

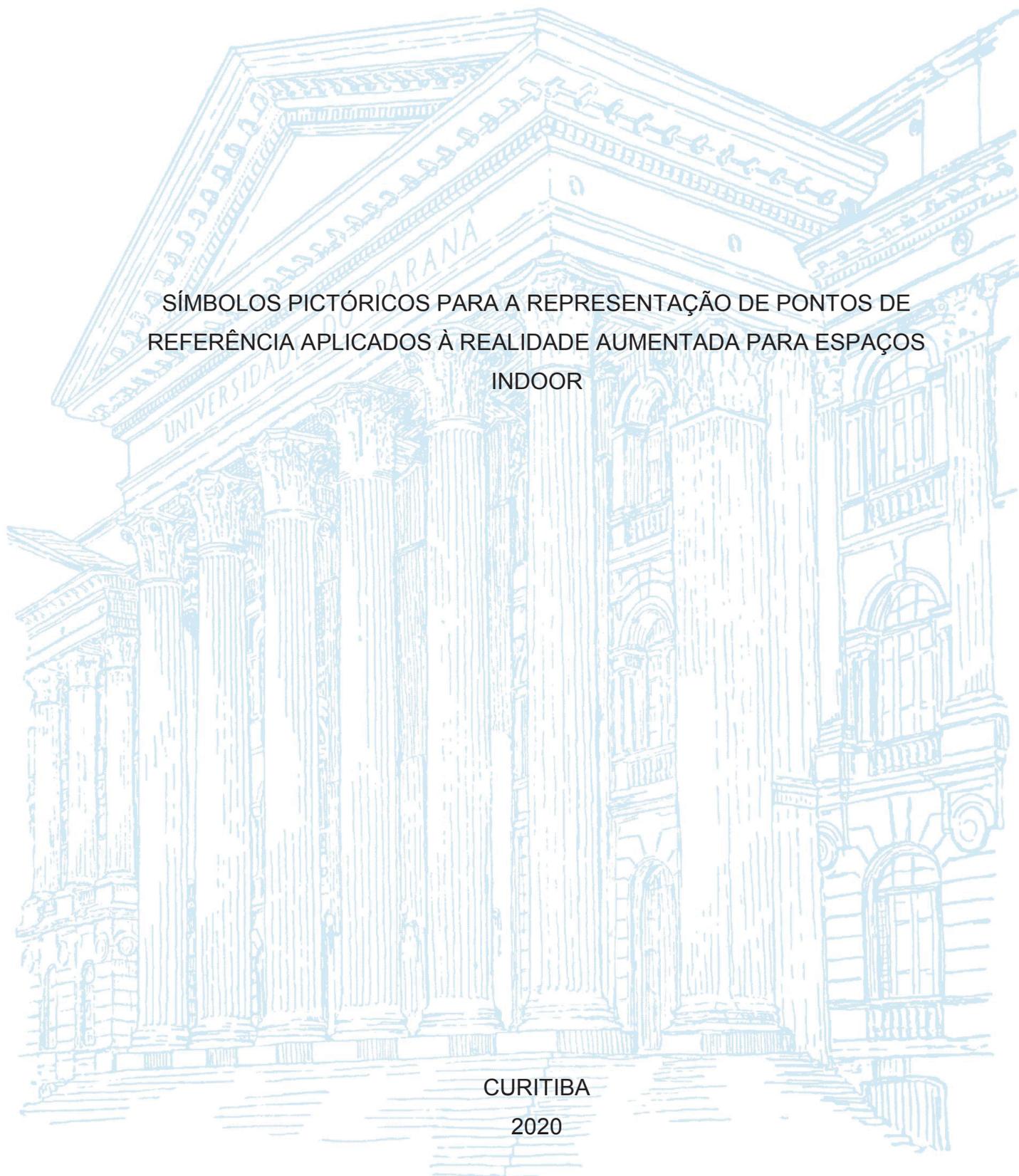
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO VICTOR PACHECO GOMES

SÍMBOLOS PICTÓRICOS PARA A REPRESENTAÇÃO DE PONTOS DE
REFERÊNCIA APLICADOS À REALIDADE AUMENTADA PARA ESPAÇOS
INDOOR

CURITIBA

2020



JOÃO VICTOR PACHECO GOMES

SÍMBOLOS PICTÓRICOS PARA A REPRESENTAÇÃO DE PONTOS DE
REFERÊNCIA APLICADOS À REALIDADE AUMENTADA PARA ESPAÇOS
INDOOR

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Geodésicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Luciene Stamato Delazari

Coorientador: Prof. Dr. Marcio Augusto Reolon Schmidt

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

G633s Gomes, João Victor Pacheco
 Símbolos pictóricos para a representação de pontos de referência aplicados à realidade aumentada para espaços indoor [recurso eletrônico] / João Victor Pacheco Gomes. – Curitiba, 2020.

Tese - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2020.

Orientadora: Luciene Stamato Delazari.
Coorientador: Marcio Augusto Reolon Schmidt.

1. Realidade aumentada. 2. Sinais e símbolos. 3. Mapeamento digital. I. Universidade Federal do Paraná. II. Delazari, Luciene Stamato. III. Schmidt, Marcio Augusto Reolon. IV. Título.

CDD: 528.8

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS
GEODÉSICAS - 40001016002P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS GEODÉSICAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **JOAO VICTOR PACHECO GOMES** intitulada: **Símbolos pictóricos para a representação de pontos de referência aplicados à realidade aumentada para espaços indoor**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 19 de Fevereiro de 2020.

MARCIO AUGUSTO REOLON SCHMIDT

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA)

SILVANA PHILIPPI CAMBOIM

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

FERNANDO LUIZ DE PAULA SANTIL

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA)

ANDRÉ LUIZ ALENCAR DE MENDONÇA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS)

Dedico esse trabalho à minha esposa Nathalya e aos meus filhos Joaquim e Francisco.
Vocês são a base de tudo e a minha razão.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Nathalya por me acompanhar em todo esse processo em meio à chegada do Joaquim e do Francisco, mas que sempre compreendeu a importância e dedicação que os estudos demandavam;

Aos meus pais Claudio e Celina por todo incentivo e apoio, sempre otimistas e fundamentais, assim como à minha madrinha Angela Pacheco. Aos meus familiares pelo carinho nesses anos, sempre presentes e proporcionando momentos de alegria, em especial Lindomar Oliveira, Gleice Simone, Andrea Oliveira, Jéssica Oliveira, Andressa Simone e Luiz Matheus;

À minha orientadora, professora Dra. Luciene Stamato Delazari por todo apoio, compreensão, sugestões e pela paciência na orientação deste trabalho. Ao meu coorientador professor Dr. Marcio Augusto Reolon Schmidt, pela orientação, observações e reuniões enriquecedoras;

Agradeço aos colegas do grupo de pesquisa, Rhaissa Viana Sarot, e Amanda Pereira Antunes pela contribuição para o trabalho;

Agradeço aos amigos que fiz no programa de Pós-Graduação, especialmente à Maria Engracinda, Eduardo Silverio, João Vitor Bravo, Raphael Campos e Caio Paiva. Agradeço a todos vocês pela troca de informações, momentos de descontração, pelas conversas e companhias para o café.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, gostaria de agradecer pelos conhecimentos compartilhados nesse período. Também aos professores membros das bancas, Dr^a Andrea Faria Andrade, Dr Andre Luiz Alencar de Mendonça, Dr Fernando Luiz de Paula Santil e Dr^a Silvana Philippi Camboim.

Agradeço à Universidade Federal do Paraná por me acolher esses anos e a todos do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas.

E aos meus filhos, Joaquim e Francisco por tornarem minha vida fantástica e, acima de tudo, por me dar um propósito. É por vocês que insisto e persisto.

Obrigado.

“A coisa mais indispensável a um homem é reconhecer o uso que deve fazer do seu próprio conhecimento.”

(Platão)

RESUMO

A representação dos espaços indoor tornou-se uma tendência aliada ao desenvolvimento tecnológico, que permite que tecnologias avançadas deem suporte ao mapeamento e à representação. É o caso da realidade aumentada (RA) uma das formas de representação dos espaços indoor que permite a visualização de um ambiente de mistura com informações digitais e as características do espaço real. Acredita-se ser possível adequar algumas características na representação dos espaços indoor no contexto da RA para sistemas de navegação em dispositivos móveis. Devido ao tamanho reduzido da tela os símbolos pictóricos surgem como uma alternativa para indicar posições de pontos de referência no espaço representado sem a necessidade do uso da legenda. O problema proposto está em como utilizar os símbolos pictóricos nas representações de espaços indoor em RA. Sendo, portanto, o objetivo deste trabalho determinar como a simbologia pictórica pode auxiliar na localização de pontos de referência para navegação em ambiente indoor, representados em sistemas de realidade aumentada. Para isso, utilizou-se de um conjunto de símbolos pictóricos que foram adequados segundo as leis da Gestalt e adaptados para representação em RA. Foram realizados dois testes no espaço indoor da Universidade Federal do Paraná com RA simulada. No primeiro teste o objetivo era avaliar se as taxonomias de pistas, *depth cues*, conforme aplicadas nas representações bidimensionais possuíam um resultado similar no contexto da RA. O teste foi realizado por via de formulário online utilizando diferentes cenários. O segundo teste verificou a capacidade de percepção dos símbolos com fundo transparente em cenários de contraste variado, o raciocínio espacial e orientação nesses espaços com a aplicação dos símbolos propostos e tarefas aos participantes. Os resultados indicaram que as taxonomias de pistas são eficazes no contexto da RA quando há discrepância no tamanho dos símbolos representados. Além disso, indicou que, apesar das condições ambientais influenciarem na representação e no reconhecimento de feições, é possível aplicar os símbolos pictóricos para obter o raciocínio espacial, orientação e tomada de decisão nos espaços indoor.

Palavras chave: realidade aumentada; indoor; símbolos pictóricos; pontos de referência.

ABSTRACT

The representation of indoor spaces has become a trend combined with technological development, which allows advanced technologies to support mapping and representation. This is the case of augmented reality (AR), one of the forms of representation of indoor spaces that allows the visualization of a mixing environment with digital information and the characteristics of the real space. It is believed that it is possible to adapt some characteristics in the representation of indoor spaces in the context of AR for navigation systems on mobile devices. Due to the reduced size of the canvas, pictorial symbols appear as an alternative to indicate positions of reference points in the represented space without the need for using the legend. The proposed problem is how to use the pictorial symbols in the representations of indoor spaces in RA. Therefore, the objective of this work is to determine how pictorial symbology can help in locating reference points for navigation in an indoor environment, represented in augmented reality systems. For that, it was used a set of pictorial symbols that were adapted according to Gestalt laws and adapted for representation in RA. Two tests were carried out in the indoor space of the Federal University of Paraná with simulated AR. In the first test, the objective was to evaluate whether the taxonomies of clues, depth cues, as applied in two-dimensional representations, had a similar result in the context of AR. The test was performed using an online form using different scenarios. The second test verified the perception capacity of the symbols with transparent background in scenarios of varied contrast, the spatial reasoning and orientation in these spaces with the application of the proposed symbols and tasks to the participants. The results indicated that clue taxonomies are effective in the context of AR when there is a discrepancy in the size of the symbols represented. In addition, he indicated that, although environmental conditions influence the representation and recognition of features, it is possible to apply pictorial symbols to obtain spatial reasoning, orientation and decision making in indoor spaces.

Keywords: augmented reality; indoor; pictorial symbols; reference points.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CATEGORIAS ESPACIAIS	29
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DE DIFERENTES PAVIMENTOS NO GOOGLE MAPS	33
FIGURA 3 - PAVIMENTOS 1 E 2 DA EDIFICAÇÃO	34
FIGURA 4 - SUBDIVISÃO DO ESPAÇO INDOOR POR ISOLAMENTO	35
FIGURA 5 - SUBCATEGORIA ESPACIAL EM RELAÇÃO À TOTALIDADE....	36
FIGURA 6 -PLANTA ARQUITETÔNICA	38
FIGURA 7 - MAPA PLANO ABSTRATO DE UM SHOPPING.....	39
FIGURA 8 - MODELO 3D DE UM ESPAÇO INDOOR.....	40
FIGURA 9 - TESTE DE ILUMINAÇÃO EM UM SISTEMA DE RV	41
FIGURA 10 - SISTEMA DE REALIDADE FOTOGRÁFICA.....	42
FIGURA 11 - A - MAPA DO METRÔ DE LONDRES; B - INDOORTUBE	43
FIGURA 12 - REPRESENTAÇÃO EM REALIDADE AUMENTADA.....	44
FIGURA 13 - CONTINUUM DE MILGRAM E KISHINO	49
FIGURA 14 - CONTINUUM DE REALIDADE MEDIADA E VIRTUALIDADE ...	50
FIGURA 15 - INFORMAÇÕES DIGITAIS INSERIDAS NO ESPAÇO REAL	53
FIGURA 16 - SISTEMA DE COORDENADAS OCULARES E DO MUNDO REAL	56
FIGURA 17 - COMPONENTES PERIFÉRICOS DE UM DISPOSITIVO MÓVEL	57
FIGURA 18 - A - EIXOS DE UM ACELERÔMETRO; B - EIXOS DE ROTAÇÃO DO GIROSCÓPIO.....	59
FIGURA 19 - EIXOS DO ACELERÔMETRO E MAGNETÔMETRO	60
FIGURA 20 - FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA RA .	61

FIGURA 21 - FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA DE RA COM USO DE MARCADORES.....	63
FIGURA 22 - POSICIONAMENTO DE MODELO EM RA	64
FIGURA 23 - EXEMPLO DE SÍMBOLO PICTÓRICO	68
FIGURA 24 - CONTINUUM DE ICONICIDADE	74
FIGURA 25 - SÍMBOLO PICTÓRICO PARA INDICAR RESTAURANTES	76
FIGURA 26 - PICTOGRAMA REPRESENTANDO UMA RAMPA DE ACESSIBILIDADE.....	77
FIGURA 27 - VISÃO EM PERSPECTIVA DE UM MAPA TOPOGRÁFICO 3D	80
FIGURA 28 - SÍMBOLOS EM DIFERENTES PERSPECTIVAS.....	83
FIGURA 29 - SIMULAÇÃO DA RA A PARTIR DE FOTOGRAFIA PANORÂMICA	87
FIGURA 30 - CONJUNTO DE SÍMBOLOS PICTÓRICOS ASSOCIATIVOS ...	89
FIGURA 31 - CONJUNTO DE SÍMBOLOS PARA UM SISTEMA DE MAPEAMENTO INDOOR.....	93
FIGURA 32 - SIMBOLOGIA APLICADA PARA MAPEAMENTO EM AMBIENTE INDOOR.....	93
FIGURA 33 - FLUXOGRAMA DE ETAPAS DA PESQUISA	96
FIGURA 34 - ÁREA DE ESTUDO	99
FIGURA 35 - SÍMBOLOS PICTÓRICOS SELECIONADOS.....	104
FIGURA 36 - FENÔMENO DA SOBREPOSIÇÃO	105
FIGURA 37 - SÍMBOLOS COM PERMANÊNCIA DE FUNDO E COM REMOÇÃO DE FUNDO.....	106
FIGURA 38 - AJUSTE NA TONALIDADE DO SÍMBOLO.....	107
FIGURA 39 - AJUSTE DA MOLDURA.....	108
FIGURA 40 - VARIAÇÃO DE TAMANHO DE ÍCONES PARA O SISTEMA ANDROID.....	108
FIGURA 41 - IMAGEM DA QUESTÃO 4 - TESTE 1	113

