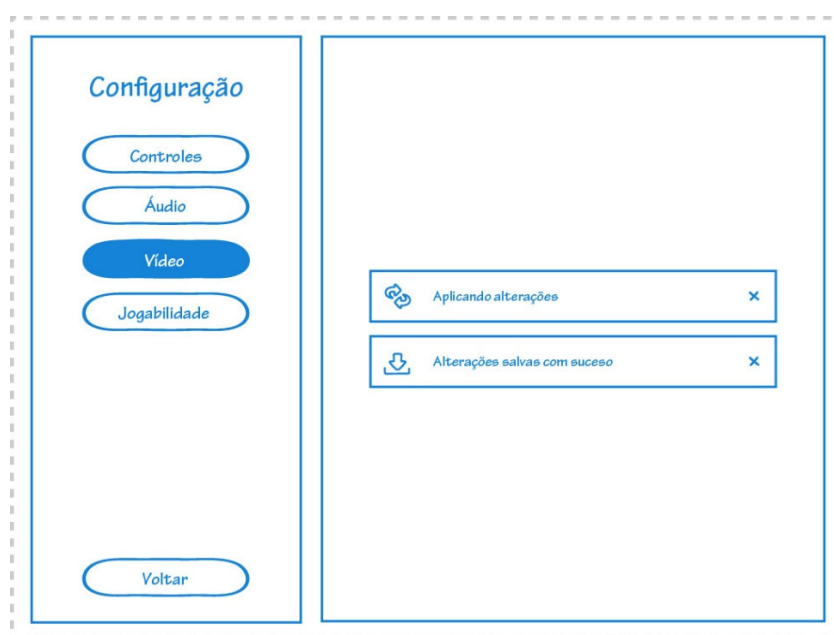
Figura 18: Modelo de interface relativa às configurações inerentes à exibição de textos do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

A Figura 19 ilustra a interface de *feedback* ao usuário de confirmação e persistência de suas escolhas conforme a configuração das opções acima elencadas. Assim como as demais interfaces apresentadas nos itens anteriores, as interfaces presentes neste item também são projetadas para que a navegação ocorra por comandos direcionais (teclado / *gamepad*) ou por meio do uso do *mouse*, identificando o item que se encontra selecionado através do destaque visual, além da narração sonora.

Figura 19: Modelo de interface relativa à visualização da persistência do processo de configuração de vídeo do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.3.4 Jogabilidade

Como está pontuado no Quadro 11, as interfaces que compõem a categoria responsável pelos elementos de jogabilidade do jogo estão: a de *feedbacks* apresentados ao jogador; a de modo de navegação pelo mapa do jogo; a de posicionamento da câmera do jogador; a de representação das janelas durante o *gameplay*; e a de arquivamento do progresso do jogo.

Quadro 11: Atributos inerentes a elementos de jogabilidade do jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.1.8 / 4.1.10 / 4.1.13 / 4.1.14 / 4.1.15 / 4.5.2 / 4.5.3 / 4.5.8 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.5 / C 2.10 / C 2.25 / C 2.29 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.5 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficiente no uso; fácil entendimento; fácil memorização de uso.
Características do artefato	Funcionalidade.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Deste modo, a interface ilustrada pela Figura 20 trata da opção de uso dos *feedbacks* hápticos durante o fluxo de *gameplay* ou mesmo de navegação pelos menus. Assim sendo, ela apresenta um seletor para habilitar o recurso em questão.

Figura 20: Modelo de interface relativa às configurações de *feedbacks* do jogo digital

Fonte: O Autor (2022)

No que diz a respeito do modo de navegação pelo mapa do jogo, a interface ilustrada pela Figura 21 apresenta as opções de escolha do modo de movimentação pelo cenário do jogo, sendo estas:

- Por quadrante ou *checkpoints*, em que a cada interação nas ações de movimentação o personagem do jogo avança ou recua a um ponto pré-definido;
- Com rotações pré-definidas, em que a cada interação nas ações de movimentação o personagem do jogo rotaciona em ângulos pré-definidos (30°, 45°, 90°, 180°, 270°), podendo avançar ou recuar livremente, ou de forma incremental.
- Navegação livre, em que tanto o ângulo de rotação do personagem, quanto o avanço ou recuo do mesmo se dá de incrementalmente a cada interação das ações de movimentação.

Figura 21: Modelo de interface relativa às configurações inerentes aos modos de navegação do personagem no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Com relação às configurações relativas à câmera do jogo, a interface ilustrada pela Figura 22 contempla a opção de seleção de uma entre os três tipos de câmeras pré-definidas pelo jogo, sendo estas:

- formato primeira pessoa, a qual permite a movimentação nos três eixos (x, y, z), sem apresentar o modelo do jogador (avatar);
- formato terceira pessoa, a qual permite a movimentação nos três eixos (x, y, z) apresentado o modelo do jogador (avatar);
- formato terceira pessoa visto do topo, a qual permite a movimentação em dois eixos (x, y).

Figura 22: Modelo de interface relativa às configurações inerentes aos modos de visualização do personagem no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

No que diz respeito à disposição das janelas durante o *gameplay*, a interface ilustrada pela Figura 23 apresenta os blocos contendo opções de cada janela presente de forma fixa no *gameplay*. Dentre as opções estão: a de habilitar a janela em questão; um seletor de posições pré-fixadas da janela em relação à tela do jogador (canto superior direito, canto superior esquerdo, canto inferior direito, canto inferior esquerdo); e um seletor de tamanho de janela pré-fixado (grande, médio, pequeno).

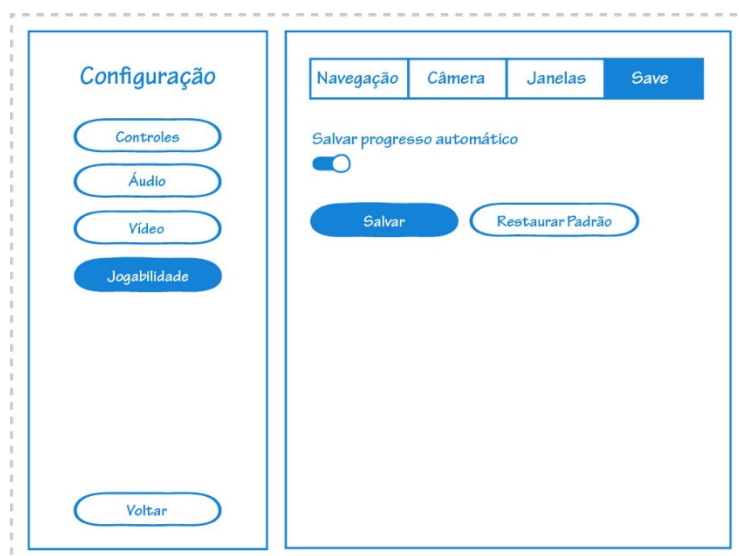
Figura 23: Modelo de interface relativa às configurações inerentes à disposição e tamanho de janelas no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Já quanto ao arquivamento do progresso do jogo, a interface ilustrada pela Figura 24 apresenta um seletor para habilitar o modo de salvamento de progresso automático. Tal funcionalidade pode ocorrer por periodicidade, ou mesmo quando objetivos ou locais dentro do *level design* são alcançados.

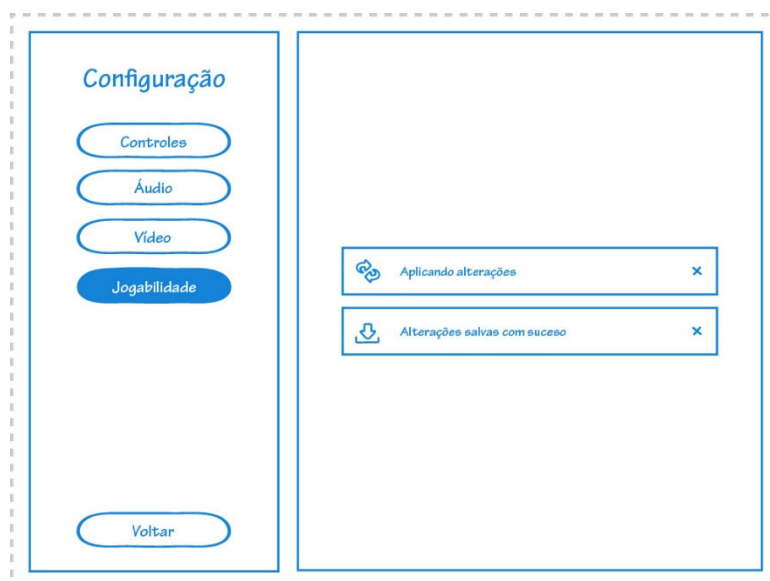
Figura 24: Modelo de interface relativa às configurações inerentes à persistência do progresso do jogador no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

A Figura 25 ilustra a interface de *feedback* ao usuário quanto à confirmação e persistência de suas escolhas ao longo do processo de configuração das opções acima elencadas. Cabe destacar que todas as interfaces apresentadas neste item são projetadas para que a navegação ocorra por comandos direcionais (teclado / *gamepad*) ou através do uso do *mouse*, identificando o item que se encontra selecionado através do destaque visual e uma narração sonora.

Figura 25: Modelo de interface relativa à visualização da persistência do processo de configuração dos itens quanto a jogabilidade do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.4 QUANTO AO FLUXO DE PROGRESSÃO DO JOGO DIGITAL

Refere-se às interfaces e componentes que fazem parte do fluxo do jogo. Segmentadas em quatro categorias: seleção de perfil, tutoria, progresso de jogo e representação de elementos, estas são detalhadas nos itens abaixo.

2.4.1 Seleção de perfil

Conforme ilustrado na Figura 26, a seleção de perfil trata-se da primeira interface a ser exibida antes do início do fluxo de jogo. Esta é responsável pela escolha do perfil do jogador pelo usuário. Como funcionalidade principal, busca-se que a escolha dentre os perfis pré-estabelecidos ofereça vantagens a jogadores durante o fluxo de jogo, de modo a equilibrar as dificuldades impostas por suas deficiências.

Figura 26: Modelo de interface de escolha de perfil de jogador no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Assim sendo, com base no público-alvo deste trabalho, são propostos três perfis pré-estabelecidos, com diferentes configurações cada, sendo estes:

Deficiente visual total - Este perfil habilita como recursos padrões durante o jogo: som espacial, efeitos sonoros, alerta sonoros, narrações, *feedback* háptico, *feedback* tátil, redução de elementos visuais no cenário, taxa de atualização reduzida e maior pontuação de vida do personagem;

Baixa visão - Este perfil habilita como recursos padrões durante o jogo: som espacial, efeitos sonoros, alerta sonoros, narrações, *feedback* háptico, *feedback* tátil, redução de elementos visuais no cenário, alto contraste, fontes ampliadas, destaque visual em itens cruciais ao jogador e maior pontuação de vida do personagem;

Sem deficiência visual - Este perfil habilita como recursos padrões durante o jogo: som espacial, efeitos sonoros, alerta sonoros e *feedback* háptico.

Cabe destacar ainda, que é de livre opção do jogador reajustar estas configurações por meio das interfaces descritas anteriormente, de modo que o jogo se adapte da melhor forma às limitações do usuário.

A interface ainda ilustra a representação do perfil através de um ícone, a descrição deste, suas peculiaridades e um botão de seleção. Os botões são projetados para que a navegação ocorra por comandos direcionais (teclado / *gamepad*), identificando o item que se encontra selecionado através do destaque visual e uma narração sonora. Deste modo, no Quadro 12 são pontuados os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, tais como: a arquitetura de interface, os casos de tarefa, as metas de usabilidade almejadas com a utilização desta interface, suas características intrínsecas e a caracterização de seus atributos.

Quadro 12: Atributos inerentes a seleção de perfil do jogador junto ao jogo digital

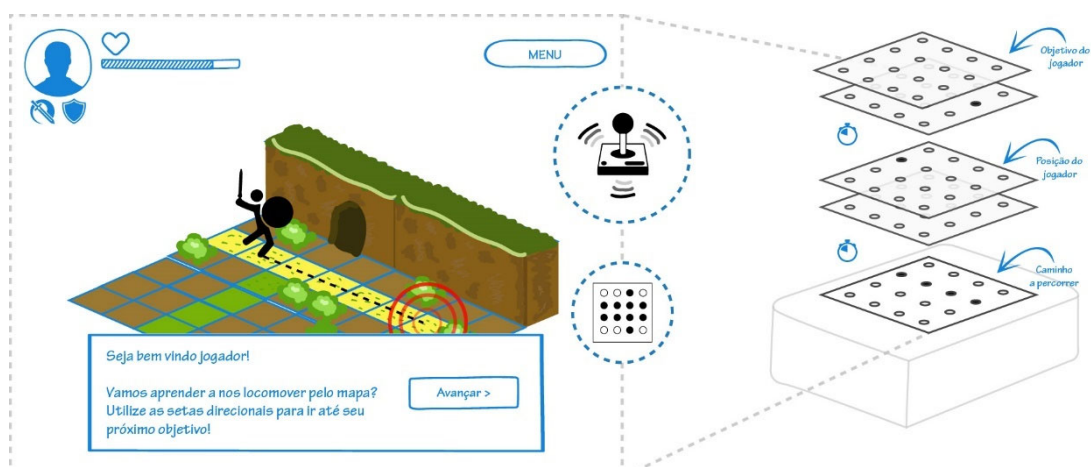
Requisitos/Recomendações	4.1.11 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.8 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.6 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Emocionalmente adequado; incentivador; motivador; eficácia no uso; de boa utilidade.
Características do artefato	Conteúdo; Apresentação; funcionalidade.
Atributo: (X) Pragmático () Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

2.4.2 Tutoria

Com intuito de oferecer uma melhor experiência ao jogador, se faz necessário que ele seja instruído quanto ao modo de jogo, seus comandos e seus periféricos. Dete modo, é aconselhável que a tutoria esteja presente no primeiro momento do jogador no fluxo de jogo, ou mesmo quando apresentados novos desafios, ou funcionalidades. Posto isto, as Figura 27 e Figura 28 exemplificam um possível fluxo de tutoria ao usuário, de modo que o mesmo alcance seu objetivo.

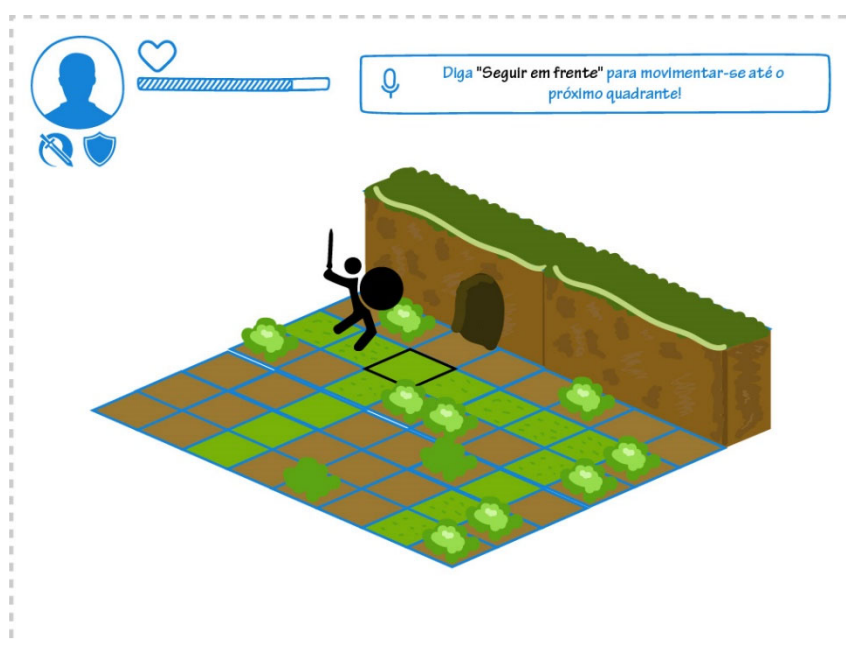
Figura 27: Modelo de representação de tutoria ao jogador no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Em suma, a Figura 27 retrata o jogador em seu estado atual, o seu objetivo destacado visualmente, bem como o caminho a ser percorrido até o objetivo. Ainda, é apresentado ao jogador, por meio de uma interface visual (janela de conversa), sonora (narração e alerta sonoros), háptico (vibração) e tátil (*tacton*), o que se espera para cumprir com o objetivo proposto. Além disso, como ilustra a Figura 28, é possível que o jogador, após a sua instrução, prossiga com o fluxo através de comandos verbais.

Figura 28: Modelo de interface para captação de instruções por comando de voz junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Dentre os *feedbacks* elencados destaca-se o tátil, que é o foco deste trabalho. A interface proposta no item 1.1 (p. 405), retrata, através de sua matriz tátil em intervalos de tempo pré-definidos, informações como: o posicionamento espacial do jogador, do objetivo e o caminho até este. Cabe destacar que também se faz necessário apresentar previamente ao jogador, ainda na fase de tutoria, todos os ícones táteis (*tactos*) bem como os códigos vibratórios frutos do *feedback* háptico.

Por fim, o quadro abaixo destaca os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, sendo: o descritivo da arquitetura de interface e os casos de tarefas; as metas de usabilidade almejadas pela utilização do artefato; as características intrínsecas do mesmo, bem como a caracterização dos seus atributos.

Quadro 13: Atributos inerentes a tutoria ao jogador junto ao jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.1.18 / 4.4.4 / 4.4.7 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.13 / C 2.21 / C 2.22 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.10 / A 2.16 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Divertido; emocionalmente adequado; compensador; incentivador; motivador; proveitoso; interessante; agradável; satisfatório; fácil entendimento; fácil memorização de uso.
Características do artefato	Conteúdo; apresentação; interação.
Atributo: (X) Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

2.4.3 Progresso do jogador

Tratam-se das interfaces e componentes responsáveis pela representação e gerenciamento do progresso do jogador pelo fluxo do jogo. Segmentadas em três categorias: detecção de dificuldades, salvamento de progresso do jogador e visualização de progresso do jogador, os itens abaixo detalham as características intrínsecas à cada uma delas.

2.4.3.1 Detecção de dificuldades

Conforme as informações abordadas pelo Quadro 14, a interface ilustrada pela Figura 29 visa representar uma interação por parte do sistema ao detectar um fluxo de repetições por parte do usuário para que o mesmo cumpra com o objetivo pretendido.

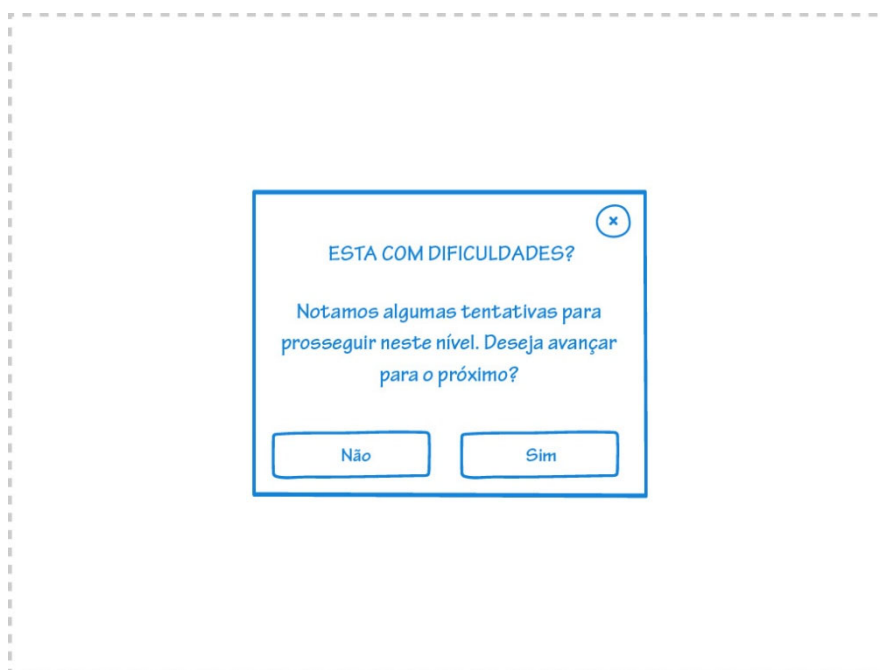
Quadro 14: Atributos inerentes a detecção de dificuldades de jogabilidade do jogador junto ao jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.1.12 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.9 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.7 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Emocionalmente adequado; compensador; incentivador; motivador.
Características do artefato	Apresentação; funcionalidade; interação.
Atributo: () Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Deste modo, é proposto que o sistema, ao detectar tal circunstância, notifique o jogador, expondo-o a opção de progredir para o próximo objetivo. Para tal, a interface conta com botões para as interações acima explicitadas, bem como aviso sonoro e narração de seu conteúdo.

Figura 29: Modelo de interface de detecção de dificuldades de jogabilidade por parte do jogador no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.4.3.2 Salvamento de progresso do jogador

A fim de evitar frustrações por parte do jogador, é proposto por parte do sistema que haja salvamento automático da progressão do jogador pelo fluxo do jogo. Deste modo, como base nas informações abordadas pelo Quadro 15, é sugerido, por meio

da interface ilustrada pela Figura 30, um *feedback* ao usuário sobre a confirmação e persistência de seu *status* atual quanto à progressão do jogo.

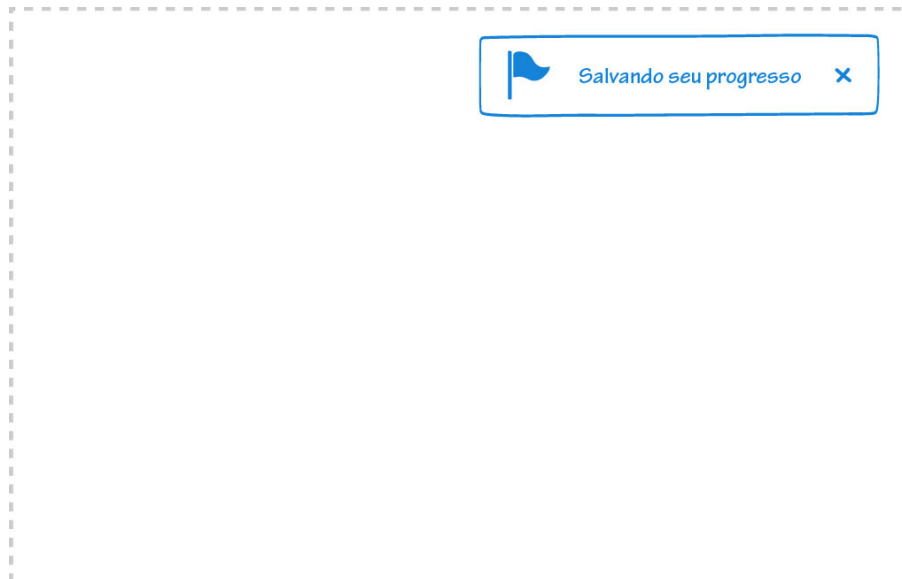
Quadro 15: Atributos inerentes ao arquivamento do progresso do jogador no jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.1.16 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.11 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.8 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Compensador; proveitoso; eficiente no uso.
Características do artefato	Funcionalidade.
Atributo: () Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Para tal, a interface traz consigo um aviso visual (ícone e texto), sonoro (alerta sonoro e narração) e háptico (vibração). Esta é projetada para permanecer de forma visível durante um curto período, tendo com exceção do *feedback* visual, as escolhas efetuadas pelo jogador através das configurações pré-estabelecidas por ele.

Figura 30: Modelo de interface de *feedback* quanto ao arquivamento do progresso do jogador junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.4.3.3 Visualização de progresso do jogador

Tratam-se dos elementos responsáveis pela visualização por parte do jogador de seus objetivos e progresso durante o jogo. Posto isto, com base nas informações abordadas pelo Quadro 16, têm-se nas figuras abaixo uma pretensão de fluxos e resultados quanto ao item em questão.

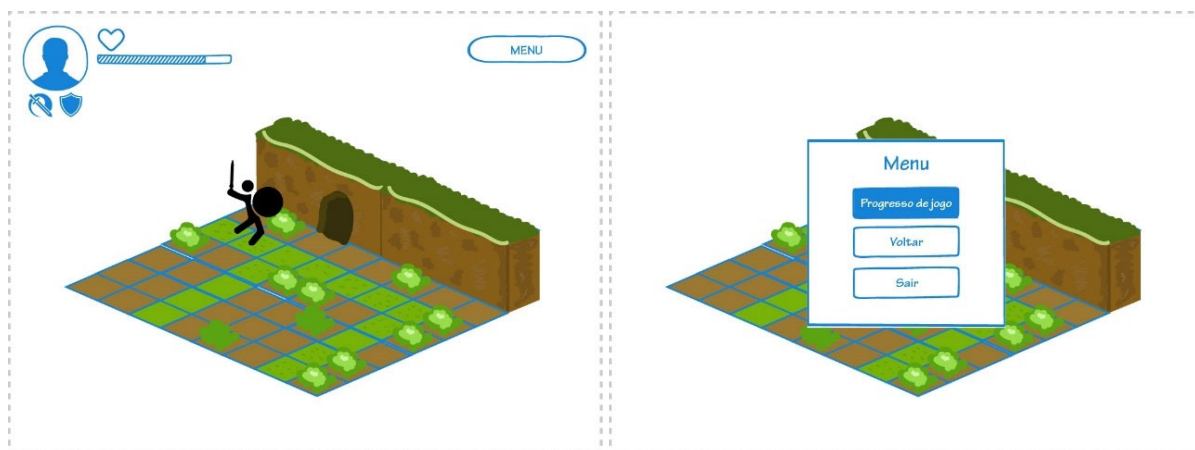
Quadro 16: Atributos inerentes a visualização do progresso do jogador junto ao jogo digital

Requisitos/Recomendações	1.17 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.12 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.9 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.4 / P1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Compensador; incentivador; apreciável; motivador.
Características do artefato	Apresentação; conteúdo; interação.
Atributo: () Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Desse modo, é apresentado por meio da Figura 31, o fluxo a ser seguido para que o jogador visualize seu progresso no jogo, sendo este projetado para ser acessado em qualquer momento do *gameplay* por meio de um menu suspenso. Para tal, a interface dispõe de botões projetados para que a navegação ocorra por comandos direcionais (teclado / *gamepad*), identificando o item que se encontra selecionado através do destaque visual e de uma narração sonora. Cabe destacar que a interface pode ser acessada tanto pelo cursor do mouse, quanto por atalhos de teclado. Ainda, por meio de botões de menu em periféricos como *gamepads* ou mesmo pela interface proposta no item 1.1 (p. 405) deste documento.