FIGURA 42 - IMAGEM DA QUESTÃO 5 - TESTE 1	114
FIGURA 43 - IMAGEM DA QUESTÃO 6 - TESTE 1	115
FIGURA 44 - IMAGEM DA QUESTÃO 7 - TESTE 1	116
FIGURA 45 - IMAGEM DA QUESTÃO 8 - TESTE 1	117
FIGURA 46 - IMAGEM DA QUESTÃO 9 - TESTE 1	118
FIGURA 47 - IMAGEM DA QUESTÃO 10 - TESTE 1	119
FIGURA 48 - IMAGEM DA QUESTÃO 11 - TESTE 1	120
FIGURA 49 - IMAGEM DA QUESTÃO 12 - TESTE 1	121
FIGURA 50 - TAMANHO DOS SÍMBOLOS E RELAÇÃO DE PROXIMIDADE -	123
FIGURA 51 - RESULTADO DA ADEQUAÇÃO DOS SÍMBOLOS.....	124
FIGURA 52 - EXEMPLO APLICADO PARA ORIENTAÇÕES INICIAIS	125
FIGURA 53 - IMAGEM DA QUESTÃO 3 - TESTE 2	127
FIGURA 54 - IMAGEM DA QUESTÃO 4 - TESTE 2	128
FIGURA 55 - IMAGEM DA QUESTÃO 5 - TESTE 2	129
FIGURA 56 - IMAGEM DA QUESTÃO 6 - TESTE 2	130
FIGURA 57 - IMAGEM DA QUESTÃO 7 - TESTE 2	131
FIGURA 58 - IMAGEM DA QUESTÃO 8 - TESTE 2	132
FIGURA 59 - IMAGEM DA QUESTÃO 9 - TESTE 2	133
FIGURA 60 - IMAGEM DA QUESTÃO 10 - TESTE 2	134
FIGURA 61 - IMAGEM DA QUESTÃO 11 - TESTE 2	135

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO	45
QUADRO 2 - INCIDÊNCIA DE PONTOS DE REFERÊNCIA NA ÁREA DE ESTUDO	103
QUADRO 3 - TAMANHO DOS SÍMBOLOS	109
QUADRO 4 - EXPERIÊNCIA NO USO DE MAPAS	110
QUADRO 5 - VARIAÇÃO DE TAMANHO ENTRE OS SÍMBOLOS	111
QUADRO 6 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEMAS DE CADA CENÁRIO POR QUESTÃO.....	112
QUADRO 7 - PONTOS DE REFERÊNCIA SELECIONADOS	123
QUADRO 8 - QUESTÃO 4 - TESTE 1	140
QUADRO 9 - QUESTÃO 5 - TESTE 1	141
QUADRO 10 -QUESTÃO 6 - TESTE1	142
QUADRO 11 - QUESTÃO 7 - TESTE 1	143
QUADRO 12 - QUESTÃO 8 - TESTE 1	144
QUADRO 13 - QUESTÃO 9 - TESTE 1	145
QUADRO 14 - QUESTÃO 10 - TESTE 1	146
QUADRO 15 - QUESTÃO 11 - TESTE 1	147
QUADRO 16 - QUESTÃO 12 - TESTE 1	148
QUADRO 17 - QUANTIDADE DE ACERTOS POR TAMANHO DOS SÍMBOLOS REPRESENTADOS	149
QUADRO 18 - ANOVA PARA ESCOLARIDADE - TESTE 1.....	151
QUADRO 19 - ANOVA PARA O NÍVEL DE EXPERIÊNCIA COM MAPAS ..	157
QUADRO 20 - PERCEPÇÃO DE SÍMBOLOS - QUESTÃO 3.....	168
QUADRO 21 - QUESTÃO 4 - TESTE 2	170

QUADRO 22 - QUESTÃO 5 - TESTE 2	172
QUADRO 23 - QUESTÃO 6 - TESTE 2	174
QUADRO 24 - QUESTÃO 7 - TESTE 2	175
QUADRO 25 - QUESTÃO 8 - TESTE 2	177
QUADRO 26 - QUESTÃO 9 - TESTE 2	178
QUADRO 27 - QUESTÃO 10 - TESTE 2	179
QUADRO 28 - QUESTÃO 11 - TESTE 2	181
QUADRO 29 - RESULTADOS DO ANOVA PARA O TESTE 2 – SIG. 5%. ...	182

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - GRAU DE INSTRUÇÃO DOS PARTICIPANTES	138
GRÁFICO 2 - EXPERIÊNCIA COM MAPAS	138
GRÁFICO 3 - TOTAL DE ACERTOS POR QUESTÃO.....	139
GRÁFICO 4 - ACERTOS PELO NÍVEL DE ESCOLARIDADE	150
GRÁFICO 5 - TESTE TUKEY PARA ESCOLARIDADE - 4, 5 E 6 DO TESTE 1	152
GRÁFICO 6 - TESTE TUKEY PARA ESCOLARIDADE - 7, 8 E 9 DO TESTE 1	153
GRÁFICO 7 - TESTE TUKEY PARA ESCOLARIDADE - 10, 11 E 12 DO TESTE 1	154
GRÁFICO 8 - TOTAL DE ACERTOS QUANTO A EXPERIÊNCIA COM MAPAS - TESTE 1.....	155
GRÁFICO 9 - ACERTOS COM BASE NA EXPERIÊNCIA COM MAPAS PARA O TESTE 1	156
GRÁFICO 10 - TESTE TUKEY PARA EXPERIÊNCIA COM MAPAS – 4, 5 E 6 DO TESTE 1	158
GRÁFICO 11 - TESTE TUKEY PARA EXPERIÊNCIA COM MAPAS – 7, 8 E 9 DO TESTE 1	159
GRÁFICO 12 -TESTE TUKEY PARA EXPERIÊNCIA COM MAPAS – 10, 11 E 12 DO TESTE 1	160
GRÁFICO 13 - TOTAL DE ACERTOS EM CADA CENÁRIO.....	161
GRÁFICO 14 - GRÁFICO DE FINALIZAÇÃO DO TESTE 1 – QUESTÃO 13	163
GRÁFICO 15 - FINALIZAÇÃO DO TESTE 1 - QUESTÃO 14	164
GRÁFICO 16 - PERFIL DOS USUÁRIOS DO TESTE 2	165
GRÁFICO 17 - TOTAL DE ACERTOS - TESTE 2	166
GRÁFICO 18 - PERCEPÇÃO DE SÍMBOLOS.....	169

GRÁFICO 19 - TOTAL DE ACERTOS QUESTÃO 4 DO TESTE 2.....	171
GRÁFICO 20 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 5 DO TESTE 2..	173
GRÁFICO 21 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 6 DO TESTE 2..	174
GRÁFICO 22 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 7 DO TESTE 2..	176
GRÁFICO 23 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 8 DO TESTE 2..	177
GRÁFICO 24 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 9 DO TESTE 2..	179
GRÁFICO 25 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 10 DO TESTE 2..	180
GRÁFICO 26 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 11 DO TESTE 2..	181
GRÁFICO 27 - TOTAL DE ACERTOS QUANTO A EXPERIÊNCIA COM MAPAS	182
GRÁFICO 28 - QUESTÃO 1 - PREFERÊNCIA DO USUÁRIO	183
GRÁFICO 29 - QUESTÃO 2 - PREFERÊNCIA DO USUÁRIO	184

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVO GERAL	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.3 JUSTIFICATIVA	23
1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA	24
2 MAPAS INDOOR	26
2.1 O ESPAÇO INDOOR	27
2.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESPAÇOS INDOOR	30
2.3 MAPAS INDOOR	35
2.4 TIPOS DE REPRESENTAÇÃO DOS MAPAS INDOOR	37
3 REALIDADE AUMENTADA	47
3.1 TECNOLOGIAS DE UM SISTEMA DE RA	51
3.2 SISTEMA DE RASTREAMENTO COM MARCADORES E SEM MARCADORES.....	63
3.3 REALIDADE AUMENTADA APLICADA À CARTOGRAFIA.....	64
4. SÍMBOLOS PICTÓRICOS	67
4.1 FUNÇÕES DO DESENHO E DA FORMA	68
4.2 CARACTERÍSTICAS DOS SÍMBOLOS PICTÓRICOS PARA REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS EM RA.....	79
5 METODOLOGIA	96
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO AMOSTRAL E ÁREA DE ESTUDO ...	97
5.2 ESTRUTURA DOS TESTES.....	99
5.2.1 Teste 1 - dimensionamento do símbolo para estimativa de distância .	101
5.2.2 Teste 2 - percepção, orientação e conhecimento espacial	122
6 RESULTADOS	137

6.1 RESULTADOS DO TESTE 1	137
6.1.1 Análise dos resultados das questões – teste 1	139
6.2 RESULTADOS DO TESTE 2	164
6.2.1 Análise dos resultados das questões – teste 2	167
7 CONCLUSÃO	185
REFERÊNCIAS.....	188
APÊNDICE.....	205

1 INTRODUÇÃO

A sociedade tem experimentado um aumento na permanência de pessoas em espaços segregados da totalidade, aqui chamados de espaços indoor (SCHABUS et al., 2015). Biehler e Simon (2011) ressaltam que o ser humano gasta até 90% de seu tempo restrito nesses ambientes, produzindo e estruturando suas atividades nesses espaços. É um processo que já havia sido ressaltado por Lacoste (1993) em que as pessoas têm conhecimento cada vez menor das áreas externas pelas quais transitam em relação aos espaços indoor.

Lacoste (1993) apresenta a sua teoria a partir do exemplo de pessoas que antigamente percorriam a pé pelo seu território até um ponto de referência e os encontrava em um espaço contínuo, no qual todos os elementos deste espaço eram reconhecíveis. Em contrapartida, resalta o autor, atualmente as pessoas são transportadas de seu território até outros pontos de referência através de um metrô, por exemplo, ou outros meios de transporte, não sabendo, portanto, reconhecer o espaço contínuo entre o seu território até o ponto de referência, podendo apenas enumerar a quantidade de estações.

Essa tendência tem se intensificado atualmente com a ocupação de espaços segregados fechados ao ambiente exterior (BARRETO, 2017; PADUA, 2011; SCHABUS et al., 2015). Dessa forma, as pessoas tendem a ir de um espaço indoor a outro e a permanecer dentro destes espaços a maior parte do tempo. Por esse motivo, a quantidade de serviços ali ofertados tem “representado” o ambiente exterior no qual está inserido (BARRETO, 2017; LACOSTE, 1993). Como exemplo, pode -se citar um shopping center, onde é possível encontrar corredores que simulam ruas com as fachadas de lojas, restaurantes, bancos e diferentes serviços ofertados, todos, em um espaço segregado. Observa -se, portanto, que os espaços indoor têm sido moldados para que as pessoas passem cada vez mais tempo dentro deles.

Entretanto, esse processo não se limita apenas a transposição de serviços, trabalho ou formas de lazer, estando relacionado também a outros processos característicos da cidade, como a verticalização que aumenta a complexidade desses espaços (SANTOS, 2005) e o aumento de suas dimensões dentro da própria cidade (SOUZA, 2003). Dessa forma, surge

também a necessidade de um sistema de localização que permita à população localizar -se nesses espaços, adquirir o conhecimento espacial, traçar rotas, otimizar o seu trajeto a partir de uma rota mais rápida, assim como ocorre na utilização de mapas para ambientes externos e urbanizados (CHO, 2016; DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018; VERMA et al., 2016)

A necessidade de localização nos espaços indoor é um processo natural proveniente do aumento da complexidade das edificações, de modo que o mapeamento indoor se insere não mais como uma tendência (BIEHLER; SIMON, 2011; SCHABUS et al., 2015), mas sim como uma necessidade com base na importância crescente de possibilitar às pessoas uma navegação segura nesses ambientes (ILKOVIČOVÁ et al., 2014). Os mapas Indoor surgem como uma nova fronteira para o desenvolvimento científico ao trazer desafios quanto à representação, exibição e interpretação de ambientes verticalizados (MIDTBØ et al., 2012), constituídos de vários andares (NOSSUM, 2011, 2013).

O termo Indoor, no contexto deste trabalho, deve ser entendido como um ambiente fechado em que a comunicação com o ambiente externo pode ocorrer através de janelas e portas, mas está restrito algum tipo de edificação, tal qual um shopping como citado no exemplo anterior ou um aeroporto, edifício comercial, entre outros. São ambientes envoltos de complexidades, como a distribuição de serviços diversos, em que é cada vez mais importante uma navegação otimizada, ou seja, quando o usuário é capaz de reconhecer o ambiente e tomar decisões rapidamente.

Os mapas indoors que auxiliam as tomadas de decisão em ambientes públicos como shopping centers onde vêm -se representados as localizações das lojas e a indicação da posição do usuário naquele espaço, são mapas do tipo *You Are Here* (YAH). Com o desenvolvimento das geotecnologias aplicação e uso desse tipo de mapa é facilitada estabelecendo novos modelos de dados, teorias, aplicativos, que possibilitem gerenciar e representar essas informações assim como se faz necessário, sobretudo, o estudo da linguagem cartográfica aplicada ao conceito de mapeamento indoor (MIDTBØ et al., 2012).

Diferentes autores (HUANG; SCHMIDT; GARTNER, 2012; ILKOVIČOVÁ; ERDÉLYI; KOPÁČIK, 2014; NOSSUM, 2013; VERMA et al., 2016) têm demonstrado interesse em estudar e desenvolver novas formas de mapeamento indoor. Nesses trabalhos é possível observar diferentes

tecnologias aplicadas na representação. Os mapas digitais, que representam o ambiente a partir de uma visão bidimensional, as plantas arquitetônicas, são os mais aplicados nessas áreas. Essas formas de representação, contudo, demandam elevado nível de abstração em sua interpretação, além da alfabetização cartográfica para que o leitor possa interpretar o mapa. Esse contexto possibilita a aplicação de novas tecnologias de representação que facilitem o processo de abstração do usuário, como, por exemplo, a Realidade Aumentada (RA).

A RA é uma tecnologia que está inserida no contexto da realidade misturada, de forma que, aplicada a ambientes indoor permite que o usuário tenha uma visão egocêntrica, dinâmica e em tempo real do ambiente, com a inserção de objetos virtuais posicionados no espaço (AZUMA, 1997). O ambiente misturado pode ser visto através de um dispositivo móvel que funciona como interface entre o usuário e a RA, permitindo que os elementos virtuais e o ambiente real sejam vistos compartilhando uma mesma realidade (FURMANSKI; AZUMA; DAILY, 2002).

A RA proporciona duas vantagens para os mapas indoor que devem ser destacadas - a mobilidade e o contexto (DAPONTE et al., 2014). O uso de dispositivos móveis como interface para visualização das informações cartográficas no ambiente, permite uma mobilidade em que smartphones fazem parte do dia a dia das pessoas tornando mais fácil a navegação pessoal através destes dispositivos (DICK; GONÇALVES, 2016). O contexto apresenta a vantagem de se orientar em um mapa que tem como fundo o ambiente real, diminuindo a necessidade de abstração do ambiente para compreensão do mapa. Esse tipo de representação possui alto nível de detalhes, devido a própria complexidade do ambiente, e as aplicações são baseadas em sistemas de navegação egocêntricos, com visão em primeira pessoa em perspectiva do ambiente (DAPONTE et al., 2014).

Nos mapas indoor, a RA tem a vantagem de proporcionar a representação das informações cartográficas sobrepostas ao ambiente real, sem a necessidade de imersão como é o caso da realidade virtual (RV). A RA também se difere do mapa tradicional ao permitir o reconhecimento do ambiente real na imagem de fundo facilitando o processo interpretativo da simbologia ao trazer para o usuário mais informações sobre o ambiente no qual está inserido. É uma

tecnologia que possui potencial de uso em um contexto social e tecnológico, do qual os dispositivos móveis, que servem como interface mais popular desta tecnologia atualmente, são caracterizados como itens de uso pessoal e diário pela população, sobretudo nas áreas mais urbanizadas (DICK e GONÇALVES, 2016).

As pesquisas que buscam implementar a RA como tecnologia de representação do mapeamento indoor, são divididas em duas categorias - as pesquisas que trabalham no campo do posicionamento da informação aumentada no ambiente e as pesquisas que atuam nas formas de representação e no uso da linguagem cartográfica nas representações do ambiente Indoor em realidade aumentada. As duas categorias possuem uma relação intrínseca, mas sua separação para fins de pesquisa se faz necessário devido à natureza estritamente tecnológica e informacional da primeira e a característica teórica conceitual e também tecnológica da segunda.