Figura 31: Modelos de interfaces para visualização do progresso do jogador junto ao jogo digital

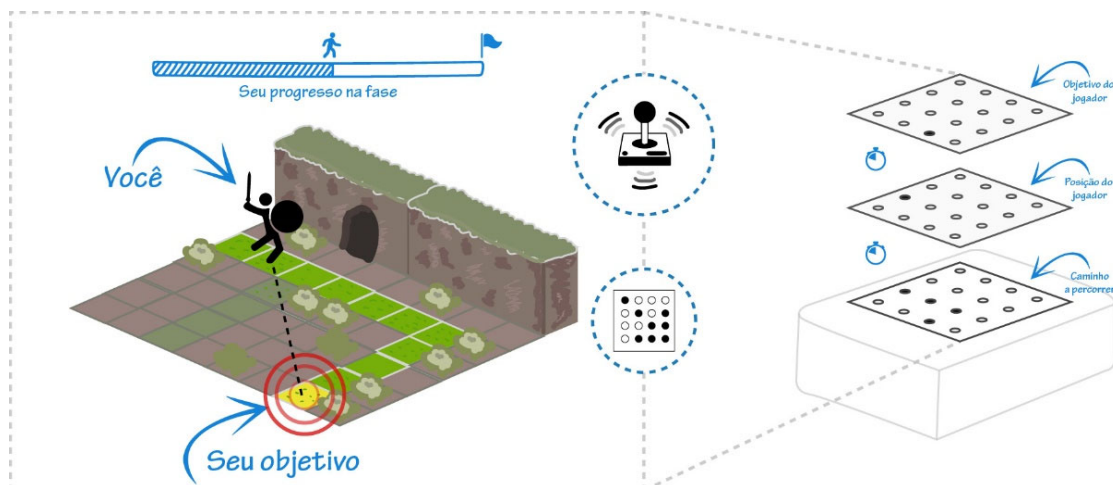


Fonte: O Autor (2022)

Neste quesito, a Figura 32 ilustra os *feedbacks* (visual, sonoro, tátil e háptico) ao jogador quanto seu progresso no jogo. Em suma, é apresentado ao jogador seu estado atual, o seu objetivo destacado visualmente, bem como o caminho a ser percorrido até o mesmo. Ainda, por meio de uma janela suspensa, é exibido ao jogador sua progressão no fluxo de jogo proposto. Cabe salientar que, assim como o

item de tutoria (p. 432), os *feedbacks* aqui presentes seguem o mesmo fluxo de comportamento do item em questão.

Figura 32: Modelo de representação do progresso do jogador junto ao jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.5 QUANTO À REPRESENTAÇÃO

Referem-se aos modelos de representação propostos nos fluxos de jogos por intermédio das interfaces tátil, háptica, sonora e visual. Assim sendo, os itens abaixo detalham as características singulares de cada um dos modos de representação.

2.5.1 Tátil / Háptica

Trata-se da proposição de modelos de representação tátil e háptico de elementos de cenário, jogadores, inimigos, itens, movimentações, colisões, dentre outros componentes contidos nos jogos digitais. Deste modo, são segmentadas abaixo em duas categorias: representação de *level design* e representação de interações, bem como seus respectivos modelos.

2.5.1.1 Representação de *level design*

Conforme as informações abordadas pelo Quadro 17, busca-se aqui representar as informações do *level design* do jogo digital por intermédio de um dispositivo de exibição tátil.

Quadro 17: Atributos inerentes a representação tátil do *level design* do jogo digital

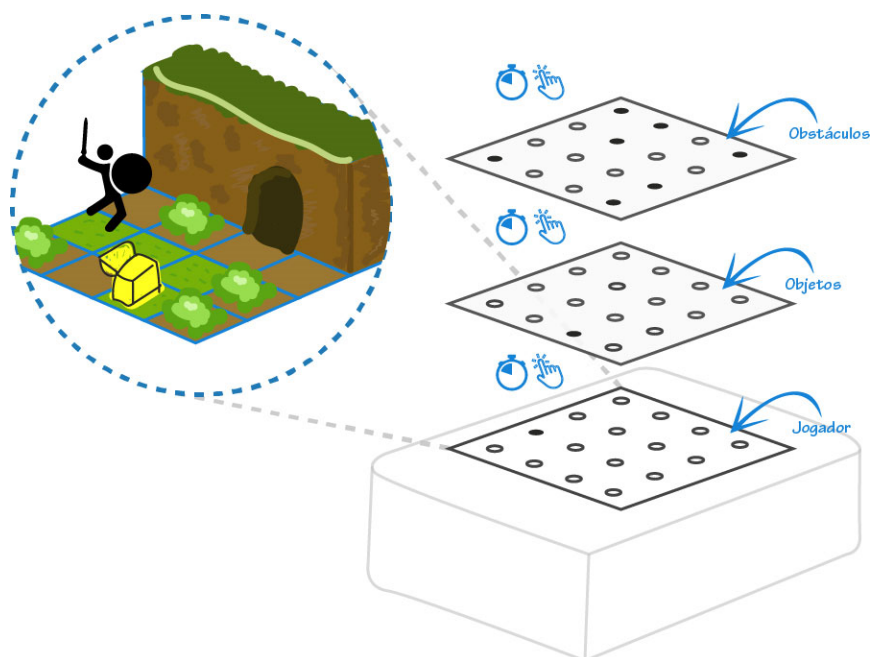
Requisitos/Recomendações	1.1.1 / 1.1.2 / 4.2.2 / 4.2.3 / 4.2.5 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 1.1 / C 1.2 / C 2.16 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.13 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P1.2 / P1.5 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Divertido; emocionalmente adequado; apreciável; proveitoso; agradável; eficiente no uso; seguro no uso; de boa utilidade; fácil entendimento.
Características do artefato	Apresentação; conteúdo; funcionalidade; interação.
Atributo: (X) Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Em um contexto em que o jogador está inserido em um ambiente envolvido por elementos estáticos e dinâmicos, se faz necessário que estas informações sejam repassadas ao jogador não apenas pelo sentido visual e sonoro, mas também pelo sentido tátil. Assim sendo, dentro das limitações impostas por estas interfaces, como a densidade, resolução e o *feedback* de forma binária, bem como o tempo de exploração e assimilação da informação por parte do usuário, é alvidrado que estas informações sejam representadas de forma sucinta.

Deste modo, a Figura 33 visa ilustrar um possível fluxo de representação destes elementos visuais, os quais são segmentados em quadrantes, para a forma tátil. Em síntese, é proposto que estas informações sejam repassadas ao jogador em camadas exibidas uma a uma por um intervalo de tempo pré-definido pelo usuário, ou a partir de sua interação. Como exemplo, é possível mencionar as camadas de obstáculos (pinos sobressalentes representam as paredes e os demais o caminho livre a ser percorrido), objetos ou itens contidos no cenário (representados por pinos sobressalentes), bem como da posição do jogador e da posição dos inimigos (representados pela intercalação do pino sobressalente).

Figura 33: Modelo de representação tátil do *level* design do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Cabe destacar ainda que, devido às baixas resoluções destas interfaces, não se faz possível exibir tudo que está expresso visualmente. Dessa forma, dentro da resolução fisicamente permitida, é sugerido que à transposição tátil dos quadrantes se dê pelo cenário invólucro ao jogador, como representado pela figura acima.

2.5.1.2 Representação de interações

Além da representação supracitada quanto aos elementos de cenário no qual o jogador está inserido, se faz necessário também retratar de forma tátil e háptica a sinalização de interações do jogador com o jogo.

Conforme as informações abordadas pelo Quadro 18, busca-se aqui representar meios de informar ao usuário através do sentido tátil (*tactons*) e háptico (códigos vibratórios). Assim, é possível apontar o direcionamento do jogador até o objetivo, o sentido de suas colisões com os obstáculos, a representação de danos sofridos ou mesmo pontos de vida ganhos, bem como sinalizar itens, inimigos e passagens.

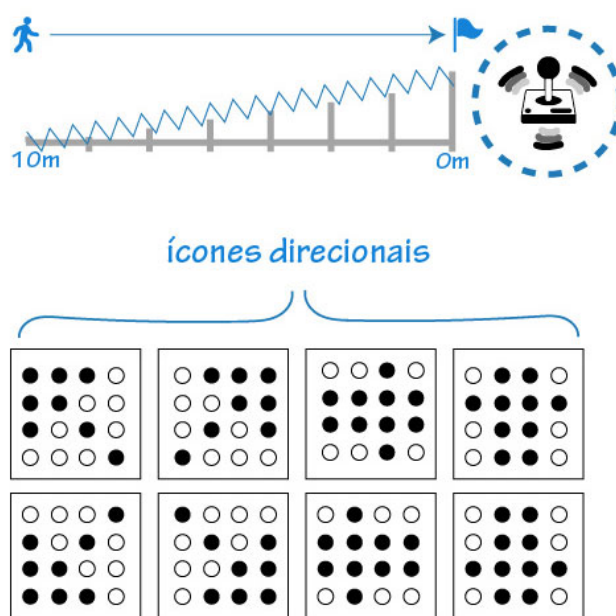
Quadro 18: Atributos inerentes a representação tátil e háptica de interações do jogo digital com o jogador

Requisitos/Recomendações	1.1.1 / 1.1.2 / 1.1.3 / 4.2.2 / 4.2.3 / 4.2.4 / 4.2.5 / 4.3.1 / 4.3.2 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 1.1 / C 1.2 / C 1.3 / C 2.16 / C 2.17 / C 2.18 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.13 / A 2.14 do Apêndice L
Usuários interessados	P1.1 / P 1.4 / P 1.5 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Divertido; emocionalmente adequado; apreciável; proveitoso; agradável; eficiente no uso; seguro no uso; de boa utilidade; fácil entendimento.
Características do artefato	Apresentação; conteúdo; funcionalidade; interação.
Atributo: (X) Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

A Figura 34 ilustra o modelo de representação para informar o jogador do seu objetivo. Para tal, o *feedback* háptico, é exposto por meio de uma crescente linear do sistema vibratório do dispositivo em uma área estabelecida, onde sem vibração é a distância máxima do jogador ao objeto, e vibração máxima é a distância mínima do jogador ao objeto. Já para o *feedback* tátil, recorre-se aos denominados *tactons* estáticos, que em um curto intervalo de tempo informam ao jogador através de representações gráficas táteis a direção a ser seguida pelo jogador no mapa.

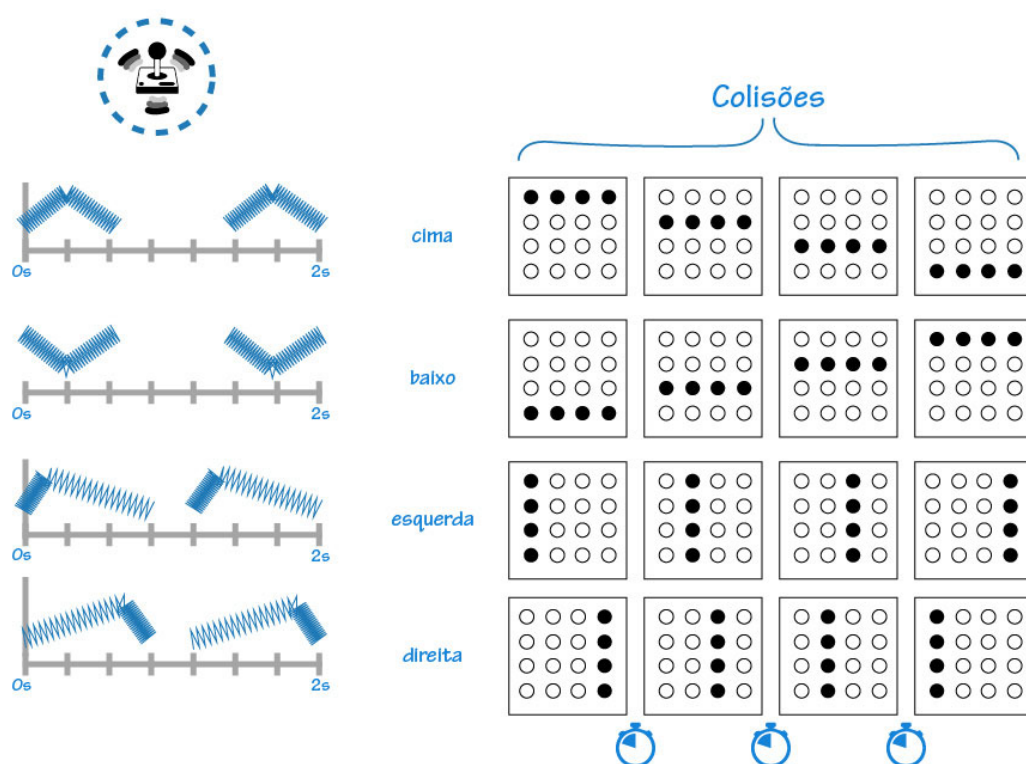
Figura 34: Modelo de representação tátil e háptica de direcionamento do jogador ao objetivo no fluxo do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Sobre as colisões que o jogador pode sofrer ao se deparar com obstáculos ao longo do jogo, são propostos conforme ilustrado na Figura 35, avisos táteis e hápticos informando a direção dos vetores normais destas colisões. Para o *feedback* háptico, se emprega o uso de curvas lineares no sistema de vibração em intervalos de tempos definidos, de modo que se tenham códigos hápticos das interações. Já para o *feedback* tátil se utiliza de *tactons* animados, representando animações do sentido da colisão.

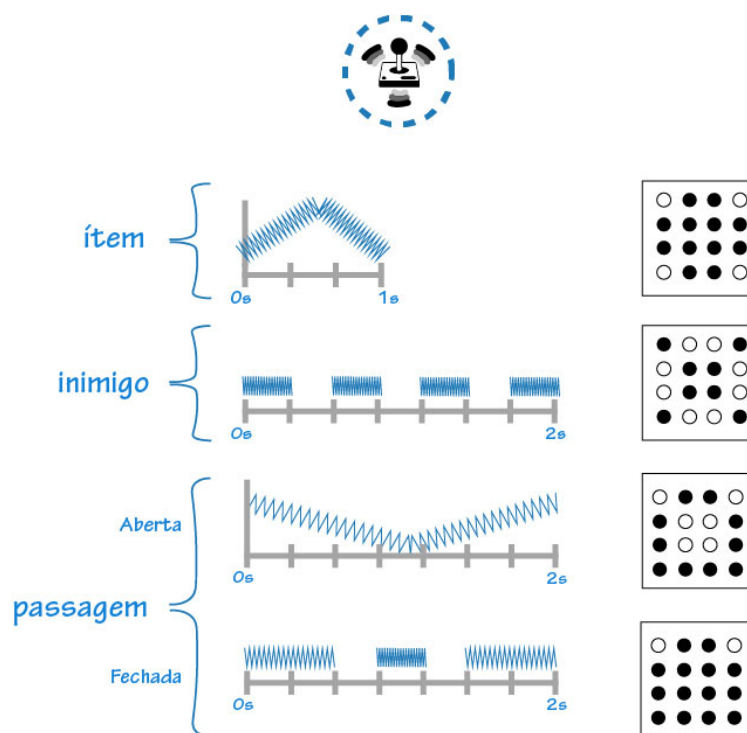
Figura 35: Modelo de representação tátil e háptica de colisões sofridas pelo jogador dentro do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Quanto à sinalização de elementos padrões como: itens, inimigos e passagens, a Figura 36 ilustra de igual forma aos modelos anteriores (por meio de códigos hápticos e *tactons*) o *feedback* ao jogador. Ainda é possível que estas e outras representações, possam se dar de diversas formas e formatos, cabendo ao designer do jogo o poder da criação.

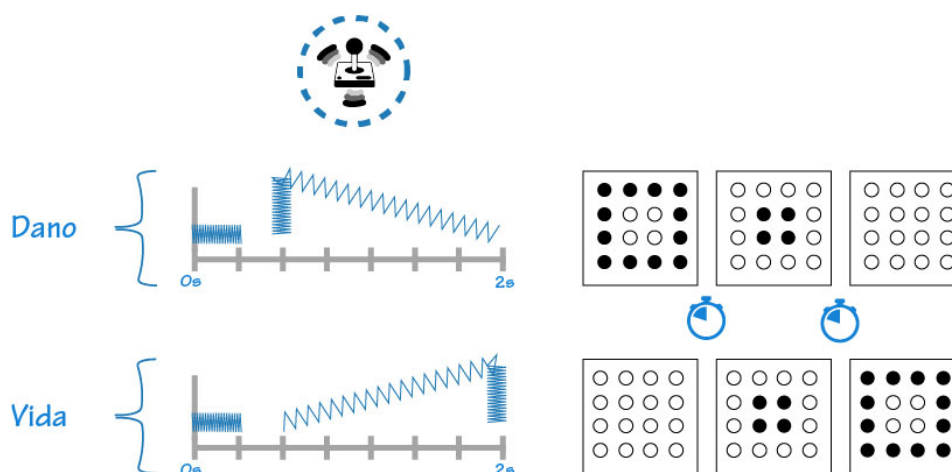
Figura 36: Modelos de representações tátil e háptica de interações com cenário, inimigos ou itens do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Por fim, para a representação de danos sofridos pelo jogador ou mesmo pontos de vida ganhos, é proposto por meio da Figura 37, o declive ou aclive da onda no sistema de vibração, bem como a externalização ou internalização do sentido da animação do *tacton*, que busca simbolizar uma explosão ou implosão.

Figura 37: Modelo de representação tátil e háptica de danos ou benefícios adquiridos pelo jogador no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.5.2 Sonora

Refere-se à proposição de modelos de representação sonora de elementos do jogo, bem como sua ambientação e sinalização. Desta forma, o Quadro 19 pontua os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, tais como, a arquitetura de interface, os casos de tarefa, as metas de usabilidade almejadas com a utilização desta interface, suas características intrínsecas e a caracterização de seus atributos.

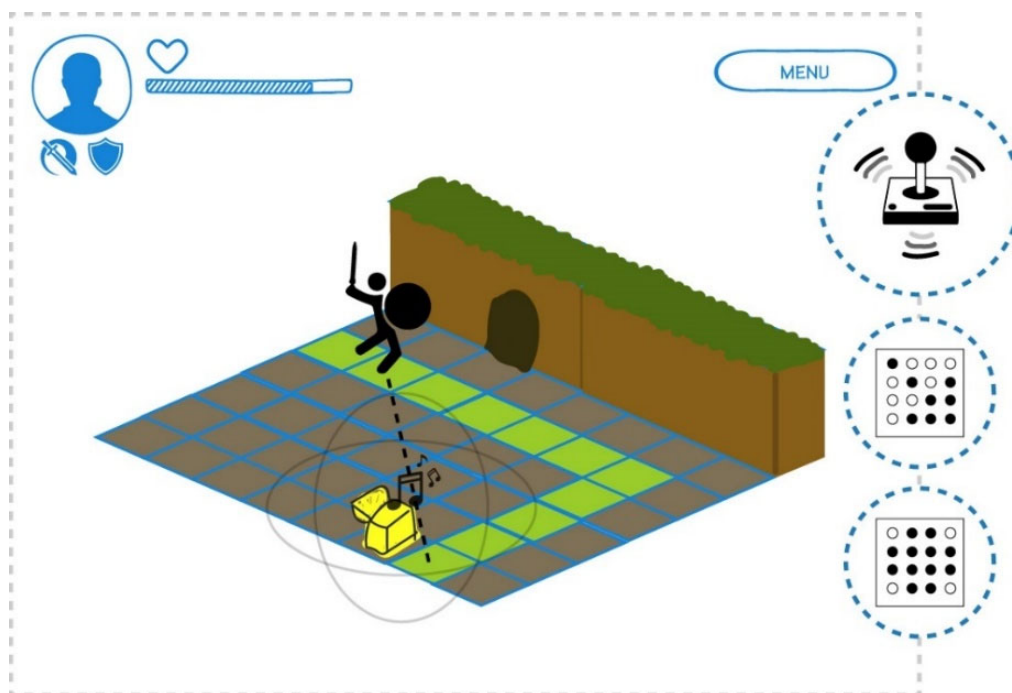
Quadro 19: Atributos inerentes a representação sonora de elementos do jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.4.1 / 4.4.2 / 4.4.3 / 4.4.5 / 4.4.6 / 4.4.8 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.19 / C 2.20 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.15 do Apêndice L
Usuários interessados	P 1.1 / P 1.2 / P 1.3 / P 1.5 / P 3.1 / P 3.2 / P 3.3 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Divertido; interessante; emocionalmente adequado; apreciável; proveitoso; agradável; eficiente no uso; seguro no uso; de boa utilidade; fácil entendimento.
Características do artefato	Apresentação; conteúdo; funcionalidade; interação.
Atributo: () Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Neste sentido, se faz necessário que o jogo contemple não somente o uso do áudio espacial, mas também de ícones auditivos (*Auditory Icons*) e auriculares (*Earcons*), trilha sonora dinâmica e narrações (sintéticas ou humanizadas). Como representado pela Figura 38, o emprego destas técnicas auxilia na caracterização e localização de elementos dentro do *level design* por parte do jogador, além de ambientar e instruir o jogador ao longo do fluxo de jogo.

Figura 38: Modelo de representação sonora quanto a caracterização de elementos do jogo digital

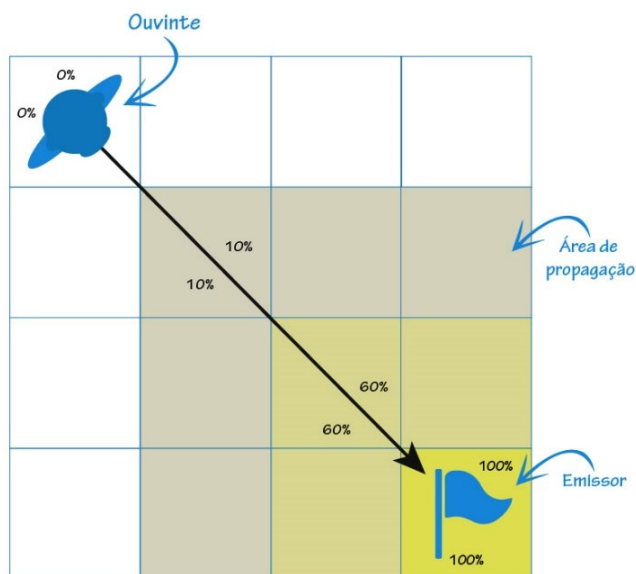


Fonte: O Autor (2022)

Assim sendo, a partir dos modelos elencados acima é proposto que:

- Cada objeto de interação, disposto no cenário, apresente um som característico emitido repetidamente de sua posição, ganhando intensidade de acordo com a aproximação do jogador (Figura 39). O objeto, quando coletado, esbarrado, ou sofrido com quaisquer outras interações, deve reproduzir efeitos sonoros específicos, de modo a propiciar que o usuário identifique a ação. Ainda cabe destacar que, na existência de objetos de comportamento análogo, compete ao sistema o gerenciamento de prioridade de execução do áudio, de modo a não gerar sobrecarga cognitiva ao jogador;

Figura 39: Modelo de representação de espacialidade sonora de itens do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

- Haja representação sonora para todas as ações de movimento espacial no cenário, bem como de ações realizadas pelo jogador.
- Haja avisos sonoros para exibição e ocultação de janelas, avisos ou quaisquer outros elementos visuais que saltem na tela;
- Existam narrações que descrevam o ambiente, os personagens, bem como os objetivos a serem executados;
- Recorra à dinamicidade das trilhas sonoras (alteração de *pitch*, volume, instrumentação, cadência, dentre outros), a fim de enfatizar as interações do jogo com o ambiente.