Enquanto as pesquisas que trabalham no campo do posicionamento da informação possuem maior número de publicações e um desenvolvimento paralelo à tecnologia de realidade aumentada, as pesquisas no campo da representação e no uso da linguagem cartográfica nesse ambiente têm crescido nos últimos anos, conforme os trabalhos de LI et al. (2019), Halik e Medyńska - Gulij (2016) e Yovcheva (2015). É um problema que começa a ser percebido na prática, já que os mapas feitos em RA começam a se popularizar nos dispositivos móveis através de plataformas como *LayAR* e *Wikitude* (ARTH et al., 2015a). Se o objetivo do mapa é proporcionar a localização espacial e a orientação com tomada de decisão por parte do usuário, se faz necessário a adequação da linguagem cartográfica a esta nova tecnologia de representação, que permita que usuário extraia as informações corretamente e consiga adquirir o conhecimento espacial necessário para que possa prosseguir com sua navegação e ou orientação.

Alguns autores tentaram buscar soluções para uma melhor representação cartográfica nesse ambiente, como os trabalhos de Halik (2012); Halik e Medyńska -Gulij (2016); Staněk e Friedmannova (2010); Tatzgern et al. (2015), sendo este último o autor que possui contribuições mais relevantes, realizando testes com diferentes variáveis visuais em um ambiente de RA a fim de determinar o quanto são perceptíveis em um contexto de representação em

espaço externo com o uso de RA. O trabalho de Staněk e Friedmannova (2010) também apresenta o espaço externo como contexto, sugerindo formas de aplicação das variáveis visuais, mas sem aplicar o embasamento teórico da cartografia e sem a realização de testes com usuários para validar as propostas apresentadas.

Ainda não é possível saber qual a simbologia adequada ao uso neste tipo de representação e, ao mesmo tempo, aquela que fornece ao usuário maior possibilidade de percepção da informação a ser transmitida. A capacidade perceptiva do usuário e a simbologia a ser utilizada, estão relacionados a elementos da linguagem cartográfica e também do ambiente de representação constituído por um dispositivo móvel, de tela relativamente pequena. O dispositivo móvel deve permitir ao usuário a capacidade de visualizar e compreender o ambiente a partir da imagem na tela, além de identificar e interpretar corretamente as informações cartográficas que são transmitidas por meio da simbologia.

Os esforços no estudo da simbologia adequada em um ambiente de RA, ainda são incipientes enquanto a tecnologia de representação evolui rapidamente, na mesma proporção que os dispositivos móveis que servem, hoje, como meio para sua visualização (ARTH et al., 2015a). Além disso, deve -se ressaltar que grande parte dos estudos relativos à RA utilizada para representar informações cartográficas, contemplam áreas externas (CHANG, 2015; DAPONTE et al., 2014; HALIK, 2012; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010; YU et al., 2015) enquanto que a maior parte dos estudos relativos ao uso da RA enquanto tecnologia, especificamente, está restrito aos ambientes indoor, para navegação, entre outros (AL DELAIL et al., 2013; CANKAYA, 2015; LOW; LEE, 2014; MULLONI; SEICHTER; SCHMALSTIEG, 2011; OLIVEIRA et al., 2016; TIAN et al., 2015).

A simbologia, todavia, não pode ser negligenciada nos estudos relativos à representação cartográfica em ambientes de RA, pois o processo de comunicação cartográfica depende da correta aplicação dos símbolos e interpretação por parte do usuário. Nos mapas tradicionais a interpretação da simbologia é realizada com base na legenda, nos dispositivos móveis isso pode caracterizar um problema devido ao espaço restrito da tela. Por esse motivo, simbologia pictórica deve permitir que o usuário interprete a informação

instantaneamente sem a necessidade de recorrer a legenda (MACEACHREN, 1995). A partir do contexto apresentado neste trabalho, optou -se por estudar a simbologia pictórica em um contexto de representação de informações dos ambientes indoor em RA.

Desta forma, um sistema de RA, com visão em perspectiva e a tela reduzida do dispositivo móvel, criam um ambiente adequado para esse tipo de simbologia. Em um sistema de RA para representação do ambiente indoor, as informações devem ser representadas a partir de uma simbologia que se adequa às restrições impostas pelo ambiente quanto a sua amplitude e também às restrições da própria tecnologia que envolve o tamanho da tela do dispositivo, que pode variar dependendo do modelo.

O problema proposto está em como utilizar os símbolos pictóricos nas representações de ambientes indoor em realidade aumentada, a fim de possibilitar o entendimento do ambiente e a orientação do usuário. A hipótese para esta questão é que, se os sistemas de RA permitem utilizar símbolos pictóricos, construídos com base nas leis da Gestalt e permitem posicioná-los em uma representação indoor, a partir de uma visão egocêntrica, então a percepção desses símbolos desencadeia processos cognitivos que proporcionam a identificação de pontos de referência e suas relações espaciais, possibilitando o raciocínio espacial e a tomada de decisão pelo usuário em relação a sua posição. Dessa forma, deve -se investigar se os princípios da linguagem cartográfica com base na Gestalt para a construção de figuras associativas dos símbolos pictóricos, permitem obter tais conhecimentos, a partir da realização de testes específicos com usuários.

1.1 OBJETIVO GERAL

Determinar quais as características específicas da simbologia pictórica podem auxiliar na localização de pontos de referência para navegação em ambiente indoor, representados em sistemas de realidade aumentada.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Identificar as características da simbologia que permitem a leitura das informações em sistemas de realidade aumentada;

b) Determinar a variação da escala da simbologia pictórica representada, baseada na distância relativa entre o dispositivo móvel e os pontos de referência;

c) Avaliar a potencialidade de um conjunto de símbolos pictóricos alternativos e com características associativas para representar informações em um espaço indoor;

d) Identificar se a percepção e interpretação dos símbolos pictóricos no contexto da RA, é afetada pelo nível de escolaridade e pela experiência com mapas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Al Delail et al. (2013) utilizaram sistemas de navegação indoor em realidade virtual e aumentada e detectaram que os usuários demonstraram ter preferência pelo sistema de RA. Tal fato pode ser explicado pela combinação entre o real e o virtual proporcionando maior conforto ao usuário por representar aspectos do espaço real facilmente identificáveis em que os processos de codificação são menores. Na realidade virtual a perda da noção da realidade causa dificuldade no manuseio do sistema. Essa preferência deve ser considerada como justificativa para uma pesquisa nesse âmbito, pois se a RA é um meio de representação de informações cartográficas, cabe à cartografia investigar os métodos de representação nesse ambiente, prezando pela qualidade da informação.

A leitura de um mapa se dá a partir do reconhecimento da simbologia e sua devida interpretação (ANDRADE, 2014). Os estudos na área de cognição da cartografia abrangem, em sua maioria, a representação 2D para ambientes externos, mas a representação indoor em realidade aumentada ainda carece de muitos estudos, devendo ser aprofundadas quanto ao nível de detalhamento do objeto, tamanho, forma, perspectiva e iluminação, entre outros. Tendo em vista que usuário vai interagir tempo real no ambiente, todas essas variáveis vão contribuir para a compreensão da informação (OVIEDO, 2014).

O ambiente possibilita diminuir o nível de abstração da informação, no entanto o usuário não absorve a informação cartográfica em meio à complexidade do ambiente desenvolvido (NOSSUM, 2013). Na RA o nível de complexidade é ainda maior, pois o ambiente real misturado com dados digitais é visto e interpretado em tempo real pelo usuário.

Tem-se ainda que a maior parte dos estudos relativos a simbologia trata de ambientes externos, que é o contexto da maior parte dos estudos da cartografia (ROBINSON et al., 2012). Mas com desenvolvimento da tecnologia, aumentou também as possibilidades de mapeamento e representação dos espaços internos (OVIEDO, 2014).

Em um mapa em realidade aumentada, a perspectiva e a tela reduzida do dispositivo móvel criam um ambiente viável para esse tipo de simbologia. Hoje os símbolos pictóricos são facilmente reconhecíveis sendo adequados para um sistema de navegação desenvolvido para esses dispositivos (ANDRADE, 2014).

1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA

A estrutura deste trabalho está dividida em 6 capítulos, em que os capítulos 2, 3 e 4 contemplam a revisão bibliográfica. O capítulo 2 apresenta um estudo sobre os mapas indoor, em que são explicados os conceitos e características do espaço indoor, apresentando também os tipos de mapas para esse tipo de representação. O capítulo também aborda outras formas de representar o espaço indoor, dentro do contexto deste trabalho. Os conceitos abordados neste capítulo servem como base para a construção dos testes implementados a para a construção de conhecimento na etapa de análise.

O capítulo 3 explica os fundamentos da realidade aumentada, os seus conceitos e aplicações, sobretudo no contexto do espaço indoor. O capítulo aborda os potenciais e limitações desta tecnologia, com ênfase no seu potencial cartográfico para representação dos diferentes espaços. A RA aplicada à cartografia é explicada, com uma revisão dos trabalhos realizados nesse contexto. Compreendendo a RA como uma das formas de representação de informações para o espaço indoor, a pesquisa apresentada neste capítulo

pretende extrair informações acerca das formas de representação e navegação para estes espaços.

No capítulo 4 os símbolos pictóricos são o tema central. Neste capítulo é realizada uma discussão dos fundamentos da linguagem cartográfica, analisando as variáveis visuais e o projeto de símbolos. Também são abordados tópicos como a percepção, comunicação, tipos de representação, construção de símbolos e vista perspectiva. Também é discutida a aplicação dos símbolos pictóricos no contexto da RA. Essa discussão contribui para a determinação dos símbolos pictóricos que serão aplicados na parte metodológica e para a realização dos métodos de análise para validação dos objetivos.

A metodologia é apresentada no capítulo 5, apresentando o processo de formulação dos testes realizados para obtenção de dados de análise acerca do dimensionamento dos símbolos pictóricos, percepção, orientação e conhecimento espacial. O capítulo 6 apresenta os resultados e discussões a partir dos dados coletados nos testes. A conclusão da tese é apresentada no capítulo 7, além de indicar caminhos e recomendações para a realização de pesquisas futuras neste segmento.

2 MAPAS INDOOR

As funções de um mapa estão intrinsecamente relacionadas com a evolução e as necessidades da humanidade, subsidiando o modo de vida da população e sua necessidade de ocupar, organizar e explorar o espaço (RAISZ, 1969). Desta forma, é compreensível a importância que os mapas obtêm no desenvolvimento da sociedade, fornecendo conhecimento necessário para dominação e apropriação do território, assim como facilita diferentes tipos de tomadas de decisão, desde aquelas tomadas a partir do Estado (LACOSTE, 1993), até uma pessoa que trafega por uma região qualquer. Nesse sentido, os mapas evoluíram ao longo dos anos, tornando -se mais sofisticados a fim de proporcionar uma melhor orientação e navegabilidade a usuário (NOSSUM, 2013), mas essa evolução se deu para representações de ambientes externos, em quanto o interior das edificações não obteve o mesmo tratamento (LIU et al., 2016; NOSSUM, 2013).

A evolução nos ambientes urbanos proporcionou um aumento expressivo das cidades e aumentou a complexidade das edificações, cada vez mais verticalizadas e maiores para suportar maior número de pessoas (SANTOS, 2012). O termo Indoor denota o interior dessas edificações que se caracterizam pelas partes que contém pouco ou nenhum contato com o ambiente externo. O ser humano passou a dedicar cada vez mais tempo nos ambientes Indoor, onde a necessidade de orientação tem se tornado cada vez mais necessária devido à complexidade e o dinamismo desses ambientes (VANCLOOSTER et al, 2016; WANG; NIU, 2018).

Existe um interesse crescente no estudo do espaço indoor (BIEHLER; SIMON, 2011; PAL et al., 2017; WANG; NIU, 2018) como uma categoria espacial de grande importância, tendo em vista que a relação entre os dois ambientes é dialética (SANTOS, 2002, 2012) e não pode ser desconsiderada. No entanto, o espaço Indoor não pode ser estudado pelo mesmo viés que o espaço externo tem sido tratado ao longo do tempo, pois possui especificidades que são completamente distintas do espaço externo (VANCLOOSTER et al., 2016). As especificidades determinam a forma de representação desses espaços para fins cartográficos.

O mapa Indoor surge, então, de uma necessidade crescente de proporcionar às pessoas a navegação segura e eficaz nesses espaços internos (ILKOVIČOVÁ et al., 2014; LIU et al., 2017), caracterizando -se como uma demanda para o desenvolvimento nesse segmento. Apesar de já existir uma linha de estudo voltada aos mapas do tipo "You Are Here" (YAH), esse segmento tem recebido pouca atenção da ciência (NOSSUM, 2013; RANTAKARI et al., 2017; SCHABUS et al., 2015). A complexidade desses espaços era limitada pela cartografia bidimensional em papel, e foi necessário um momento de evolução tecnológica para que a atenção se voltasse a ela (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018; NOSSUM, 2013). A cartografia digital aliada aos dispositivos tecnológicos, dentre esses principalmente os dispositivos móveis, como os *smartphones* e a evolução da internet e da sua disponibilidade, possibilitaram novos rumos para o estudo e o desenvolvimento de mapas Indoor (BASIRI et al., 2017; ZHOU et al., 2017).

Neste capítulo serão apresentadas as principais características do mapa Indoor, dos diferentes tipos de mapas desse segmento e as tecnologias empregadas. Antes, contudo, é necessário avançar um pouco na caracterização do elemento principal que é o espaço Indoor, que possui especificidades distintas daquelas encontradas nos espaços externos e que vão delimitar as diferentes características dos tipos de mapas existentes para sua representação e também as decisões tomadas para o tipo de representação escolhido neste trabalho.

2.1 O ESPAÇO INDOOR

Com a expansão da população nos ambientes urbanos ocorre também uma concentração das atividades exercidas pelos seres humanos no interior das edificações, criando o interesse cada vez maior por informações espaciais que possam suprir a necessidade constante de orientação, navegação, rotas emergenciais, entre outros (WANG; NIU, 2018). Neste ponto é importante tipificar dois termos frequentemente empregados para referir -se ao interior das edificações, o ambiente Indoor e o espaço Indoor.

O ambiente pode ser entendido como um elemento subjetivo, um sistema de relações entre o homem e o meio, entre sujeitos e objetos (SÁNCHEZ, 2013). O sujeito pode ser entendido como os agentes modificadores como o homem, a sociedade e grupos de indivíduos, enquanto que os objetos compreendem os elementos da paisagem. Em ambientes externos os objetos podem compreender a fauna, Flora, água, entre outros (SÁNCHEZ, 2013), mas o conceito de ambiente extrapola a paisagem natural e se integra à paisagem urbana podendo ser aplicado, inclusive, em ambientes Indoor. Nesse sentido, portanto, os objetos podem ser representados por portas, paredes, corredores, entre outros.

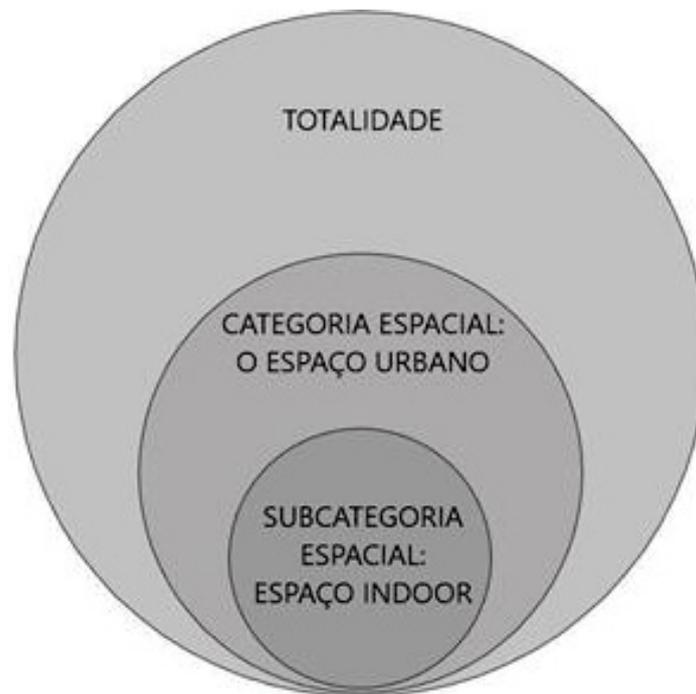
Desta forma, ao se referir a um ambiente Indoor, trata -se, essencialmente, das relações entre os sujeitos e os objetos. Ou seja, tratam -se de impactos que podem ser causados nos objetos por meio das ações dos sujeitos ou o contrário, impactos causados no sujeito devido alguma característica do objeto (SANTOS, 2002) É importante salientar, portanto, que quando se trata de um ambiente Indoor o termo “ambiente” refere -se a uma relação direta entre sujeitos e objetos.