2.5.3 Visual

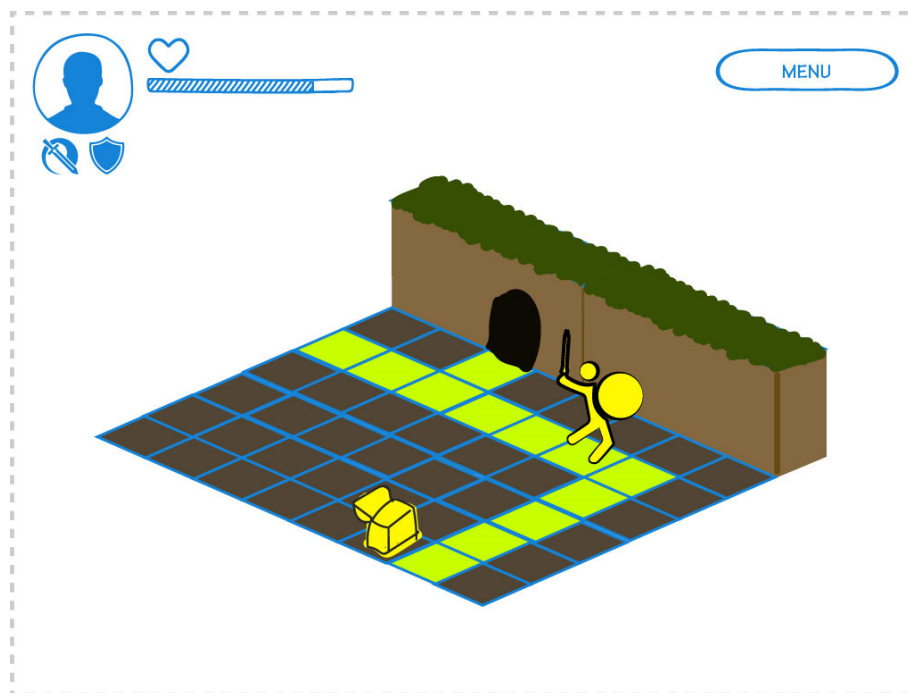
Trata-se da proposição de modelos de representação visual de elementos do jogo como: a minimização cognitiva, a representação espacial de elementos de cenário e a representação das câmeras de jogo. Os itens abaixo detalham as características singulares a cada um dos modelos.

2.5.3.1 Minimização cognitiva e visual

Levando em consideração os jogadores com baixa visão, a minimização cognitiva busca resumir/simplificar os elementos visuais aparentes durante o fluxo de

jogo, de modo que permaneça em tela apenas os itens essenciais à jogabilidade. Ainda é proposto que texturas e efeitos visuais sejam simplificados, a partir de paletas de cores contrastantes, facilitando, assim, a compreensão da cena por parte do jogador. Posto isso, a Figura 40 ilustra a aplicação dos modelos acima descritos.

Figura 40: Modelo de representação visual quanto a diminuição cognitiva de elementos em tela do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

O Quadro 20 pontua os Requisitos/Recomendações inerentes a este tópico, como, a arquitetura de interface, os casos de tarefa, as metas de usabilidade almeçadas com a utilização desta interface, suas características intrínsecas e a caracterização de seus atributos.

Quadro 20: Atributos inerentes a mineralização cognitiva e visual do jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.1.19 / 4.2.5 / 4.5.1 / 4.5.4 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.14 / C 2.23 / C 2.24 / C 2.26 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.11 / A 2.17 do Apêndice L
Usuários interessados	P 1.1 / P 1.2 / P 1.5 / P 3.2 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Divertido; interessante; emocionalmente adequado; apreciável; proveitoso; agradável; eficiente no uso; seguro no uso; de boa utilidade; fácil entendimento.
Características do artefato	Apresentação; conteúdo; funcionalidade; interação.
Atributo: () Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

2.5.3.2 Representação espacial

Como pontuado pelas informações que contemplam o Quadro 21, trata-se da escala/fidelidade ao ambiente real simulado o qual as dimensões devem ser preservadas pelo jogo, bem como a sobreposição espacial entre os diversos elementos.

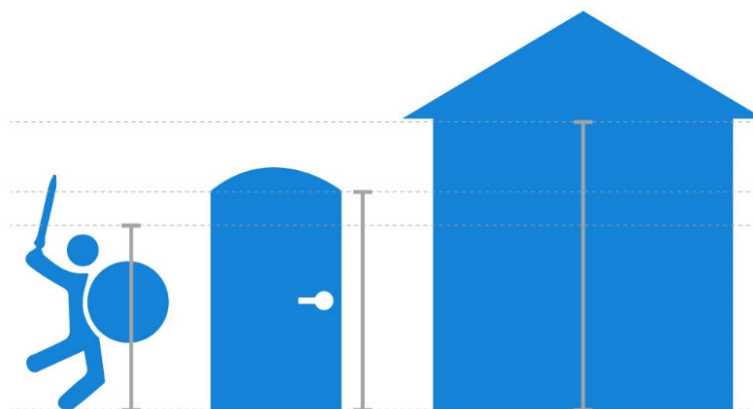
Quadro 21: Atributos inerentes a representação espacial de elementos do jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.5.7 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.28 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.20 do Apêndice L
Usuários interessados	P 1.1 / P 1.2 / P 1.5 / P 3.1 / P 3.2 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Eficácia no uso; fácil entendimento.
Características do artefato	Apresentação.
Atributo: () Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Assim sendo, é ilustrada pela Figura 41 a proposição quanto à representação da escala na construção dos elementos de cenário que contemplam o jogo. Tal modelo busca evitar que haja má interpretação por usuários com deficiência visual dos modelos digitais com os constituídos modelos mentais.

Figura 41: Modelo de representação escalar de elementos do jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

2.5.3.3 Representações de câmeras

Com base nos itens pontuados pelo Quadro 22, e levando em consideração que o mesmo jogo pode ser jogado por usuários com deficiência visual total, parcial ou mesmo sem deficiência, é necessário que seja disponibilizado mais de um meio de visualização da representação do jogo.

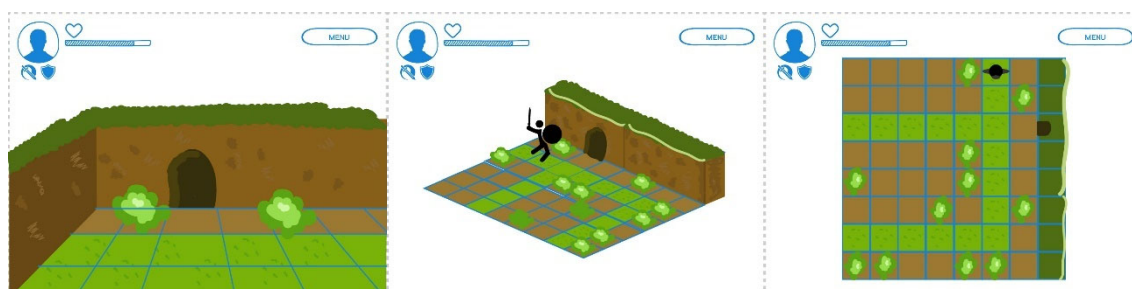
Quadro 22: Atributos inerentes a visualização do espaço do jogo digital

Requisitos/Recomendações	4.5.2 / 4.5.3 do Apêndice I
Casos de tarefa	C 2.25 do Apêndice K
Arquitetura de interface	A 2.18 do Apêndice L
Usuários interessados	P 1.1 / P 1.4 / P 1.5 / P 3.1 / P 3.2 do Apêndice J
Metas de Usabilidade	Apreciável; agradável; satisfatório; eficiente no uso; de boa utilidade; fácil entendimento.
Características do artefato	Apresentação; funcionalidade.
Atributo: () Pragmático (X) Hedônico	

Fonte: O Autor (2022)

Deste modo, é proposto aqui o emprego de três modelos de representações de câmera durante o fluxo do jogo, dando ao jogador a livre opção de escolha antes ou durante a atividade. Em suma, estas opções buscam facilitar o jogador em sua localização espacial no cenário virtual. A Figura 42 ilustra os três modelos de câmeras aqui propostos, sendo estas já descritas no item 2.3.4 na seção de câmeras.

Figura 42: Modelos de representações de câmeras no jogo digital



Fonte: O Autor (2022)

Apêndice N

**VALIDAÇÃO DOS APORTES METODOLÓGICOS PARA O USO DE INTERFACES
COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS NAS ATIVIDADES DE JOGOS DIGITAIS ÀS
PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Validação das interfaces propostas no Apêndice M com base nos princípios de usabilidade adaptado das regras de ouro de Shneiderman (SHNEIDERMAN; PLAISANT, 2009) e das regras de usabilidade propostas por Nielsen (NIELSEN, 1994)

Visibilidade e acesso fácil às informações existentes: A aplicação deve manter o usuário informado sobre todos os processos e alterações de estado através de feedback e em um tempo razoável.

Visibilidade do estado do aplicativo	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
A aplicação apresenta o posicionamento do usuário	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração			X		
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				

Visibilidade do estado do aplicativo	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria	X				
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador	X				
Os lugares / seções possíveis de explorar estão claramente assinalados	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles		X			
	2.3.2 - Configuração de Áudio		X			

Visibilidade do estado do aplicativo	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.3 - Configuração vídeo		X			
	2.3.4 - Configuração jogabilidade		X			
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			

OBSERVAÇÕES:

Sugere-se um redesenho da interface de depuração de modo que fique mais claro suas funções;

Relação entre a aplicação e o mundo real: A aplicação deve possuir uma linguagem próxima a de seus usuários em vez de conceitos e detalhes técnicos orientados ao sistema. A aplicação deve seguir as convenções do mundo real e exibir as informações em uma ordem lógica e natural.

Relação entre a aplicação e o mundo real	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
A linguagem é clara	1.3 - Instalação e configuração				X	
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles		X			
	2.3.2 - Configuração de Áudio		X			
	2.3.3 - Configuração vídeo		X			
	2.3.4 - Configuração jogabilidade		X			
	2.4.1 - Seleção de perfil		X			

Relação entre a aplicação e o mundo real	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades	X				
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
Os conceitos utilizados são entendíveis	1.3 - Instalação e configuração			X		
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles		X			
	2.3.2 - Configuração de Áudio		X			
	2.3.3 - Configuração vídeo		X			

Relação entre a aplicação e o mundo real	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.4 - Configuração jogabilidade		X			
	2.4.1 - Seleção de perfil		X			
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
As palavras são de significado conhecido	1.3 - Instalação e configuração				X	
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles			X		

Relação entre a aplicação e o mundo real	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.2 - Configuração de Áudio			X		
	2.3.3 - Configuração vídeo			X		
	2.3.4 - Configuração jogabilidade			X		
	2.4.1 - Seleção de perfil		X			
	2.4.2 – Janelas de Tutoria	X				
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
Os ícones possuem significado próprio	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação			X		

Relação entre a aplicação e o mundo real	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles					X
	2.3.2 - Configuração de Áudio					X
	2.3.3 - Configuração vídeo					X
	2.3.4 - Configuração jogabilidade					X
	2.4.1 - Seleção de perfil		X			
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades					X
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			

OBSERVAÇÕES:

Sugere-se um redesenho das interfaces quanto a adição de iconografia; sugere-se o uso de linguagem menos técnica quanto ao gerenciamento de periféricos;

Controle da aplicação pelo usuário e liberdade: A aplicação deve permitir que o usuário se sinta no controle do sistema, desfaça e refaça suas ações e possibilidade a saída da aplicação a qualquer momento.

Controle da aplicação pelo usuário e liberdade	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
É fácil regressar a interface anterior imediatamente	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação		X			
	2.2 - Acoplamento de dispositivos					X
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria					X

Controle da aplicação pelo usuário e liberdade	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades					X
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador					X
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador	X				
É fácil voltar a interface principal de qualquer ponto da aplicação	1.3 - Instalação e configuração	X				
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				

Controle da aplicação pelo usuário e liberdade	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.1 - Seleção de perfil				X	
	2.4.2 – Janelas de Tutoria				X	
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador	X				
Prover elementos de interface próprios para voltar ou ir a outros lugares	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação		X			
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				

Controle da aplicação pelo usuário e liberdade	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil				X	
	2.4.2 – Janelas de Tutoria				X	
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador	X				

OBSERVAÇÕES:

Sugere-se um redesenho das interfaces quanto às opções de regresso e navegação entre janelas;

Consistência e padrões: A aplicação deve manter o comportamento de forma intuitiva, padrão e consistente para facilitar a interação. Isso estimular a memória de curto prazo e estimula o aprendizado do usuário.

Consistência e padrões	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Existe coerência entre as funcionalidades e o lugar em que elas estão localizadas.	1.3 - Instalação e configuração	X				
	1.5 - Depuração	X				
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil			X		
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		

Consistência e padrões	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador			X		
Todos os links das interfaces têm conteúdo	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração			X		
	2.1 - Navegação		X			
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles		X			
	2.3.2 - Configuração de Áudio		X			
	2.3.3 - Configuração vídeo		X			
	2.3.4 - Configuração jogabilidade		X			

Consistência e padrões	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.1 - Seleção de perfil		X			
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
Existe coerência entre o nome de uma interface e o seu conteúdo	1.3 - Instalação e configuração	X				
	1.5 - Depuração		X			
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				

Consistência e padrões	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador		X			
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador	X				
Só existe uma forma de acesso a uma mesma interface	1.3 - Instalação e configuração	X				
	1.5 - Depuração	X				
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		

Consistência e padrões	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria	X				
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			

OBSERVAÇÕES:

--

Prevenção de erros: A aplicação deve evitar que erros aconteçam. Por exemplo, ocultar ou desativar funcionalidades indisponíveis, avisar os usuários sobre ações críticas e fornecer acesso a informações adicionais.

Prevenção de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Existem mensagens que previnem possíveis erros	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles			X		
	2.3.2 - Configuração de Áudio			X		
	2.3.3 - Configuração vídeo			X		
	2.3.4 - Configuração jogabilidade			X		
	2.4.1 - Seleção de perfil		X			
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			

Prevenção de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
É possível prever possíveis erros	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos					X
	2.3.1 - Configuração de Controles				X	
	2.3.2 - Configuração de Áudio				X	
	2.3.3 - Configuração vídeo				X	
	2.3.4 - Configuração jogabilidade				X	

Prevenção de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.1 - Seleção de perfil			X		
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador			X		
A aplicação não induz a cometer erros	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos				X	
	2.3.1 - Configuração de Controles				X	
	2.3.2 - Configuração de Áudio				X	

Prevenção de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.3 - Configuração vídeo				X	
	2.3.4 - Configuração jogabilidade				X	
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria	X				
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador			X		

OBSERVAÇÕES:

Sugere-se a inserção de micro explicações quanto as funções de instalação/configuração para que se diminua o viés de erros;

Aprendizagem e Redução da carga de memória do usuário: A aplicação deve oferecer objetos, ações e opções visíveis para que o usuário aprenda durante a interação, evitando, assim, que os usuários memorizem informações em demasia. As informações da interface devem ser claras e suficientes para o usuário concluir uma tarefa.

Aprendizagem e Redução da carga de memória do usuário	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Os ícones são facilmente reconhecíveis	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação		X			
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles					X
	2.3.2 - Configuração de Áudio					X
	2.3.3 - Configuração vídeo					X
	2.3.4 - Configuração jogabilidade					X
	2.4.1 - Seleção de perfil			X		

Aprendizagem e Redução da carga de memória do usuário	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades					X
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador		X			
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
Os links são identificados claramente	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles		X			
	2.3.2 - Configuração de Áudio		X			
	2.3.3 - Configuração vídeo		X			

Aprendizagem e Redução da carga de memória do usuário	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.4 - Configuração jogabilidade		X			
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
É possível reconhecer onde se encontra o usuário	1.3 - Instalação e configuração			X		
	1.5 - Depuração			X		
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				

Aprendizagem e Redução da carga de memória do usuário	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			

OBSERVAÇÕES:

Ressalta-se o uso de iconografia;

Flexibilidade e eficiência de uso: A aplicação deve ser capaz de carregar e exibir as informações necessárias em um tempo razoável e minimizar as etapas necessárias para executar uma tarefa.

Flexibilidade e eficiência de uso	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
As interfaces são de fácil acesso	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração		X			
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		

Flexibilidade e eficiência de uso	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
As interfaces permitem adaptação ao usuário	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação		X			
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles		X			
	2.3.2 - Configuração de Áudio		X			
	2.3.3 - Configuração vídeo		X			
	2.3.4 - Configuração jogabilidade		X			

Flexibilidade e eficiência de uso	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador			X		
As interfaces favorecem a continuidade dos trabalhos na aplicação	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração			X		
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				

Flexibilidade e eficiência de uso	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			

OBSERVAÇÕES:

--

Estética e design minimalista: A interface da aplicação deve ser a mais simples possível, pois cada recurso ou informação adicionada em tela gera mais um item para o usuário assimilar. O sistema deve apresentar apenas a informação que o usuário precisa. Informações que serão utilizadas juntas devem ser exibidas perto, em conjunto e na mesma tela.

Estética e design minimalista	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
As informações providas pela aplicação são relevantes?	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				

Estética e design minimalista	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador		X			
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
O conteúdo está bem classificado	1.3 - Instalação e configuração			X		
	1.5 - Depuração			X		
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				

Estética e design minimalista	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador		X			
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
O conteúdo está corretamente organizado	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração			X		
	2.1 - Navegação	X				
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				

Estética e design minimalista	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador		X			
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
O conteúdo está bem distribuído na aplicação	1.3 - Instalação e configuração				X	
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação	X				

Estética e design minimalista	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 - Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador		X			
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			

OBSERVAÇÕES:

Ressalta-se um redesenho da interface de depuração de modo que fique mais claro suas funções;

Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros: A aplicação deve exibir mensagens de erro em uma linguagem familiar ao usuário, indicando o problema de maneira precisa e sugerindo uma solução construtiva.

Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
É fácil reconhecer quando ocorre um erro	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos					X
	2.3.1 - Configuração de Controles				X	
	2.3.2 - Configuração de Áudio				X	
	2.3.3 - Configuração vídeo				X	
	2.3.4 - Configuração jogabilidade				X	
	2.4.1 - Seleção de perfil			X		
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		

Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador		X			
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador			X		
Depois que ocorre o erro é fácil voltar a interface de origem	1.3 - Instalação e configuração		X			
	1.5 - Depuração			X		
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles	X				
	2.3.2 – Configuração de Áudio	X				
	2.3.3 - Configuração vídeo	X				
	2.3.4 - Configuração jogabilidade	X				

Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.1 - Seleção de perfil			X		
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador	X				
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador			X		
Quando ocorre um erro existem mecanismos para solucioná-lo	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos					X
	2.3.1 - Configuração de Controles				X	
	2.3.2 - Configuração de Áudio				X	

Reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.3 - Configuração vídeo				X	
	2.3.4 - Configuração jogabilidade				X	
	2.4.1 - Seleção de perfil			X		
	2.4.2 – Janelas de Tutoria			X		
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador				X	
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador			X		

OBSERVAÇÕES:

Atualmente não há interfaces que apontem erros na aplicação, deste modo é sugerido suas criações; também se sugere a implementação de uma funcionalidade que retorne as configurações originais, ou mesmo que verifique se as novas alterações estão de acordo antes de aplica-las;

Ajuda e documentação: A aplicação deve ter uma opção de ajuda na qual problemas comuns e formas de resolvê-los são especificados. A aplicação também deve fornecer documentação fácil de se encontrar, centrada na tarefa principal do usuário e indicando etapas concretas a serem seguidas.

Ajuda e documentação	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
Existe algum tipo de ajuda ou indicação na aplicação	1.3 - Instalação e configuração				X	
	1.5 - Depuração				X	
	2.1 - Navegação				X	
	2.2 - Acoplamento de dispositivos			X		
	2.3.1 - Configuração de Controles				X	
	2.3.2 - Configuração de Áudio				X	
	2.3.3 - Configuração vídeo				X	
	2.3.4 - Configuração jogabilidade				X	
	2.4.1 - Seleção de perfil		X			

Ajuda e documentação	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.4.2 – Janelas de Tutoria	X				
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades			X		
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador	X				
Quando existe ajuda, ela é específica	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles				X	
	2.3.2 - Configuração de Áudio				X	
	2.3.3 - Configuração vídeo				X	

Ajuda e documentação	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.4 - Configuração jogabilidade				X	
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria	X				
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			
A ajuda está acessível	1.3 - Instalação e configuração					X
	1.5 - Depuração					X
	2.1 - Navegação			X		
	2.2 - Acoplamento de dispositivos		X			
	2.3.1 - Configuração de Controles				X	

Ajuda e documentação	Interface	Totalmente de acordo	De acordo	Neutro	Em desacordo	Totalmente em desacordo
	2.3.2 - Configuração de Áudio				X	
	2.3.3 - Configuração vídeo				X	
	2.3.4 - Configuração jogabilidade				X	
	2.4.1 - Seleção de perfil	X				
	2.4.2 – Janelas de Tutoria		X			
	2.4.3.1 – Janelas de Detecção de dificuldades		X			
	2.4.3.2 - Salvamento de progresso do jogador			X		
	2.4.3.3 - Visualização de progresso do jogador		X			

OBSERVAÇÕES:

Sugere-se um redesenho das telas de configuração, instalação e navegação de modo que haja informações exemplificando as funções (estas podem se dar por meio de “*tooltips*”);

Avaliação de conformidades da aplicação proposta na fase de viabilização (Item 4.3.2, p.151) com base nas recomendações elucidadas no item 2.7.3.2.1 (p.81), item 2.7.3.2.2 (p. 82) e item 2.5.2.4 (p. 59).

Sobre a aplicação no geral (jogo e interface), qualifique a quanto:

Categoria	Recomendação	Excelente	Bom	Neutro	Regular	Insuficiente
SONORA	Áudio 3D (Deve ser utilizado o áudio especializado, para simular a posição de objetos fixos por meio de sinais sonoros)	X				
	Ícones auditivos (Deve ser utilizado efeitos sonoros específicos aos objetos, de modo que o usuário identifique o objeto do qual se aproxima)	X				
	Sons de movimento (Deve ser associado um som particular/específico para todas as ações de movimento espacial no mapa)	X				
	Vocalização (Quando aplicável, o jogo deve fornecer locuções dos elementos textuais)		X			

Categoria	Recomendação	Excelente	Bom	Neutro	Regular	Insuficiente
	<p>Comandos de voz</p> <p>(Quando aplicável, o jogo deve permitir diferentes sistemas de reconhecimento de voz)</p>					X
VISUAL	<p>Design universal</p> <p>(A representação gráfica deve permitir que o jogo possa ser utilizado por usuários videntes e não videntes)</p>	X				
	<p>Zoom</p> <p>(O sistema deve fornecer opções de zoom para aumentar o tamanho dos elementos do jogo)</p>					X
	<p>Fontes e contrastes</p> <p>(O ambiente virtual deve oferecer paletas de cores de alto contraste, além do uso de fontes sem serifa para melhorar a legibilidade)</p>					X
	<p>Perspectiva</p> <p>(O ambiente virtual deve oferecer pontos de perspectiva para facilitação da navegação)</p>		X			

Categoria	Recomendação	Excelente	Bom	Neutro	Regular	Insuficiente
	<p>Interface pessoal</p> <p>(O sistema deve disponibilizar meios de remanejar os componentes da interface para que o usuário possa usá-las com eficácia e eficiência.)</p>					X
TÁTIL / HÁPTICA	<p>Feedback</p> <p>(Deve haver feedback tátil/háptico que descrevam: objetos e ações no jogo)</p>	X				
	<p>Controle</p> <p>(Para evitar sobrecarga cognitiva, deve haver informações essenciais e contextualizadas do mapa para conscientizar o usuário de sua posição e orientação em relação aos seus alvos e pontos de referência)</p>		X			
INFORMAÇÕES ESPACIAIS	<p>Tutorial, ajuda e documentação</p> <p>(O jogo deve apresentar de forma hierarquizada um modo de tutoria, ajuda, dicas e lembretes para auxiliar o jogador. Além de fornecer manuais, instruções de instalação e mecanismos de configuração)</p>					X

Categoria	Recomendação	Excelente	Bom	Neutro	Regular	Insuficiente
	<p align="center">Preservação</p> <p>(O sistema deve oferecer aos jogadores opções de salvar e reter as configurações de apresentação e controles entre as sessões de jogo)</p>					X
	<p align="center">Progresso e feedback</p> <p>(O jogo deve permitir que o jogador visualize seu progresso durante as diferentes fases, além de mantê-lo informado sobre o que está acontecendo, o ambiente em que ele se encontra inserido e as ações que são relevantes para a progressão do jogo)</p>			X		
	<p align="center">Níveis</p> <p>(O sistema deve fornecer níveis distintos de dificuldade de acordo com o perfil do usuário, de modo que o jogador possa evitar um forte conteúdo emocional a fim de continuar a jogar em um nível moderado de desafio emocional.)</p>			X		
	<p align="center">Prioridades</p> <p>(O sistema deve priorizar a interação com objetos essenciais, para que possam receber as informações e entendê-las de maneira legível.)</p>		X			

Categoria	Recomendação	Excelente	Bom	Neutro	Regular	Insuficiente
	<p>Densidade</p> <p>(Deve ser definido um número mínimo e máximo de elementos a serem incluídos no mapa, de modo não gerar sobrecarga cognitiva do usuário)</p>		X			
	<p>Escala</p> <p>(O sistema deve manter a escala/fidelidade ao ambiente real simulado)</p>		X			
	<p>Navegação</p> <p>(A navegação do jogador deve ser restrita a um plano bidimensional com acesso limitado à terceira dimensão)</p>		X			
	<p>Segundo canal</p> <p>(O sistema deve oferecer aos jogadores canais adicionais de informação por meio de diferentes modalidades, para que possam receber informações do jogo ou de suas interfaces de maneira confiável)</p>	X				
SISTEMA	<p>Customização de controles</p> <p>(O sistema deve permitir que os controles e comandos sejam alterados/reconfigurados pelo jogador de maneira simples e intuitiva).</p>					X

Categoria	Recomendação	Excelente	Bom	Neutro	Regular	Insuficiente
	Configurações de som e áudio (O jogo deve oferecer mecanismos para configuração da gestão do áudio)					X
	RECURSOS DE ACESSIBILIDADE (O sistema deve garantir fácil acesso ao jogador em sua atividade)		X			
	Consistência (Deve-se manter um padrão das ações fornecidas pelo sistema durante a interação dos usuários com o jogo)		X			

OBSERVAÇÕES:

Marcações apontadas como insuficiente se deram pela limitação de tempo quanto ao desenvolvimento do protótipo funcional, mas são de conhecimento do pesquisador como essenciais para o almejo da eficiência.