Aplicar o termo “Espaço Indoor” (SCHABUS et al, 2015; ZHOU et al., 2017) implica adotar uma linha de raciocínio que considera as relações indiretas. O espaço pode ser entendido como um conjunto de objetos e de relações que se realizam sobre esses objetos de forma indireta, ou seja, os objetos atuam como intermediários nas relações que por sua vez são oriundas da ação da humanidade (SANTOS, 2002, 2012; SCHABUS et al, 2015). O espaço é o resultado das ações da humanidade intermediadas pelos objetos e que ocorrem sobre o próprio espaço (SANTOS, 2012). O conceito não deve ser confundido com o espaço físico, tendo em vista que a natureza do espaço do homem é resultado práticas sociais. O espaço urbano é, portanto, um expoente dessa categoria de análise e sofre alterações de caráter físico, social, estrutural e quantitativo, ao mesmo tempo que a sociedade se desenvolve.

Nesse contexto, pode se considerar então o espaço Indoor como uma subcategoria de análise (BIEHLER; SIMON, 2011; DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018). O espaço urbano, considerando esta como o representativo das áreas externas, representa uma categoria espacial, mas não a totalidade, pois esta é

mais abrangente e não se enquadraria em uma única categoria, sendo composta por várias (SANTOS, 2012; SCHABUS et al, 2015). O espaço Indoor é um espaço dentro de outro espaço e, por isso, uma subcategoria espacial (FIGURA 1).

FIGURA 1 - CATEGORIAS ESPACIAIS



FONTE - O autor (2020).

O ambiente Indoor, portanto, tem relação com concretude e fixidez dos objetos, tendo uma relação direta com os indivíduos que convivem com estes (SANTOS, 2012). Essa fixidez não comporta o dinamismo das relações humanas intensificados por diferentes fatores de caráter social e econômico que promovem mudanças constantes no interior das edificações (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018). Um exemplo dessa falta de fixidez é representado pelo shopping center em que lojas abrem e deixam de existir, variando de acordo com a economia local, além de mudanças que promovem reorganizações constantes para comportar melhor o fluxo de pessoas.

O espaço Indoor, contudo, abrange melhor a subjetividade inerente no interior das edificações, pois pode abordar questões em diferentes escalas e em diferentes perspectivas (VANCLOOSTER et al, 2016). Por se tratar de uma

categoria que aborda as relações indiretas a fixidez dos objetos não é um fator preponderante, tendo nas relações o seu principal elemento. Para o estudo cartográfico, esta categoria de análise comporta melhor os objetivos propostos neste trabalho, pois é um conceito aplicável a temas como orientação e navegação em um ambiente dinâmico e com diferentes funções. Pode -se trabalhar, por exemplo, em um shopping center, sob a perspectiva de espaço Indoor, a orientação mediante a disposição das lojas, considerando que estas podem mudar de lugar ou até mesmo deixar de existir, ou ainda, representar outros fenômenos que não apenas a localização de lojas, que podem ocorrer. A tecnologia, nesse sentido, auxilia nas diversas formas de representação como será visto mais adiante.

O conceito de ambiente e de espaço aplicado para análise do interior das edificações, deve ser aplicado de acordo com as suas respectivas especificidades, de acordo com a categoria de análise desejada. Para este trabalho adotou -se a terminologia espaço Indoor, pois o estudo das representações para fins cartográficos tem características subjetivas que são mais condizentes com conceito de espaço. A relação direta que estrutura a base do conceito de ambiente, entre sujeitos e objetos, não comporta o dinamismo que é característico do espaço Indoor.

2.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESPAÇOS INDOOR

As áreas urbanizadas, que possuem a maior parte da população atualmente (CARVALHO, 2016), experimentam nos espaços externos e no espaço Indoor um crescente aumento no fluxo de atividades que estão diretamente relacionadas a dinâmica social existente (WANG; NIU, 2018). O crescente aumento de atividades nesses espaços cria a necessidade de se obter uma série de informações espaciais que permitam compreender a dinâmica de ambos os espaços e permitindo a orientação, navegação, cadastro, gerenciamento de situações de emergência, entre outros (WANG; NIU, 2018).

Nesse contexto, a humanidade tem passado a maior parte de seu tempo nos espaços Indoor em detrimento dos espaços externos que têm se tornado cada vez mais transitórios (BASIRI et al., 2017; BIEHLER; SIMON, 2011). Essa característica denota a importância de se realizar estudos que representem da

melhor forma possível os espaços Indoor em áreas urbanas. Cabe, neste ponto, ressaltar que a importância dada ao espaço Indoor nos ambientes urbanos se deve a um fenômeno específico da urbanização em que as pessoas passam a maior parte do tempo no interior das edificações enquanto que nos ambientes rurais, passam a maior parte do tempo no espaço externo (BIEHLER; SIMON, 2011). Desta forma, ressalta -se que as características do espaço Indoor possuem maior demanda nos espaços urbanizados.

Outra característica importante reside no fato de que, o usuário de um mapa compreende o espaço a partir da sua capacidade perceptiva, extraíndo informações acerca das distâncias, rotas e dimensões, enquanto nos espaços Indoor esse processo é dificultado devido à complexidade existente (DIAKITÉ E ZLATANOVA, 2018; SCHABUS et al., 2015). É possível, portanto, afirmar que a quantidade de informações em uma pequena porção de um espaço Indoor envolve uma série de complexidades que muitas vezes não permitem a simplificação como ocorre na representação dos espaços externos (SCHABUS et al., 2015).

A complexidade dos espaços Indoor também está relacionada a tridimensionalidade inerente nesses espaços (VANCLOOSTER et al., 2016). No espaço Indoor a tridimensionalidade tem influência na representação pois, parte das edificações nos espaços urbanos possuem mais de um pavimento (Zhou et al., 2017). É uma característica natural das cidades que, para comportar o elevado quantitativo populacional tende a verticalizar -se adquirindo diferentes pavimentos e sendo subdividida, cada vez mais, em diferentes subespaços (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018; PIPELIDIS et al., 2017).

A atribuição da terceira dimensão na representação desses espaços é um desafio para os cartógrafos, devido a configuração bidimensional do espaço externo, possibilitada pela visão ortogonal que se tem da porção representada, enquanto que nos espaços indoor a divisão em vários pavimentos é imputada por uma característica inerente do espaço representado, que não pode ser descartada ou simplificada.

As tecnologias disponíveis atualmente proporcionam uma série de facilidades para representação de espaços externos, em que não se considera a tridimensionalidade, como os mapas bidimensionais disponíveis em serviços

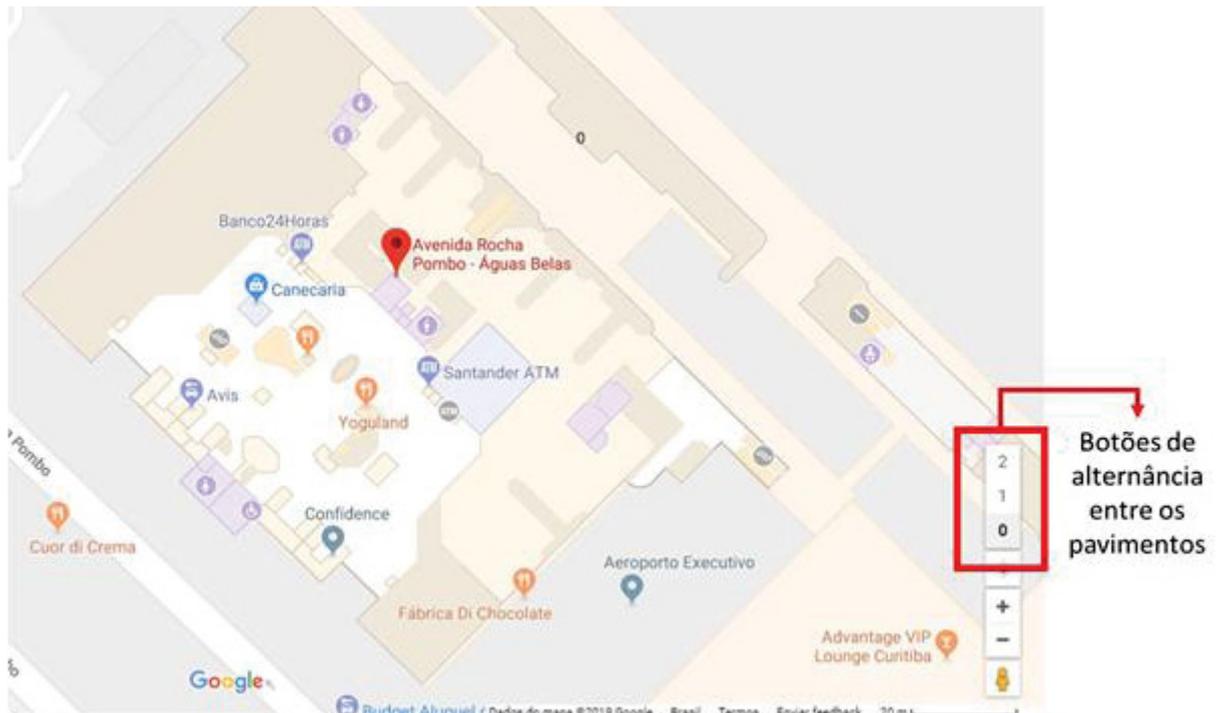
para *smartphones*, facilitando cálculo de rota e orientação no trajeto. O traçado das respostas negligencia o caráter tridimensional em que a pessoa pode subir ou descer uma escada transitando entre andares e consideram o ambiente bidimensional, calculando rotas e negligenciando os movimentos de subida e descida que muitas vezes uma pessoa prescreve (VANCLOOSTER et al., 2016).

Quando o ambiente é tridimensional essas aplicações tendem a não funcionar da mesma maneira, principalmente em relação à representação, sendo necessário o desenvolvimento soluções que representem o aspecto tridimensional das edificações em uma representação 2D ou 2,5D (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018).

No espaço Indoor, é importante ressaltar também as características das entidades transitórias que se diferenciam daquelas observadas nos espaços externos (VANCLOOSTER et al., 2016). O acesso ao interior das edificações é feito quase que em sua totalidade de forma pedonal (VANCLOOSTER et al., 2016), ou seja, diferenciando -se do que se costuma observar nos espaços externos, em que grande parte da população trafega de carros, motos, ônibus ou trem. O aspecto pedonal não possui regras previamente estabelecidas como, por exemplo, o movimento de um carro que ele deve seguir a uma legislação vigente. A característica pedonal influencia, portanto, nos graus de liberdade que impactam diretamente na navegação (VANCLOOSTER et al., 2016).

Nesse sentido, observa -se que nos espaços externos as edificações criam estruturas lineares que facilitam a navegação e possibilitam o trânsito livre, ainda que segundo regras de acordo com um meio de transporte em utilização. O espaço Indoor é restrito por paredes, janelas, portas e corredores, dificultando o trânsito pedonal e sem regras estabelecidas. Atualmente, os cientistas têm trabalhado na possibilidade de integração entre os espaços de modo que seja possível contemplar em uma mesma representação ambos os espaços. Alguns sistemas de navegação como o Google Maps (FIGURA 2) permitem alternância de pavimentos através de botões de navegação.

FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DE DIFERENTES PAVIMENTOS NO GOOGLE MAPS



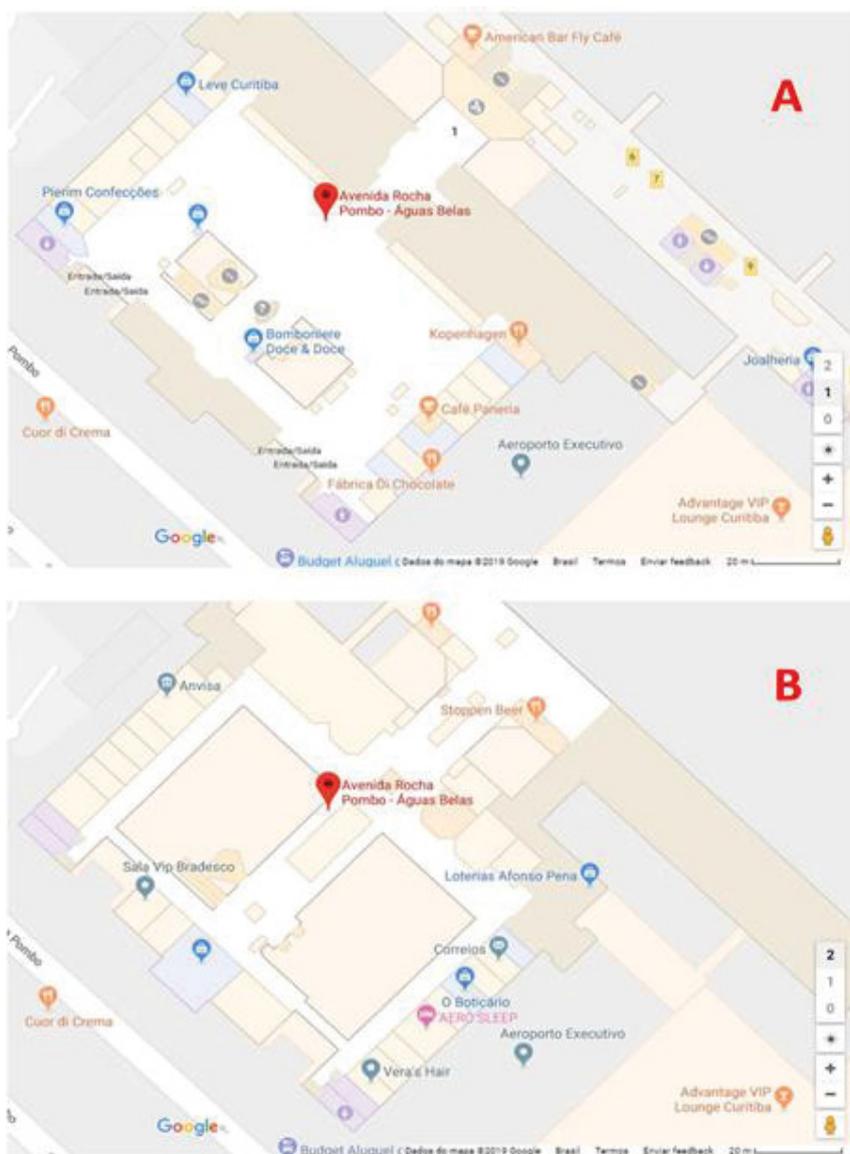
FONTE – Google Maps (2020).

A FIGURA 2 apresenta um exemplo de representação do Google Maps em que o Aeroporto Internacional Afonso Pena em São José dos Pinhais no Paraná é representado. Em destaque na FIGURA estão os botões de alternância entre os diferentes pavimentos. Observa-se na FIGURA 2 a representação do pavimento inferior, de número 0, com as informações do espaço interno exibidas de forma simplificada, exigindo um elevado nível de abstração do usuário.

Para a visualização dos pavimentos 1 e 2, a partir dos botões de navegação, a representação bidimensional é alterada para o usuário e sobreposta à representação anterior (FIGURA 3). Observa-se na FIGURA 3 que nos pavimentos 1 e 2 a simplificação das informações continua a exigir um elevado nível de abstração do usuário, assim como observado na FIGURA 2.

Essa solução não é a única possível, os modelos 3D das edificações trabalham muitas vezes com uma visão em perspectiva diminuindo o nível de abstração necessário para extrair informações do espaço representado (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018). A decisão sobre qual aplicar, depende da necessidade do usuário e sua familiaridade como sistema.

FIGURA 3 - PAVIMENTOS 1 E 2 DA EDIFICAÇÃO



FONTE – Google Maps (2020).