QUESTÕES ESPECÍFICAS - Expectativa versus Realidade (Jogo)

	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente	
Dimensões do mapa	1	2	3	4	5	4
Aspecto visual dos elementos	1	2	3	4	5	5
Aspecto sonoro (sons produzidos)	1	2	3	4	5	5
Aspecto tátil (representações)	1	2	3	4	5	4
Movimentação	1	2	3	4	5	4
Interação	1	2	3	4	5	4

OBSERVAÇÕES:

A representação tátil ainda se mostra confusa, principalmente quanto a navegação pelo cenário; Sugere-se como trabalhos futuros uma verificação com usuários com deficiência visual para validar ou mesmo redesenhar;

QUESTÕES ESPECÍFICAS - Quanto ao projeto de interface proposto no Apêndice M

Classificação Global	Interface	Excelente	Bom	Neutro	Regular	Insuficiente
Consistência	1.1 – Quanto ao periférico		X			
	1.2 – Quanto a embalagem	X				
	1.4 – Quanto ao uso		X			
Simplicidade	1.1 – Quanto ao periférico		X			
	1.2 – Quanto a embalagem		X			
	1.4 – Quanto ao uso		X			
Estética	1.1 – Quanto ao periférico	X				
	1.2 – Quanto a embalagem	X				
Informações e <i>Feedback</i>	1.1 – Quanto ao periférico		X			
	1.2 – Quanto a embalagem		X			
	1.4 – Quanto ao uso		X			

Compatibilidade com a tarefa e domínio do usuário	1.1 – Quanto ao periférico		X			
	1.2 – Quanto a embalagem		X			
	1.4 – Quanto ao uso				X	
Ajuda e documentação	1.1 – Quanto ao periférico		X			
	1.2 – Quanto a embalagem		X			
	1.4 – Quanto ao uso		X			

OBSERVAÇÕES:

Sugere-se um redesenho quanto o manche direcional e os botões de ação. Visto que em testes com o protótipo funcional apresentou-se dificuldade do manejo das ações de modo simultâneo. Como proposição ao problema abordado, sugere-se a fusão tanto dos botões de ação, quanto os de direção em um único comando.

ANEXO A - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS HYPERBRAILLE-F

Hyperbraille F Display 6240

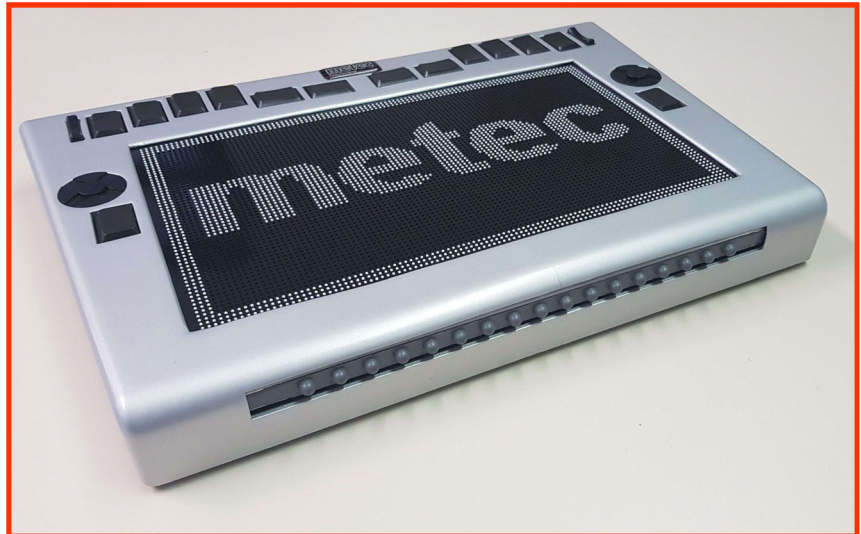
Dimension

Description

Data

2D- Screenreader

page 1 of 2



Unit: 370 x 245 x 42 (w x d x h)
Tactile area: 150 x 260m
Weight: ca. 4,0Kg

The display is build up with 6240 braille dots. The piezo driven dots (104 x 60) are for braille and graphic output. This tactile area with 150 x 260 mm is in addition touch-sensitive. The 5 point multitouch surface can also scan fingertips for gestures. Additional 14 buttons are for special functions or braille input, the cursor buttons and navigation line is for zooming, scrolling and ergonomic handling.

The display is connected via Bluetooth or USB.

Dimensions : 365 x 245 x 42mm (w x d x h)
Dot spacing: 2.5 mm
Dot stroke: ca. 0.7 mm
Tactile Force: > 30 cN
Connector: USB for data in and output, Bluetooth
Power supply 12V 4A
Touch: 5 point multitouch sensor area on top

Screenreader works independent.
May also connect to JAWS or Window Eyes.
Uses displays touch sensors to invoke mouse clicks, to route the cursor or to start audio explanation. Screenreader can be enhanced by programming AddIns

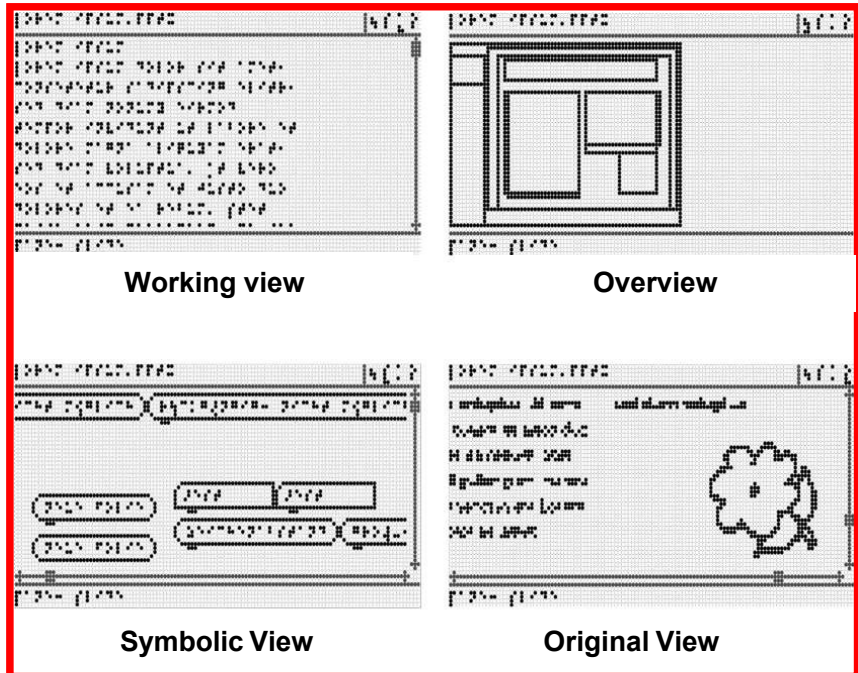
4 different types of views into programs:

Working View: To read much text fast
Overview: To recognize structures
Symbolic: To use widget in forms
Original: To read drawings and captchas

Hyperbraille F Display 6420

2D- Screenreader

Drivers



Drivers: Windows 10 HID

Development Interfaces:
Windows DLL
.Net 3.5 DLL (More Features)

ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO CEP 5066604



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL -
PROPESQ UFRGS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INTERFACES COMPUTACIONAIS MULTIMODAIS EM JOGOS DIGITAIS PARA ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: Aportes Metodológicos

Pesquisador: Régio Pierre da Silva

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 51973421.4.0000.5347

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.066.604

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de dissertação de mestrado de Jason Scalco Piloti do Programa de Pós-Graduação em Design, UFRGS. Este parece é baseado nos documentos registrados na Plataforma Brasil e contem trechos diretamente neles encontrados.

O projeto justifica-se a partir da observação de que jogos digitais têm se tornado cada vez mais presentes no cotidiano de crianças, jovens e adultos. Tal popularização é resultante do avanço tecnológico, que traz consigo uma vasta gama de meios de interação. No entanto, quando tratamos de pessoas com deficiência visual, barreiras são impostas com relação as suas interações com esse tipo de tecnologia. Mesmo no campo de audiogames, que utilizam o áudio como principal interface com o jogador, é notável déficits de experiencição pelas pessoas com deficiência visual.

Através de um processo de pesquisa orientado pelos paradigmas da Design Science Research, que utiliza métodos abduativos combinados com métodos indutivos e dedutivos, busca-se propor aportes metodológicos para o desenvolvimento de dispositivos de Tecnologia Assistiva, com foco no design centrado no usuário e no mapeamento tecnológico. Assim, busca-se propiciar, através dos canais tátil e sonoro, níveis adequados de experiência às pessoas com deficiência visual em

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

Bairro: Farroupilha

CEP: 90.040-060

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3308-3738

Fax: (51)3308-4085

E-mail: etica@propesq.ufrgs.br



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL -
PROPESQ UFRGS



Continuação do Parecer: 5.066.604

atividades de jogos digitais.

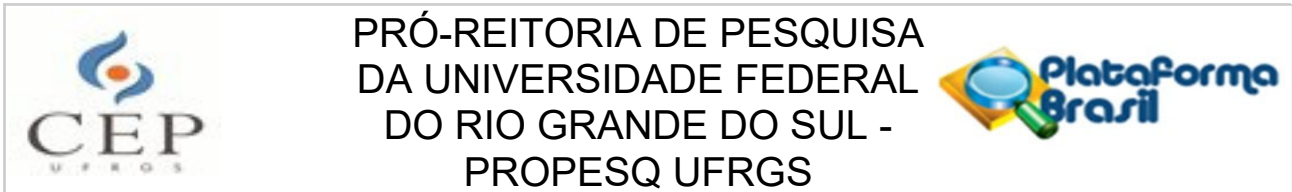
Têm-se como hipótese de que os jogos digitais em consonância com o projeto de interfaces computacionais multimodais (áudio/tátil), desenvolvidos e avaliados sob a ótica de uma metodologia sistematizada estabelecida a partir de diretrizes, recomendações e princípios de design centrados no usuário e em mapeamento tecnológico, podem contribuir para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

Para esta pesquisa são previstas 12 etapas: A primeira contempla a definição do problema a partir de questões que permeiam a promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual, por intermédio do canal tátil e sonoro, bem como sua contribuição para a socialização de pessoas com deficiência. A segunda e terceira contemplam a revisão sistemática da literatura e a conscientização do problema por meio do levantamento de informações acerca de: técnicas, modelos, métodos e/ou diretrizes que auxiliem no design e desenvolvimento de audiogames acessíveis as pessoas com deficiência visual; bem como, os recursos computacionais táteis e hápticos utilizados na interação de pessoas com deficiência visual no contexto dos jogos digitais.

Com coleta de dados com participantes, a quarta contempla a identificação dos artefatos, bem como a configuração das classes de problemas a partir dos resultados advindos das revisões sistemática da literatura e de entrevistas com usuários interdisciplinares. Estas previstas para ocorrerem no período de 60 minutos, de forma semiestruturada, com perguntas abertas buscando compreender quais exigências são pretendidas pelos usuários quanto ao futuro produto, bem como suas expectativas.

A quinta, sexta, sétima e oitava etapa do método, que correspondem respectivamente à proposição, projeto, desenvolvimento e avaliação do artefato, são executadas sob a ótica do Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos, metodologia proposta por Merino (2016), busca orientar o desenvolvimento de projetos centrados no usuário. Deste modo, na quinta etapa do método são organizados e catalogados por intermédio do diagrama de afinidade, diretrizes, recomendações e princípios de design quanto a promoção de níveis adequados de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual, por intermédio do canal tátil e sonoro, obtidos da quarta etapa. Esta é prevista para ocorrer em um tempo médio de

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.066.604

120 minutos, com usuários interdisciplinares. Também ocorre nesta etapa a Usage Centered Design, a fim de sintetizar as informações obtidas, em documentos como: os papéis dos usuários (necessidades, interesses, expectativas, comportamentos), os casos de tarefas a serem executados e a definição da estrutura do projeto detalhado.