É possível observar, portanto, que os espaços indoor possuem especificidades relevantes a serem estudadas para fins de representação. O mapeamento desses ambientes deve considerar as características acima citadas que impactam diretamente na forma de produção e de representação do mapa. A tecnologia tem auxiliado os cientistas a trabalhar diversas questões inerentes ao mapeamento dos espaços Indoor, possibilitando representar as complexidades inerentes a essas categorias de análise. Neste ponto, é importante discutir acerca das especificidades dos mapas Indoor.

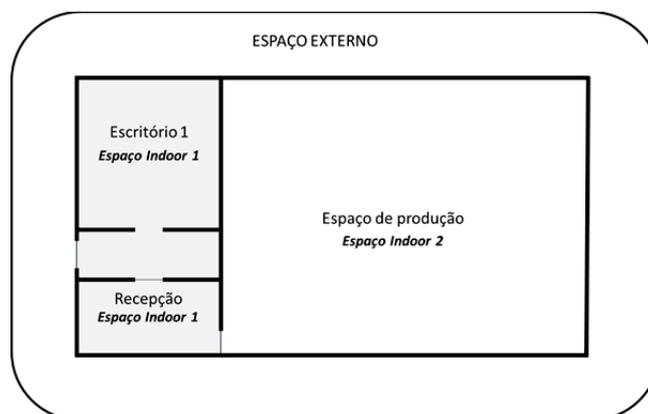
2.3 MAPAS INDOOR

Os espaços Indoor, dentro do contexto da reprodução social, abrem possibilidades para representação e estudos de caráter teórico e espacial, com questões que abrangem a dinâmica e a natureza do espaço. Dessa forma, o estudo de aspectos referentes à tecnologia empregada para representação desses espaços, escala e simbologia, configura uma demanda da contemporaneidade.

As formas de representação adotadas para essa subcategoria de espaço devem considerar que o espaço indoor possua características estruturais distintas do espaço externo, além das especificidades discutidas anteriormente. Quanto às características estruturais, ressalta -se as paredes da edificação que delimitam fisicamente e sugerem impermeabilidade (BIEHLER; SIMON, 2011), ou seja, não apenas uma discretização, mas também um isolamento em relação ao espaço externo e sua totalidade. Este isolamento é apenas de caráter físico pois os espaços são dialéticos, não apenas no que se refere a transição de pessoas entre um e outro (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018), mas também por fenômenos e atividades que existem em um espaço e que podem impactar no outro, de forma direta ou indireta (SANTOS, 2005, 2012).

Uma análise mais abrangente dessa categoria possibilita subdividir o espaço Indoor em outros diferentes subespaços, de acordo com o grau de impermeabilidade e isolamento em relação ao seu exterior, como pode ser visto na FIGURA 4. Dessa forma, o espaço Indoor, que já constitui um subespaço, pode ser ainda subdividido em mais dois subespaços, o espaço indoor 1 e 2.

FIGURA 4 - SUBDIVISÃO DO ESPAÇO INDOOR POR ISOLAMENTO

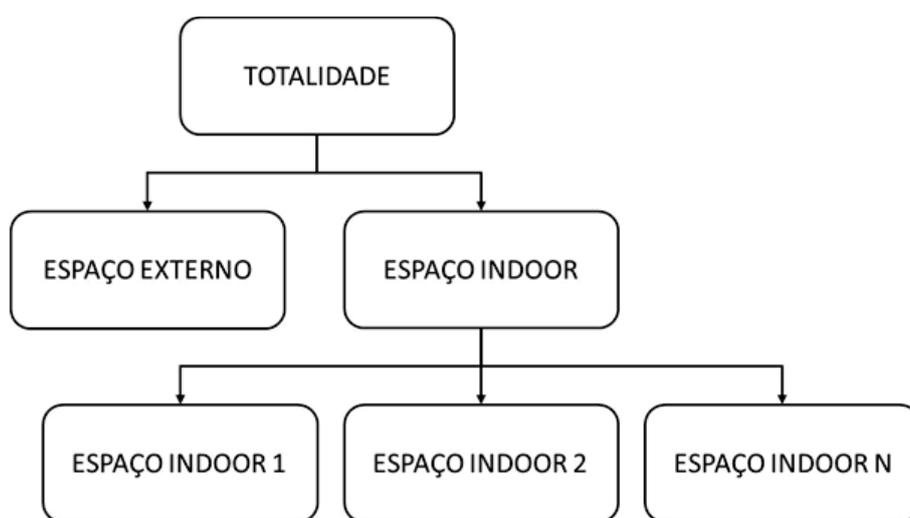


FONTE - Adaptado de Schabus et al. (2015).

Se por um lado os espaços indoor e seus respectivos subespaços estão isolados uns dos outros por conta da estrutura arquitetônica, por outro lado eles que existem em uma mesma totalidade e, por este motivo, encontram -se conectados (FIGURA 5). A FIGURA 5 exibe em um fluxograma essas conexões e foi construída com base no fluxograma apresentado por Schabus et al. (2015), no entanto, o autor não considerou em seu artigo as diferenças conceituais entre ambiente, espaço e totalidade, conforme tratado neste trabalho, por esse motivo o fluxograma foi adaptado a partir dessas considerações.

Dessa forma, mesmo que exista uma conectividade física, como uma porta, que permita a transição de pessoas de um subespaço para outro (FIGURA 5), isso não configura essencialmente uma relação, apenas se as atividades de um subespaço tiverem consequências no outro (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018; SCHABUS et al., 2015). Portanto, o conceito do espaço dentro do espaço mostra que apesar de configurarem uma mesma totalidade, ambos os espaços podem não ter relação, criando a categoria de espaço considerada disjunta. O espaço disjunto é, então, a categoria de espaço dentro do espaço, que não possui relação com a totalidade (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018; SANTOS, 2002, 2012; SCHABUS et al., 2015).

FIGURA 5 - SUBCATEGORIA ESPACIAL EM RELAÇÃO À TOTALIDADE.



FONTE - Adaptado de Schabus et al. (2015).

A modelagem do espaço Indoor para fins de representação deve lidar com essas características, adaptando as soluções previamente existentes no âmbito

da cartografia para representação desses espaços com características diferenciadas ou desenvolvendo novas formas de representação com base nas novas tecnologias. Não é apenas uma questão de dimensões ou de perspectiva que vai impactar a representação do espaço Indoor em comparação ao espaço externo, mas também a mudança de escala, não no sentido cartográfico, mas no sentido geográfico (BIEHLER; SIMON, 2011). Essa variação de escala e das dimensões espaciais podem ser observadas quando se desloca de um espaço externo que possui uma macro escala em direção ao espaço indoor que, por sua vez, possui uma microescala (VANCLOOSTER et al., 2016).

Os modelos de representação dos espaços Indoor têm refletido a lógica de representação dos espaços externos que utilizam modelos 2D predominantemente (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018). No entanto, modelos tridimensionais têm sido utilizados a fim de representar os diferentes pavimentos de uma edificação, considerando a sua complexidade. Esses modelos de representação, contudo, tem se mostrado complexos em sua interpretação e manipulação (DIAKITÉ; ZLATANOVA, 2018).

A ciência estuda essas questões tentando identificar o modelo mais adequado de representação para esse tipo de espaço. Considerando como abordar ou não questões acerca da conectividade de subespaços, horizontalidade de corredores, como os agentes conectivos de transição entre os subespaços e a transmissão vertical para fins de representação, assim como a navegação. Os mapas, contudo, têm sido produzidos e estudados com base nos modelos já existentes e, no que diz respeito à forma de representar fenômenos diversos para fins de navegação e orientação nesses espaços, têm experimentado uma série de soluções.

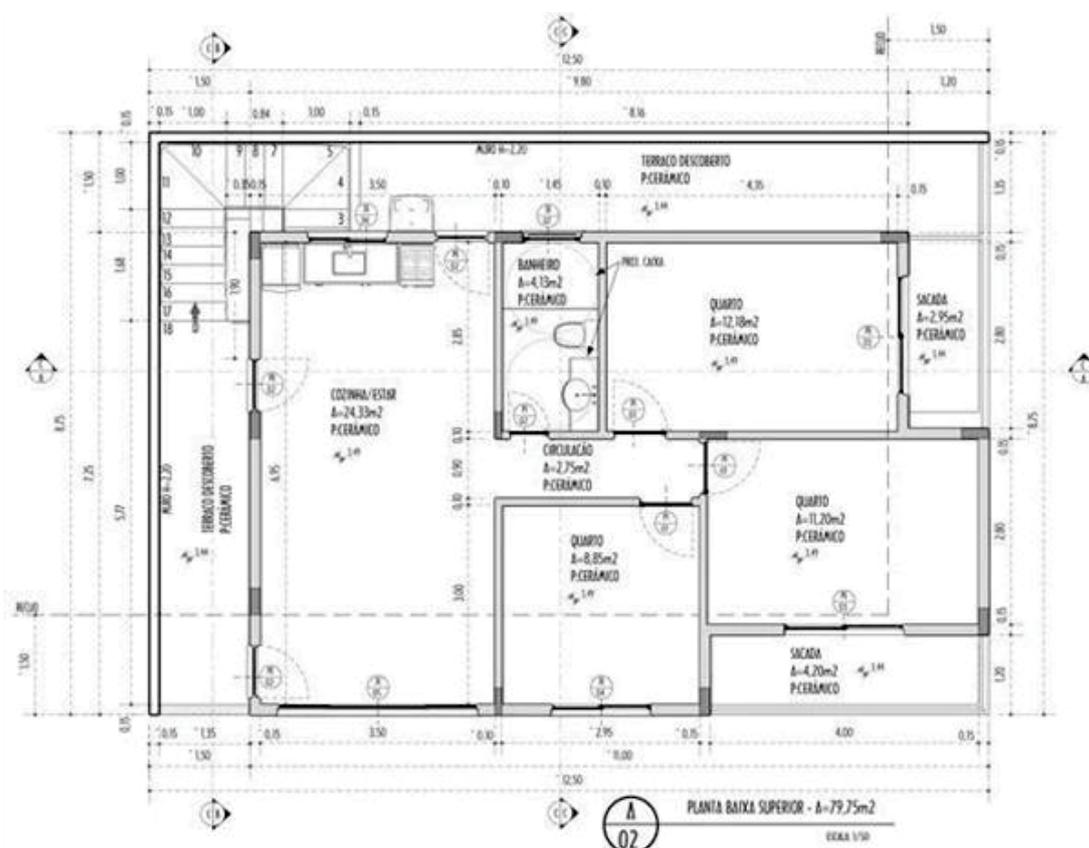
2.4 TIPOS DE REPRESENTAÇÃO DOS MAPAS INDOOR

As formas de representação do espaço Indoor variam e o uso de cada tipo vai depender do público-alvo e também da complexidade do ambiente mapeado. As complexidades das edificações desafiam o profissional ao representar em um mapa as especificidades do ambiente Indoor (MIDTBØ et al., 2012). Alguns tipos de representação podem ser aplicados, como será apresentado adiante.

- Representações Planas

As representações planas, quando aplicadas ao espaço Indoor podem ser divididas em duas subcategorias, o mapa plano abstrato e a planta arquitetônica (NOSSUM, 2013). As plantas arquitetônicas têm como característica a riqueza de detalhes do espaço representado (FIGURA 6), fazendo com que este tipo de representação possua elevado nível de complexidade, tornando -se inadequado para o uso comum, sendo direcionado para finalidades específicas como situações de emergências, obras de engenharia, entre outros (NOSSUM, 2013).

FIGURA 6 -PLANTA ARQUITETÔNICA



FONTE - Adaptado de Hometeka (2019).

O mapa plano abstrato (FIGURA 7) não apresenta tantos detalhes quanto a planta arquitetônica, por suprimir informações excessivas e simplificando a representação e otimizando as características existentes na planta (NOSSUM, 2013). A FIGURA 7 apresenta um mapa plano abstrato do shopping Total, localizado na cidade de Curitiba – PR, neste tipo de representação é possível observar que a metragem foi suprimida em relação à planta e símbolos abstratos se misturam a símbolos pictóricos. Apesar de simplificado, observa -se que o

mapa ainda possui grande quantidade de informações. Nesta representação, as cores são aplicadas com o objetivo de facilitar a leitura por parte de usuários não profissionais (NOSSUM, 2013). Esses mapas são encontrados, geralmente, em *shoppings centers*, aeroportos, entre outros.

FIGURA 7 - MAPA PLANO ABSTRATO DE UM SHOPPING



FONTE - Brasil Shoppings (2019).

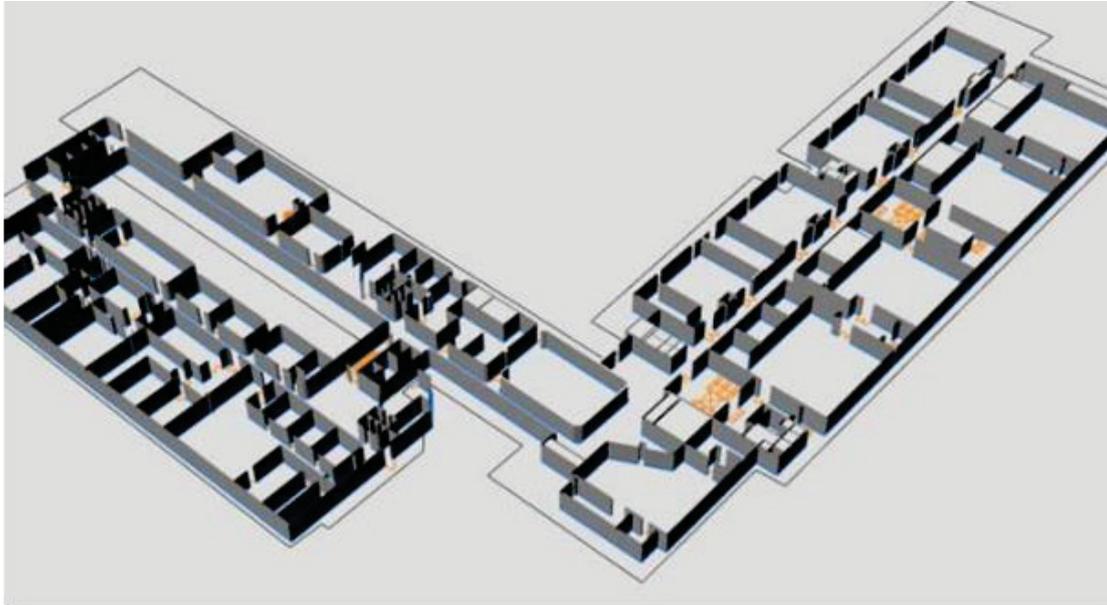
O mapa plano abstrato e a planta arquitetônica representam apenas um único pavimento por vez. Dessa forma, é necessário gerar diferentes mapas e plantas para diferentes pavimentos, não sendo possível representá-las conjuntamente. Ao longo do tempo, o uso dessas representações se deu apenas de forma impressa, atualmente a tecnologia permite visualizar em ambiente digital, podendo alternar entre um mapa e outro, além de possibilitar a implantação de outras formas de representação.

- Modelos 3D

Os modelos 3D (FIGURA 8) possuem como vantagem a possibilidade de representar a complexa estrutura do ambiente em vários pavimentos em uma única representação. Esses modelos possuem uma grande quantidade de detalhes acerca do ambiente e exigem do usuário um baixo nível de abstração para interpretação das informações (LIU ET AL., 2017). Os modelos

tridimensionais exigem alta capacidade de processamento Vanclooster et al. (2016).

FIGURA 8 - MODELO 3D DE UM ESPAÇO INDOOR



FONTE - Vanclooster et al. (2016).

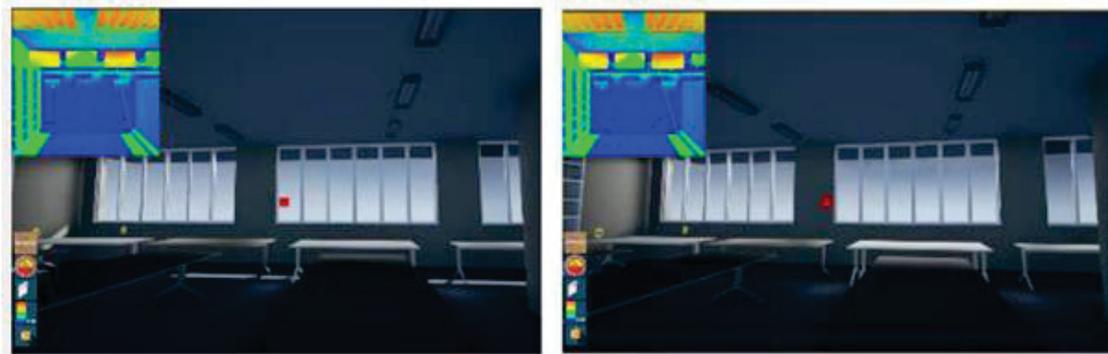
Dessa forma, um espaço Indoor com elevado nível de complexidade, ao ser representado em um modelo tridimensional pode acarretar a exigência de uma capacidade mínima de processamento que seja superior àquela que usuário dispõe em seu *smartphone*, impossibilitando a utilização desta solução. Os projetos arquitetônicos têm utilizado a representação tridimensional como solução na elaboração de projetos, devido à sua riqueza de detalhes (NOSSUM, 2013).

- Realidade Virtual

A realidade virtual (RV) apresenta um espaço 3D interativo, em que as ações do usuário podem ser recriadas em um ambiente virtualmente modelado. A realidade virtual tem como característica a visualização e movimentação em espaços tridimensionais em tempo real e a interatividade do usuário com este ambiente (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006). A RV proporciona aos usuários um sistema de navegação virtual que lhe permite um nível de abstração baixo em relação aos mapas bidimensionais, proporcionando a partir de um cenário interativo o acesso às informações sobre as características do ambiente

(NOSSUM, 2013). Na FIGURA 9 é possível observar a representação de um espaço Indoor em um sistema de RV em que os autores realizam um teste de iluminação (NATEPHRA et al., 2017).

FIGURA 9 - TESTE DE ILUMINAÇÃO EM UM SISTEMA DE RV



FONTE - Adaptado de Natephra et al. (2017).

A desvantagem da realidade virtual, assim como a modelagem 3D, está na representação do espaço com elevado nível de detalhe o que pode exigir uma capacidade de processamento elevada para a renderização, que pode limitar a sua implementação (LIU ET AL., 2017). Outro fator importante é que o usuário a partir da realidade virtual possui uma visão egocêntrica do espaço, não sendo adequada para representar uma visão geral (NOSSUM, 2013).

- Realidade Fotográfica

A realidade fotográfica utiliza fotografias em 360° do espaço para posicionar informações cartográficas e permitir a navegação em primeira pessoa. Na FIGURA 10 pode -se ver um exemplo desse tipo de solução em que um espaço indoor pode ser explorado através do sistema, permitindo uma visão em 360°.

FIGURA 10 - SISTEMA DE REALIDADE FOTOGRÁFICA

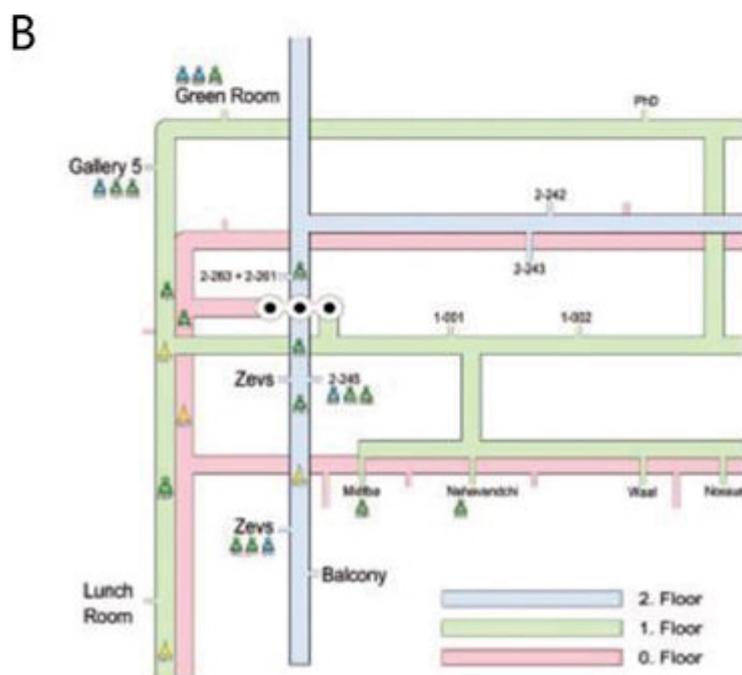


As desvantagens desse tipo de aplicação é que por se tratar de fotografias, não é possível acompanhar as mudanças no ambiente dinâmico. Dessa forma, alterações diversas que podem ocorrer na estrutura da edificação, como a pintura de uma parede ou abertura de um novo corredor, por exemplo, fazem com que as fotografias se quem rapidamente desatualizados. No entanto, é importante ressaltar que esse tipo de representação possibilita o acesso ao nível de detalhes elevado (NOSSUM, 2013).

- IndoorTubes

O IndoorTube é uma solução proposta por Nossun (2011) para a representação de diferentes pavimentos de uma edificação em uma única visualização bidimensional. Nessa proposta o autor apresenta uma representação com o design inspirado nos mapas do metrô. Na FIGURA 11 é realizado o comparativo entre o mapa do metrô de Londres (FIGURA 11 – A) com o mapa desenvolvido pelo autor (FIGURA 11 - B). É possível observar que os corredores da edificação são representados de forma semelhante as conexões entre as estações no mapa do metrô, enquanto as salas da edificação são representadas de forma semelhante às estações do metrô.

FIGURA 11 - A - MAPA DO METRÔ DE LONDRES; B - INDOORTUBE



FONTE - Adaptado de London Metro (2019); Nossun (2011).

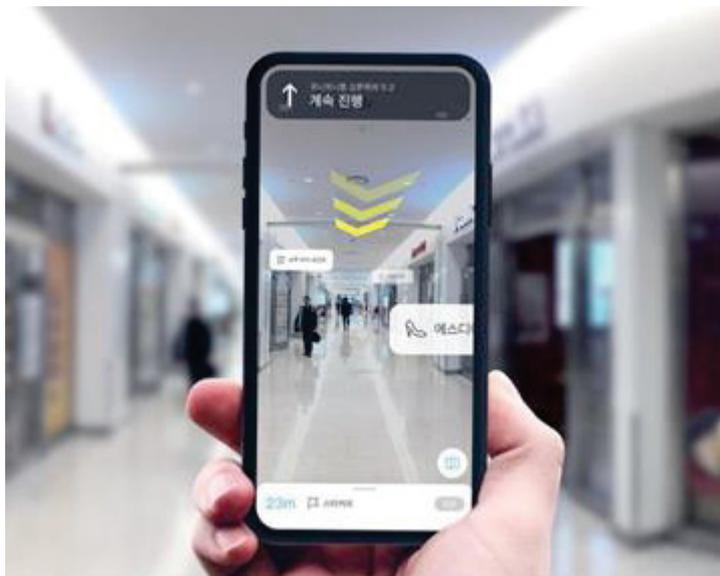
Esta forma de representação permitiu ao autor representar o ambiente de forma geral a partir de uma visão ortogonal diferenciando os diferentes pavimentos pelas cores aplicadas aos corredores. Dessa forma é possível

observar na FIGURA as variações entre o pavimento 0, 1 e 2, representados respectivamente por vermelho, verde e azul. Este método simplifica a quantidade de informações que são exibidas para o usuário, sendo adequado para aplicações que demandem uma visão geral do espaço Indoor, mas exige do usuário uma elevada capacidade de abstração.

- Realidade Aumentada

A realidade aumentada (FIGURA 12) é uma forma de representação que permite misturar informações virtuais com a uma imagem real do espaço Indoor (AL DELAIL et al., 2013). Esta tecnologia utiliza técnicas de posicionamento para estimar a posição do usuário no espaço, exibindo elementos virtuais que possam orientá-lo no seu trajeto ou servir como indicativo das características o espaço representado, a partir de uma visão egocêntrica apresentada em um dispositivo móvel, por exemplo.

FIGURA 12 - REPRESENTAÇÃO EM REALIDADE AUMENTADA



FONTE - Naver (2020).

Dessa forma, em um espaço Indoor representado em realidade aumentada, com incremento de informações cartográficas, o usuário tem acesso a uma representação em que lhe é permitido interagir em tempo real com objetos virtuais mudando constantemente de perspectiva e de distância em relação aos objetos (YEH; LIN, 2018). Nossun (2013) ressaltou que os sistemas de realidade aumentada são novos no mercado e ainda são objetos de investigação científica

quanto a sua funcionalidade e possibilidades de uso, atualmente esta perspectiva ainda se aplica a essa tecnologia, que ainda constitui um objeto de pesquisa.

O nível de abstração é baixo assim, como as soluções de representação em 3D e em realidade virtual, mas destaca -se por permitir que o usuário tenha ao mesmo tempo a visão do ambiente real e dos objetos virtuais sobrepostos. Este tipo de representação impossibilita que o usuário tenha acesso a uma visão geral do espaço mapeado, e podem exigir a existência do giroscópio para detectar a atitude do dispositivo, que não se encontra disponível em todos os dispositivos.

O mapa geralmente é projetado tendo em vista uma determinada tarefa que o usuário realizará, desta forma a utilização de uma ou outra forma de representação está diretamente relacionada a esta tarefa específica. Deve -se considerar também o dispositivo que será utilizado para a visualização da representação do espaço Indoor, podendo ser um mapa impresso até uma representação digital que pode ser exibida em um dispositivo móvel, com tamanho de tela variável, o que também deve ser considerado. O QUADRO 1 representa um comparativo entre os tipos de representação usados para o mapeamento Indoor ressaltando as suas vantagens e desvantagens.

QUADRO 1 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS FORMAS DE REPRESENTAÇÃO

Formas de Representação	Vantagens	Desvantagens
Planta Arquitetônica	Representa o espaço indoor com riqueza de detalhes.	É uma representação complexa e inadequada para o usuário comum.
Mapa plano abstrato	Simplifica detalhes do espaço representado e utiliza simbologia pictórica e abstrata.	Exige maior abstração do usuário e só permite representar um pavimento.
Modelos 3D	Permite representar a estrutura complexa da edificação em uma única representação e exige baixo nível de abstração.	Pode exigir alta capacidade de processamento do dispositivo de representação.
Realidade virtual	Apresenta uma representação do espaço em 3D interativo e com riqueza de detalhes.	Pode exigir capacidade elevada de processamento e não permite obter uma visão geral do espaço.
Realidade Fotográfica	Possibilita visualizar diferentes pavimentos de uma edificação em uma única representação bidimensional.	As fotografias não representam o dinamismo do espaço indoor, ficando rapidamente desatualizadas.

IndoorTubes	Possibilita visualizar diferentes pavimentos de uma edificação em uma única representação bidimensional.	Exige do usuário uma elevada capacidade de abstração.
Realidade aumentada	Permite representar o espaço real com os objetos virtuais sobrepostos e exige baixo nível de abstração.	Não permite ter uma visão geral do espaço representado e pode exigir o giroscópio, sensor que não é comum a todos os dispositivos.

FONTE - O autor (2020).

Desta forma, em um ambiente Indoor de realidade aumentada, com incremento de informações cartográficas, deve -se procurar entender como ocorre o processo de representação e interpretação da simbologia. A simbologia deve ser adequada às restrições impostas pelo ambiente Indoor quanto a sua amplitude e também às restrições da própria tecnologia que envolve o tamanho da tela do dispositivo que pode variar dependendo do seu modelo, além da carga cognitiva, generalização e representação em perspectiva, característica desta tecnologia.

3 REALIDADE AUMENTADA

O termo realidade aumentada foi criado por Tom Caudell e David Mizell em 1992, que desenvolveram um sistema para ajudar trabalhadores a montar os fios e cabos de uma aeronave na fábrica da Boeing (DAPONTE et al., 2014). O termo foi criado para referir -se à sobreposição de informações virtuais ao mundo real (ARTH et al., 2015b). Essas informações não se referem apenas a elementos visuais, podendo ser representadas também por sons, cheiros ou através do toque, de acordo com a tecnologia disponível (DAPONTE et al., 2014).

A RA pode ser compreendida como parte do conceito de realidade misturada (MILGRAM; KISHINO, 1994). Este conceito refere -se à fusão entre o mundo real e o virtual produzindo diferentes realidades, com a coexistência de informações do mundo real e digital e a interação entre estas em tempo real (MILGRAM; KISHINO, 1994 e BILLINGHURST et al, 2015). O conceito de realidade misturada é abrangente, envolvendo outras tecnologias além da RA, como a realidade virtual (RV) e a virtualidade aumentada (MILGRAM; KISHINO, 1994; DAPONTE et al., 2014; BILLINGHURST et al., 2015).

A RV pode ser definida como uma interface avançada para aplicações computacionais que permite ao usuário interagir e navegar em um espaço tridimensional e digital com o uso de dispositivos multissensoriais que permitem essa atuação (TORI et al., 2006; BILLINGHURST et al., 2015). Na RV o ambiente é, em sua totalidade, digital e o usuário interage em primeira pessoa, utilizando um avatar para navegar por esses espaços (NATEPHRA et al., 2017). O avatar é a representação do usuário no ambiente digital, no qual interage (CARTWRIGHT; PETERSON, 2007).

A virtualidade aumentada (VA) é uma variação da RV, em que os elementos digitais são predominantes no espaço representado, mas não constituem a sua totalidade, pois o espaço é enriquecido com informações do mundo real (SCHALL; SCHÖNING; GARTNER, 2011). Dessa forma, na VA os objetos do mundo real são inseridos no espaço predominantemente digital, transportando o usuário para este espaço de modo que o ele mesmo possa visualizar e interagir com os elementos virtuais (TORI et al., 2006).

Nesse contexto, a RA é um segmento da realidade misturada em que predominam as informações do mundo real com a inserção de elementos digitais, ou seja, o contrário do que ocorre com a VA. Azuma (1997) considera a RA, como uma variação da RV, no entanto, a RA se difere da RV já que nesta última o usuário está completamente imerso e não tem contato com o ambiente real, enquanto na RA o usuário consegue ver o mundo real enquanto os objetos virtuais são sobrepostos ao seu campo de visão criando assim uma composição com o mundo real. Azuma (1997) define, portanto, a realidade aumentada como a tecnologia que combina o ambiente real e o virtual sendo registrado em três dimensões e possuindo interatividade em tempo real.

O trabalho de Bimber e Raskar (2005) não formaliza uma definição de RA, mas apresenta alguns aspectos que avançam no desenvolvimento de uma teoria. Nesta obra, a RA é considerada como um contraste da realidade virtual em que em que o ambiente real não é completamente suprimido. Os autores apresentam ainda o problema fundamental da RA, em que o ambiente real (ou a visão do ambiente através do vídeo) é mais difícil de controlar do que um ambiente totalmente criado por computador (BIMBER; RASKAR, 2005).

O conceito apresentado por Cawood e Fiala, (2007) apresenta a RA como um software que combina elementos da RV com elementos do mundo real. Os autores ressaltam que não há necessidade de interatividade em tempo real, mas que esta condição pode tornar o resultado mais efetivo e visualmente mais interessantes, mas que não podem ser vistos sem o auxílio de algum dispositivo. O dispositivo pode ser um celular, monitor de computador ou, até mesmo, a televisão (CAWOOD; FIALA, 2007).

O conceito de RA não está restrito apenas à questão da visualização, está relacionado também aos outros sentidos (AZUMA, 1997). É possível trabalhar com audição, tato e olfato, desde que se tenha o aporte tecnológico para isso (AZUMA, 1997). Esta definição ressalta o potencial que a RA tem para enriquecer a percepção sensorial de uma pessoa adicionando diferentes informações através dos diferentes sentidos, como animações que trazem consigo sons ao serem visualizadas em RA (MIYASHITA et al., 2008) ou até mesmo um livro (BACK et al., 2001) que traz consigo áudios referentes a informação da escrita, por exemplo, são exemplos do uso do áudio como

informação aumentada. Luvas com mecanismos que simulam uma força empreendida ou até mesmo a resistência ao tocar uma superfície como a textura grosseira representam exemplos do uso do tato (AZUMA, 1997). Dessa forma o enriquecimento da percepção sensorial aumenta a capacidade de compreender o ambiente.