A sexta, sétima e oitava etapa contemplam projeto, desenvolvimento e avaliação das alternativas de artefatos advindos da etapa anterior. Nesta fase são desenvolvidos protótipos de artefatos de alta e de baixa fidelidade, a fim de validar os conceitos e alternativas propostos a partir da avaliação descritiva com base nos conhecimentos prévios, avaliações heurísticas e analíticas, além de, inspeções de conformidade, elucidadas no referencial teórico. A nona etapa, contempla as explicitações das aprendizagens provenientes do processo de pesquisa, ponderando erros e acertos, resultando, assim, em subsídios para a geração do conhecimento, tanto no campo prático como teórico. A décima etapa, elucida a conclusão da pesquisa, bem com a formalização dos resultados obtidos. Também são descritas nesta fase, as limitações da pesquisa e os direcionamentos a futuros trabalhos. Por fim, têm-se o artefato desenvolvido e suas heurísticas generalizadas à uma classe de problemas, servindo para que outros pesquisadores as utilizem na condução de pesquisas similares. Estes resultados são comunicados por meio de publicações, contribuindo assim para disseminação do conhecimento.

Em síntese, participantes serão recrutados para duas coletas de dados. Um grupo exploratório com 6 participantes na execução de entrevista quanto: funcionalidades, características, requisitos e exigências do futuro artefato, bem como testemunhos de experiências com artefatos similares. Um grupo focal com 6 participantes para a realização do diagrama de afinidade.

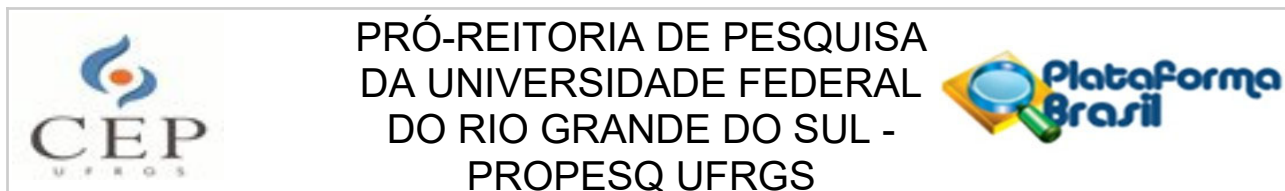
Objetivo da Pesquisa:

Conforme apresentado no projeto.

Propor aportes metodológicos sistematizados para o projeto de interfaces computacionais multimodais, com base no design centrado no usuário e em mapeamento tecnológico, de modo que estas contribuam para a experiência do usuário com deficiência visual em atividades de jogos digitais.

Os objetivos específicos são:

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.066.604

- Compreender a experiência de pessoas com deficiência visual na interação com jogos digitais; Identificar recursos e tecnologias computacionais disponíveis, que promovam interação por meio tátil e sonoro para pessoas com deficiência visual;
- Compreender a experiência de pessoas com deficiência visual no que cabe à interação com jogos digitais através de interfaces computacionais; Investigar critérios de aferição quanto ao uso de recursos e tecnologias computacionais multimodais por pessoas com deficiência visual;
- Investigar critérios quanto ao desenvolvimento de jogos digitais destinados às pessoas com deficiência visual; Estabelecer uma sistemática projetual com vistas à geração de aportes metodológicos, que contribuam para o alcance de níveis satisfatórios de experiência, usabilidade e acessibilidade em jogos digitais às pessoas com deficiência visual;
- Desenvolver um protótipo de artefato computacional multimodal para fins de verificação da aplicabilidade da sistemática projetual estabelecida.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

- Riscos

Os riscos são assim descritos no Formulário de Informações Básicas do Projeto (21/09/2021 18:28:05):

Os riscos ao participar da pesquisa são constrangimentos durante a atividade, bem como, a ocorrência de falhas ou quedas de conexão com a internet e/ou energia elétrica durante a realização das atividades. Os pesquisadores objetivam manter o mínimo de riscos possíveis. Para tanto, estão previstas as seguintes medidas por parte dos pesquisadores: a) assegura-se o sigilo acerca da identidade e das imagens do participante; b) não haverá custos na participação; c) os dados coletados serão confidenciais e usados apenas para fins de pesquisa com publicação em relatório e em artigos relacionados; d) a participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento ou desistir da atividade quando desejado; e) o participante recebe uma via do termo de consentimento assinado como garantia legal.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL -
PROPESQ UFRGS



Continuação do Parecer: 5.066.604

Os riscos podem ser classificados como mínimos e são compatíveis com os objetivos e metodologia da pesquisa.

- Benefícios

Os benefícios aos participantes são indiretos e estão relacionados à colaboração com a produção acadêmica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- Critérios de inclusão de participantes

a. Ser maior de 18 anos;

b. Possuir computador com acesso à internet (no caso do participante ser cego ou baixa visão, possuir software leitor de telas previamente instalado);

c. Enquadrar-se em um dos grupos descritos:

c.1. Designer de jogos;

c.2. Designer de produto;

c.3. Programador;

c.4. Especialista em Acessibilidade;

c.5. Especialista em Usabilidade / IHC;

c.6 Representantes de usuários (que possuam experiência com jogos digitais):

c.6.1. Vidente;

c.6.2. Cego;

c.6.3. Baixa Visão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- TCLE

São apresentados TCLEs adequados para cada grupo de participantes (grupo exploratório e grupo confirmatório).

Recomendações:

Recomenda-se observar as orientações da Carta Circular n. 1/2021 - CONEP/SECNS/MS (<https://www.conep.org.br/>):

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

Bairro: Farroupilha

CEP: 90.040-060

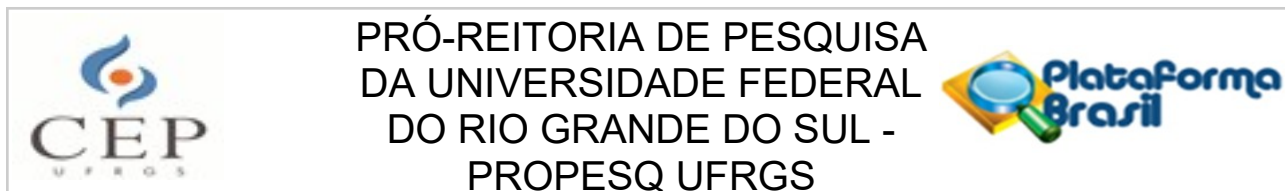
UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3308-3738

Fax: (51)3308-4085

E-mail: etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 5.066.604

//bit.ly/3hjfUo1).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Este parecer foi elaborado à luz da resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde. Seguem as pendências:

1) Conforme descrito no projeto, a coleta de dados com entrevistas (grupo exploratório) ocorreu na quarta fase do projeto, chamada de "Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas", terminada em abril/2021. O CEP-UFRGS não avalia projetos com coleta de dados já executadas ou em andamento. Solicita-se elucidar quando a possível execução de coletas de dados sem aprovação do CEP. [PENDÊNCIA ATENDIDA. Em carta resposta, foi elucidado que coleta de dados com participantes irão ocorrer somente após a aprovação do CEP. O cronograma foi adequado.]

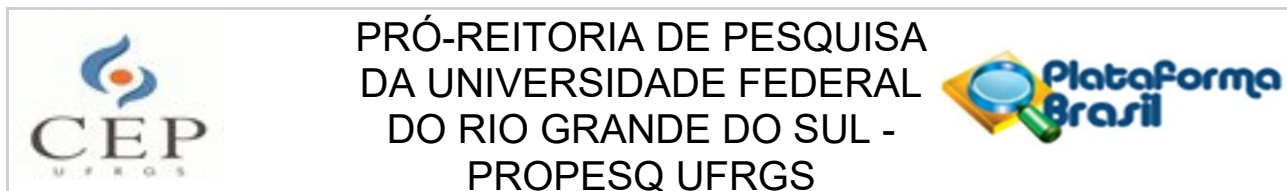
2) Solicita-se adicionar as seguintes informações para cada etapa envolvendo participantes:

2.1) Procedimentos de convite/recrutamento. O convite à participação será feito por e-mail? Qual a fonte dos e-mails? Elucidar como se dará a seleção de participantes para cada etapa de coleta de dados (grupo exploratório e grupo focal). No caso de participantes com deficiência visual, como os procedimentos serão adaptados às suas necessidades. Participantes das entrevistas serão as(os) mesmas(os) nas duas coletas? [PENDÊNCIA ATENDIDA. Em carta resposta, elucida-se que serão recrutados dois grupos distintos de participantes (exploratório e confirmatório). Ambos grupos devem contar com no mínimo de seis participantes, sendo os mesmos participantes em ambas as atividades. O recrutamento dos participantes se dará por conveniência, a partir da base pessoal de e-mails do pesquisador, onde o mesmo já possui contatos prévios. As(Os) participantes cegas(os) ou baixa visão devem estar familiarizadas(os) com software leitor de telas. Também, é anexada carta convite adequada.]

2.2) Procedimentos para tomada de consentimento à participação. Como será feito o registro de consentimento? No caso de pessoas com deficiência visual, quais serão as adaptações às suas necessidades?

[PENDÊNCIA ATENDIDA. Considerando que as coletas de dados consistem de entrevista e diagrama de afinidade, atividades estas executadas de modo remoto, os procedimentos de tomada de

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL -
PROPESQ UFRGS

Continuação do Parecer: 5.066.604

consentimento estão adequados. TCLE será enviado a cada participante junto da carta convite. São previstas formas de atendimento para tirar dúvidas. Os TCLEs apresentados estão adequados.]

2.3) Procedimentos e instrumentos de coleta de dados, incluindo-se roteiro das entrevistas/grupos focais. Solicita-se descrever como serão organizadas as entrevistas e os grupos focais. As atividades ocorrerão de forma presencial ou remota?

[PENDÊNCIA ATENDIDA. As atividades ocorrerão de forma remota. Foram adicionados os roteiros para entrevistas e grupo focal. Os instrumentos estão adequados.]

2.4) Riscos e benefícios diretos ou indiretos, incluindo-se os procedimentos para minimização desses. Cada etapa de coleta de dados pode acarretar riscos específicos. Haverá utilização pelos participantes de artefatos específicos (por exemplo, o artefato em desenvolvimento no projeto)? Caso afirmativo, há riscos na manipulação deste(s) artefato(s)?

[PENDÊNCIA ATENDIDA. São descritos os riscos e os procedimentos de minimização. Eles podem ser classificados como mínimos. Os benefícios são indiretos e estão relacionados à colaboração com a pesquisa acadêmica.]

2.5) Cronograma de execução. Especificar no cronograma a previsão de execução das entrevistas e do grupo focal.

[PENDÊNCIA ATENDIDA. O cronograma foi adequado e explicita a previsão de execução das coletas de dados, estas previstas para o mês de dezembro de 2021.]

Tendo sido atendidas as pendências acima elencadas, recomenda-se a aprovação do projeto quanto às questões éticas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1827552.pdf	23/10/2021 13:00:51		Aceito

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

Bairro: Farroupilha

CEP: 90.040-060

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3308-3738

Fax: (51)3308-4085

E-mail: etica@propesq.ufrgs.br



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL -
PROPESQ UFRGS



Continuação do Parecer: 5.066.604

Recurso Anexado pelo Pesquisador	carta_resposta_ao_cep.pdf	23/10/2021 12:59:52	Jason Scalco Piloti	Aceito
Outros	apendice_groteiro_previo_de_execuca o_do_diagrama_de_afinidade_v2.pdf	23/10/2021 12:57:34	Jason Scalco Piloti	Aceito
Outros	apendice_froteiro_previo_de_entrevista s_v2.pdf	23/10/2021 12:57:19	Jason Scalco Piloti	Aceito
Outros	apendice_e_carta_convite_v2.pdf	23/10/2021 12:56:57	Jason Scalco Piloti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	apendice_d_termo_de_consentimento_li vre_e_esclarecido_diagrama_de_afinida de_v2.pdf	23/10/2021 12:56:18	Jason Scalco Piloti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	apendice_c_termo_de_consentimento_li vre_e_esclarecido_entrevistas_v2.pdf	23/10/2021 12:56:07	Jason Scalco Piloti	Aceito
Cronograma	cronograma_v2.pdf	23/10/2021 12:55:53	Jason Scalco Piloti	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_dissertacao_v2.pdf	23/10/2021 12:55:42	Jason Scalco Piloti	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Jason_Asss.pdf	21/09/2021 18:24:53	Régio Pierre da Silva	Aceito
Parecer Anterior	41409_Parecer_de_Projeto_de_Pesquis a_CompesqARQ.pdf	17/09/2021 10:36:22	Régio Pierre da Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 27 de Outubro de 2021

Assinado por:

**Patrícia Daniela Melchiors Angst
(Coordenador(a))**

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 311 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

Bairro: Farroupilha

CEP: 90.040-060

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3308-3738

Fax: (51)3308-4085

E-mail: etica@propesq.ufrgs.br