A partir desta lógica, Daponte et al. (2014) aponta a seguinte definição para realidade aumentada - uma tecnologia que enriquece a percepção sensorial de uma pessoa mostrando informações sobre o ambiente circundante que não podem ser percebidas com os cinco sentidos.

O *continuum* de Milgram e Kishino (1994), apresentado na FIGURA 13, possibilita compreender as relações das diferentes tecnologias que formam a chamada realidade misturada. Observa -se que as extremidades do segmento são constituídas por duas realidades opostas, ou seja, em uma extremidade têm -se o mundo real, aquele que é constituído apenas por objetos físicos, reais. Na outra extremidade têm-se a RV constituída em sua totalidade por elementos digitais. Entre esses extremos ocorre a mistura entre o mundo real e o virtual, formando, assim, a realidade misturada. Na região de mistura do continuum, a predominância de elementos do mundo real ou virtual pode variar, determinando a diferença entre a RA e a VA.

FIGURA 13 - CONTINUUM DE MILGRAM E KISHINO

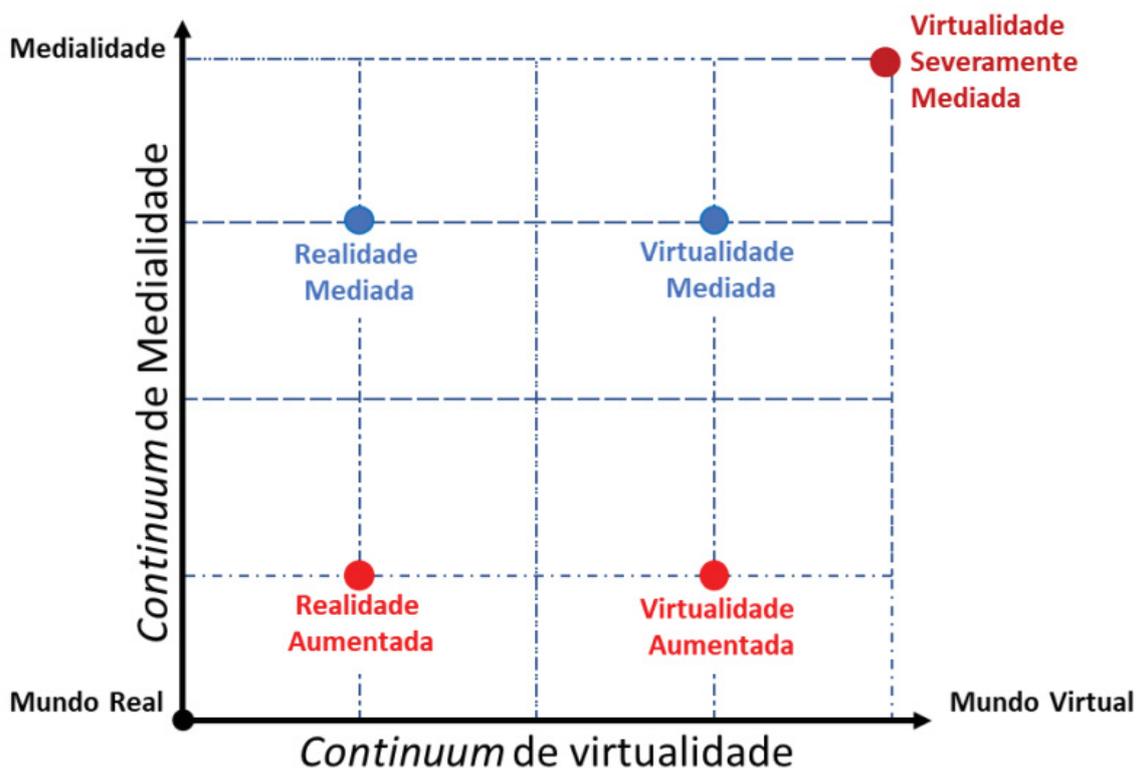


FONTE - adaptado de milgram e kishino (1994).

Mann (1994) apresentou outra abordagem para explicar a relação entre as diferentes tecnologias e auxiliar a compreensão do conceito de RA, através do conceito de realidade mediada, expandindo o conhecimento de realidade misturada que prevalecia até então. Segundo o autor, a realidade mediada seria uma forma modificada de ver o mundo real ou uma filtragem da visão do mundo real (MANN, 1994; BILLINGHURST et al., 2015). Desta forma, a visão modificada

poderia acrescentar informações de modo a aumentar a capacidade visual do usuário, como é possível observar no caso da RA ao acrescentar informações digitais ao mundo real. Com base nesse conceito, Mann (2002) propõe um continuum de realidade mediada (FIGURA 14) que estende o conceito apresentado por Milgram e Kishino (1994).

FIGURA 14 - CONTINUUM DE REALIDADE MEDIADA E VIRTUALIDADE



FONTE - Adaptado de Mann (2002).

Na FIGURA 14 é possível observar que o continuum proposto por Mann (2002) apresenta em seu eixo horizontal a variação entre o mundo real e o virtual, similar à proposta de Milgram e Kishino (1994). O eixo vertical representa o nível de medialidade que está sendo executada, a variação ocorre quanto à modificação ou filtragem que está sendo executada na representação. Quanto maior o nível de modificação da representação, maior o nível de medialidade.

Nesse sentido, observa-se a existência da virtualidade severamente mediada, que é a RV com um elevado nível de medialidade, ou seja, a cena virtual passou por modificações ou filtragem até chegar ao usuário (BILLINGHURST et al., 2015). Portanto, o conceito apresentado por Mann

(2002) além de expandir as ideias propostas por Milgram e Kishino (1994), insere a RA e as outras tecnologias envolvidas e os coloca sob novas interfaces.

3.1 TECNOLOGIAS DE UM SISTEMA DE RA

Para que o usuário possa visualizar os elementos digitais sobrepostos ao mundo real, é necessário um dispositivo que atue como interface entre o mundo real e os elementos digitais. Os smartphones têm sido os principais dispositivos de interface (ARTH et al., 2015b). Isso se deve ao uso crescente nas atividades cotidianas, de modo que, no Brasil, já atinge a quantidade de 1,9 smartphones por habitante (MEIRELLES, 2019). Nestes dispositivos, a RA é representada através de um sistema egocêntrico em que as informações espaciais são tratadas como conteúdo temático pelas imagens do ambiente real captadas pela câmera.

O funcionamento de um sistema de RA depende de algumas características fundamentais (AZUMA, 1997; BIMBER; RASKAR, 2005; BILLINGHURST et al. 2015), constituídas por condições básicas que proporcionam o funcionamento do sistema. No entanto, deve -se ressaltar a importância de abordar os periféricos como parte das características básicas de um sistema de RA, pois constituem condições fundamental para a existência do sistema.

Dessa forma, é fundamental destacar as diferentes características entre periféricos e condições. Os periféricos, tratam -se, neste trabalho, dos equipamentos e sensores existentes no dispositivo utilizado, que permitirão a representação da RA para o usuário. As condições referem -se a metodologias de aplicação e das tecnologias envolvidas, que permitirão ao usuário visualizar de uma determinada forma, em um determinado tempo, podendo ou não interagir com esses elementos.

Os smartphones possuem os elementos básicos para aplicação em um sistema de RA (ARTH et al., 2015b), a sua efetivação nesse contexto depende das condições que são propostas por meio dos aplicativos. A seguir serão detalhadas as principais características desse tipo de tecnologia, a partir das especificações dos principais autores. Conforme explicado anteriormente, as

características serão explicadas a partir da subdivisão proposta neste trabalho, em periféricos e condições, além disso, as características serão abordadas no contexto dos smartphones.

As principais condições para a existência de um sistema de RA foram definidas em um artigo escrito por Azuma (1997). O autor definiu três condições, ao que ele chamou de características básicas, que devem fazer parte de todo sistema de RA - combinar o real e o virtual, interatividade em tempo real e o registro e três dimensões.

Essas condições, contudo, não contemplam o status desta tecnologia na contemporaneidade, sendo necessário adotar outras abordagens na caracterização, como será discutido adiante. Portanto, o trabalho de Azuma (1997), por ter sido um dos primeiros a abordar a caracterização da tecnologia, é adotado como base estruturadora para a discussão aqui proposta.

1 - Combinar o Real e o Virtual -

Na combinação do real com o virtual, o usuário deve ter acesso a uma vista do espaço real com o acréscimo da informação digital, posicionada de forma arbitrária. Esta informação pode ser um áudio, vídeo ou uma imagem (FIGURA 15). Segundo Azuma (1997), o aumento da realidade não está relacionado apenas com a inserção de informações digitais no espaço real, mas também com a oclusão de informações existentes. Isso pode ser feito a partir de sobreposições gráficas em que uma imagem digital se sobreponha um determinado objeto do mundo real substituindo a informação por outra ou simplesmente impedindo a sua visualização Azuma (1997).

Essas características, no entanto, diferem do contexto da RA que se desenvolveu nos últimos anos, em que outros autores apresentam características que divergem da abordagem clássica de Azuma (BIMBER; RASKAR, 2005; CAWOOD; FIALA, 2007; HOHL, 2010; KLEIN, 2009). Para esses autores a combinação do real e do virtual pode ocorrer a partir de imagens estáticas, não sendo necessário ocorrer em tempo real. Ainda segundo Grubert et al. (2015 e 2011), o uso de sistemas de RA, principalmente a partir dos dispositivos móveis, são feitos, em sua maioria com imagens paradas, pois o

autor verificou em suas pesquisas que o usuário tende a ficar parado do que se movimentar ao usar um sistema de RA.

FIGURA 15 - INFORMAÇÕES DIGITAIS INSERIDAS NO ESPAÇO REAL



FONTE - O autor (2020).

Dessa forma, ainda que a captura de imagens seja em tempo real e que a navegação seja possível, não é prática dos usuários utilizarem esse recurso. O trabalho de Stanek e Friedmannova (2010), utilizou imagens estáticas capturadas do Google *Street View* para realizar experimentos e discussões acerca da Ra e do seu potencial de uso para cartografia. Os autores ressaltam em seu artigo que as imagens são estáticas e que a metodologia difere da já tradicional abordagem. A combinação entre o real e o virtual é preservada, de forma que o fator tempo não é preponderante em todas as aplicações.

2 - Interatividade em tempo real -

A interatividade, apresentada por Azuma (1997) como uma das condições básicas de existência da RA, é fator de discordância entre os autores. Muhanna, (2015), define interatividade como a habilidade do usuário em obter retorno e efetuar modificações do mundo virtual. Esta definição foi construída para o contexto de uso da RV, Flavián et al. (2018) retoma o conceito anterior expandindo a abordagem para o espaço mediado, que responde de acordo com as ações do usuário.

Flavián et al. (2018) entendem a interatividade como um processo comportamental em que os usuários têm a capacidade de alterar o espaço que

veem. Trata -se de um processo dinâmico e ao mesmo tempo dialético entre os usuários e as tecnologias, o que determina a integração do ponto de vista tecnológico e perceptivo. Ao expandir o conceito de interatividade citado, os autores não apenas a colocam no escopo da realidade mediada, mas também abrangem o contexto da RA.

A interatividade na RA pode possuir diferentes níveis, variando quanto ao dispositivo utilizado (BAILENSEN et al., 2008). Em um nível mais baixo, a interatividade pode permitir apenas a navegação por um ambiente aumentado, enquanto que em um nível mais alto de interatividade, pode ser possível modificar ou alterar a representação a partir de dispositivos como luvas sensoriais e óculos semi -imersivos (BAILENSEN et al.,2008; FLAVIÁN et al., 2018; MUHANNA, 2015).

Um baixo grau de interatividade é definido pela existência de um controle de navegação, este controle ainda pode ser subdividido quanto ao tipo de dispositivo envolvido na interação, podendo ser imersivo e não imersivo. Além disso, Flavián et al. (2018) expõem um conceito, também abordado por Bailenson et al. (2008), no qual os dispositivos tecnológicos permitem, de alguma maneira, diferentes ações do usuário. Nesse sentido, o continuum também apresenta a variação da interatividade em diferentes tecnologias denominadas de internas e externas.

Na teoria de Azuma (1997), a interatividade seria fator preponderante para o correto funcionamento da RA, mas alguns autores (BIMBER; RASKAR, 2005; BILLINGHURST et al.,2015; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010) discordam desse posicionamento. Segundo esses autores a inexistência de interações não configuram impedimento para a caracterização de um sistema como RA, pois o conceito desta técnica ainda é preservado nesse contexto, havendo a mistura do ambiente real com o virtual. De acordo com Bimber e Raskar (2005), mesmo uma televisão pode ser considerada um dispositivo de RA, por se tratar de um dispositivo que exhibe ambientes de mistura, mas que não permite a interatividade direta ou indireta.

O trabalho de Stanek e Friedmannova (2010) extrapola a discussão acima ao considerar o Google Street View como um sistema de RA. Os autores consideram as imagens estáticas do Google com as informações das rodovias

sobrepostas, no âmbito dos sistemas de RA, inclusive utilizam a aplicação como forma de simular a RA proposta no artigo. O sistema da Google possui características que podem classificá-lo como um sistema de realidade fotográfica, mas os autores deixam claro a intenção de apenas simular a realidade para fins experimentais, ressaltando, porém, que a RA pode ser implementada com imagens estáticas, conforme também apontam Daponte et al. (2014) ao incluir as imagens estáticas de alta qualidade como uma das variações do processo de registro do elementos virtuais, como será abordado mais à frente.

No contexto deste trabalho a interatividade será tratada de forma distinta da proposta inicial de Azuma (1997), pois entende-se que a interatividade não é fator preponderante para a existência de um sistema de RA, podendo ser aplicada também em imagens estáticas (BIMBER; RASKAR, 2005; BILLINGHURST et al.,2015; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010).

3 - Registro em três dimensões -

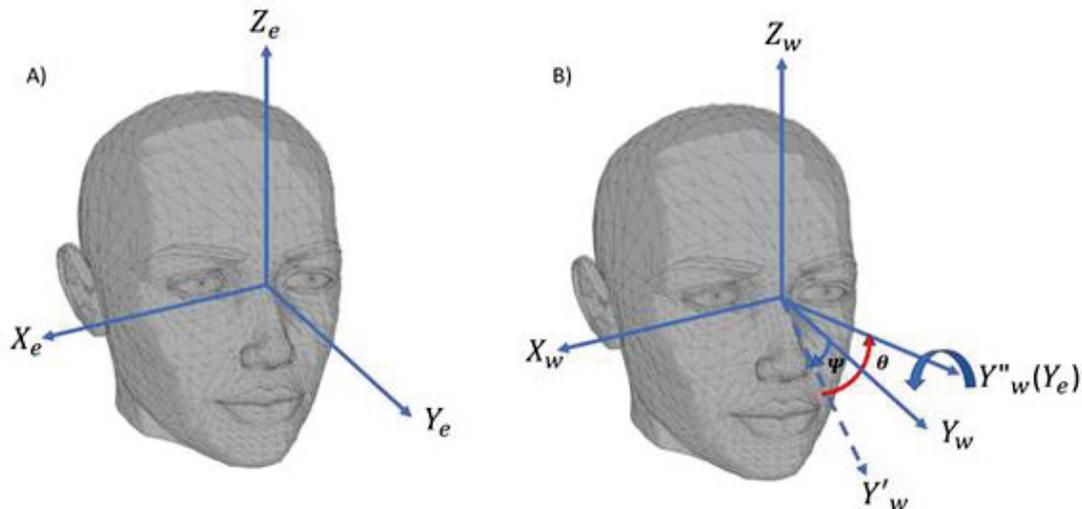
Ao trabalhar com RA é necessário que os elementos estejam devidamente registrados no ambiente, os objetos do mundo real e do mundo virtual devem estar perfeitamente alinhados uns com os outros para criar uma ilusão de coexistência (BEHZADAN et al, 2014). Para isso é necessário identificar em tempo real a posição e a atitude do dispositivo utilizado, para transformação dos sistemas de coordenadas e alinhamento das informações (PINTO; CENTENO, 2012).

Para que ocorra a adequada correlação do posicionamento do objeto virtual no mundo real, é necessário fazer com que as medidas de posição e atitude do sistema aplicado para representação, estejam alinhados de tal modo que o cérebro humano perceba a imagem que é apresentada com coesão e como realidade. Para isso são aplicados sistemas de coordenadas tridimensionais, representados na FIGURA 16A com eixos representando as coordenadas virtuais do dispositivo e representando as coordenadas do mundo real Behzadan et al. (2014).

Ao movimentar a cabeça ou o dispositivo móvel, são realizadas transformações sobre o objeto ou sobre o sistema de coordenadas, baseadas em operações de rotação, escala e translação (TEIXEIRA et al., 2006). A

FIGURA 16B representa as diferenças no eixo Y ao movimentar entre os pontos Y' e Y'' no sistema de coordenadas mundiais, sendo necessário fazer a transformação entre os sistemas para que o objeto virtual se mantenha corretamente posicionado (BEHZADAN et al., 2014).

FIGURA 16 - SISTEMA DE COORDENADAS OCULARES E DO MUNDO REAL



FONTE - O autor (2020).

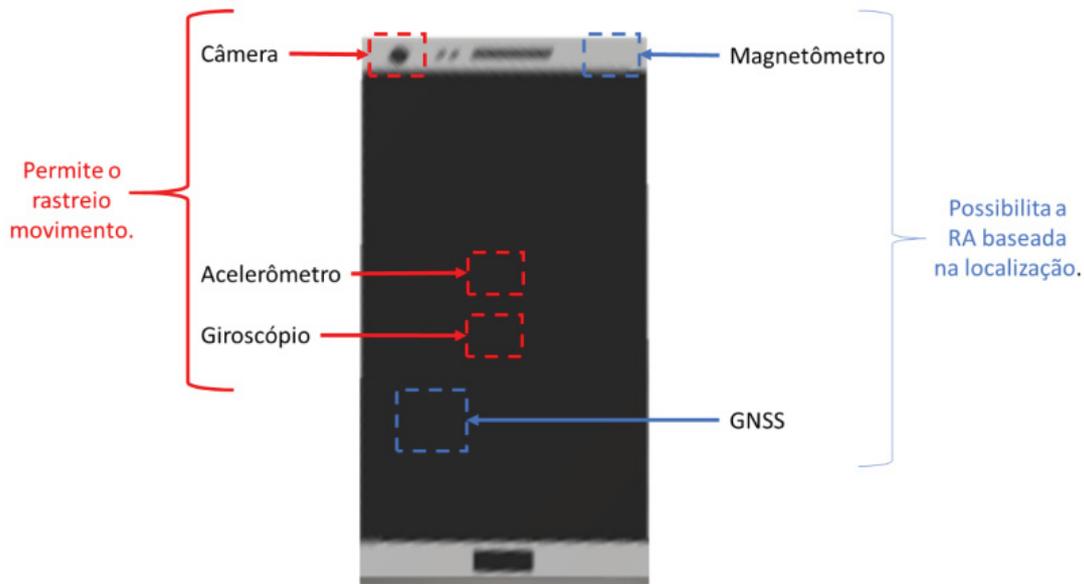
Em situações em que se busca fornecer ao usuário o conhecimento do ambiente no qual ele está inserido, o alinhamento correto dos elementos virtuais e reais é fundamental para que se alcance o objetivo. Caso contrário, o usuário pode ter uma percepção errada e interpretar de maneira incorreta as informações do ambiente. A localização do conteúdo digital deve corresponder ao conteúdo real de maneira mais próxima possível, de forma que o usuário não consiga a ver o deslocamento entre os objetos (AZUMA, 1997).

Deve-se considerar ainda a capacidade do olho humano de perceber pequenas variações de posicionamento no ambiente, dessa forma, variações de posicionamento entre dois objetos diferentes pode causar o chamado conflito visual Azuma (1997). Dessa forma, um objeto deslocado com relação ao outro, por menor que seja, será percebido pelo usuário.

O crescimento do uso de dispositivos móveis, principalmente os smartphones, popularizou uma série de periféricos que permitiram aos usuários experimentar novas tecnologias, inclusive a RA (SEKHAVAT; PARSONS, 2018). Isso se deve à portabilidade de sistemas periféricos que possibilitaram o advento destes dispositivos (ARTH et al., 2015b), portando bússolas, GNSS, giroscópio,

acelerômetros e câmeras (FRAGA -LAMAS et al., 2018; SEKHAVAT; PARSONS, 2018). A FIGURA 17 apresenta as composições básicas dos periféricos em um dispositivo móvel, adaptada das especificações técnicas da Google em seu material para desenvolvedores de RA (GOOGLE, 2019).

FIGURA 17 - COMPONENTES PERIFÉRICOS DE UM DISPOSITIVO MÓVEL



FONTE - Adaptado de Google (2019).

Conforme é possível observar na FIGURA 17, os periféricos responsáveis pelo funcionamento da RA são divididos em dois grupos - Aqueles que permitem o rastreamento do movimento e aqueles que possibilitam a RA baseada na localização. O primeiro grupo é composto por sensores capazes de identificar o movimento e a atitude do dispositivo, além de identificar feições para fins de localização e registro. O magnetômetro e o GNSS permitem identificar a localização do dispositivo no espaço, possibilitando a criação de aplicativos baseados em geolocalização (FRAGA -LAMAS et al., 2018; SEKHAVAT; PARSONS, 2018).

Os sensores que permitem identificar a localização determinam o rumo e a posição do dispositivo no espaço. O magnetômetro identifica o rumo do dispositivo a partir do valor do campo magnético atribuído a cada ponto (BASIRI et al., 2017). O sistema é eficiente em ambientes indoor e ambientes externos, mas a existência de objetos metálicos ou até mesmo dispositivos que utilizam sinais de rádio podem interferir no correto funcionamento do sensor e, conseqüentemente, na sua precisão (BASIRI et al., 2017).

O GNSS disponível na maior parte dos smartphones atualmente permite rastrear continuamente usuários desses dispositivos e apresentar informações customizadas acerca de rota seguida e, até mesmo, informações atualizadas sobre o trajeto (HUANG; GARTNER, 2010). No entanto, a efetividade do sistema ainda é restrita ao espaço externo, pois, no espaço indoor os problemas ocorrem com maior frequência, pelo sistema exigir a identificação clara dos satélites em órbita para identificar um posicionamento preciso (KASPRZAK et al., 2013). Esse problema de disponibilidade de sinal GNSS que afeta a maior parte dos espaços indoor, dificulta a navegação (BASIRI et al. 2017) e a implementação de aplicativos de RA indoor, baseados em localização.

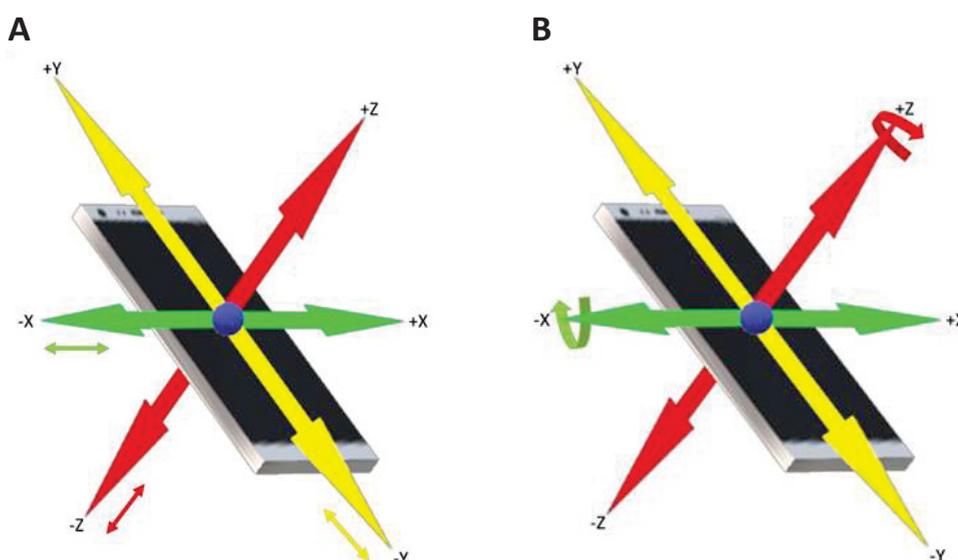
Na categoria de sensores que permitem o rastreamento do movimento encontram-se a câmera, o acelerômetro e o giroscópio. A câmera é o sensor responsável pela captura do vídeo de uma cena real que será processada e enriquecida com informações digitais (BASIRI et al., 2017; TORI et al., 2006). Em RA as câmeras têm como principais funções capturar imagens para que sejam exibidas em um ambiente de mistura e identificar a posição de marcadores únicos, que determinam a posição do objeto virtual no espaço como será visto à frente (BASIRI et al., 2017 e FRAGA -LAMAS et al., 2018; TORI et al., 2006).

O acelerômetro permite identificar o nível de aceleração de um dispositivo ao prescrever um movimento (GAO et al., 2018; KYSELA; ŠTORKOVÁ, 2015). O sensor é capaz de captar a variação da aceleração nos eixos X, Y e Z (FIGURA 18 -A). A determinação da aceleração e da posição ao longo dos eixos, é realizada quando o usuário integra uma força específica através de um dos eixos sensíveis do acelerômetro (BASIRI et al., 2017). O sensor possui sensibilidade elevada, apresentando variações na aceleração do dispositivo a partir de movimentos mais sutis, como ao atender uma ligação, não sendo necessário, portanto, o efetivo deslocamento do usuário (LUO et al., 2017).

O eixo do acelerômetro é determinado por G_x , G_y e G_z ; o magnetômetro tem seus eixos determinados por B_x , B_y e B_z . O sistema utiliza os dados do acelerômetro e do magnetômetro para determinar a atitude do aparelho. O giroscópio é o sensor capaz de detectar o ângulo de rotação do dispositivo móvel, entre duas posições (GAO et al., 2018), permitindo ao sistema identificar se o dispositivo está voltado para cima, para baixo ou para um lado ou outro. O

procedimento para a identificação deste tipo de atitude do dispositivo, é feito a partir da determinação do ângulo de inclinação entre os eixos Z e X, conforme apresentado na FIGURA 18 -B (DAPONTE et al., 2014; GAO et al., 2018).

FIGURA 18 - A - EIXOS DE UM ACELERÔMETRO; B - EIXOS DE ROTAÇÃO DO GIROSCÓPIO



FONTE - Adaptado de Google (2019).

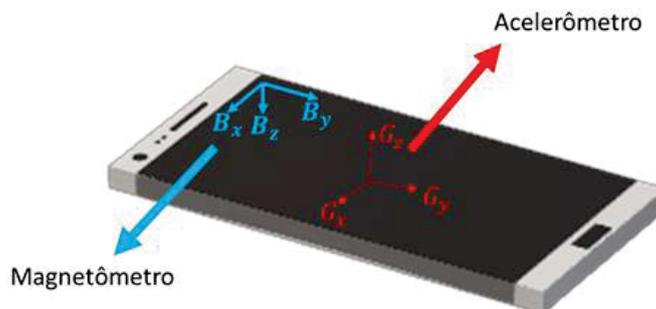
O trabalho de Pinto e Centeno (2012) mostra o funcionamento do acelerômetro e magnetômetro (FIGURA 19). O eixo do telefone é representado pelo padrão NED (North, East, Down) que é determinado de fábrica, em que o N aponta sempre para a direção da bússola do aparelho; E aponta para a direita e; D aponta para baixo.

Conforme afirmam Daponte et al. (2014), os dispositivos móveis portam um giroscópio microeletromecânicos que utilizam a força de Coriolis em torno de um dos eixos de rotação do sensor. O giroscópio detecta a força implementada em um dos eixos, elimina o efeito da força de Coriolis e, com os sinais resultantes, amplifica e filtra, produzindo sinais de tensão que são proporcionais às taxas angulares de cada eixo (DAPONTE et al., 2014).

Os sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio), assim como o sensor magnético (magnetômetro), o sensor visual (câmera) e o sensor responsável por captar os sinais do GNSS, contemplam os periféricos básicos para a implementação de um sistema de RA em dispositivos móveis (HALIK, 2012; KOCH et al., 2014; NEGES et al., 2015). A atuação desses componentes em

conjunto possibilita determinar o posicionamento do dispositivo em espaços indoor que, naturalmente, podem apresentar problemas na recepção do sinal do GNSS (AL DELAIL et al., 2013; KOCH et al., 2014).

FIGURA 19 - EIXOS DO ACELERÔMETRO E MAGNETÔMETRO



FONTE - Adaptado de PINTO; CENTENO (2012).

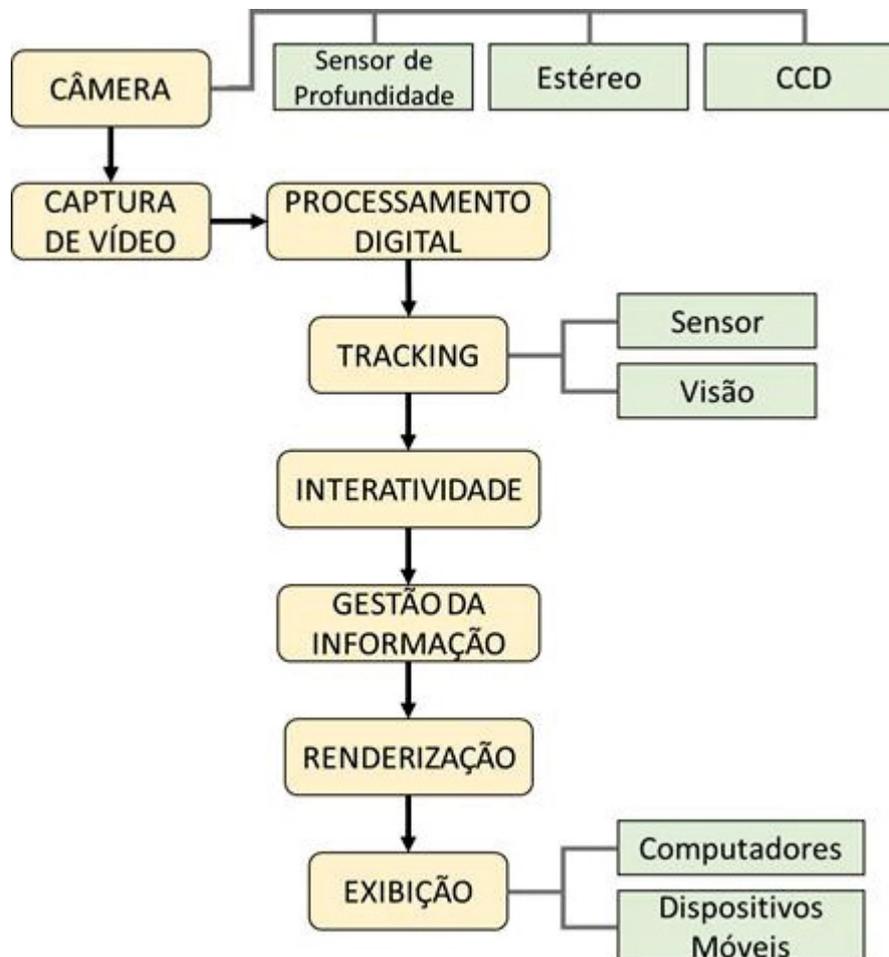
O artigo de Fraga -Lamas et al. (2018), possui uma explicação consistente acerca da atuação integrada dos periféricos mencionados, com as características anteriormente mencionadas para o desenvolvimento da RA. Os autores criaram um fluxograma apresentado como um modelo básico de funcionamento do sistema, que pode ser observado na FIGURA 20.

Conforme é possível observar na FIGURA 20, a câmera captura uma imagem, um frame de vídeo, que é processado digitalmente pelo sistema para estimar a posição da câmera em relação ao objeto digital que será representado (FRAGA -LAMAS et al., 2018). Nesse processo, são utilizadas as informações dos sensores do dispositivo, determinando também a atitude do dispositivo em relação ao objeto.

O rastreamento (*tracking*) determina a posição e a velocidade do dispositivo no espaço, considerando as informações dos sensores inerciais e GNSS. O tracking também pode ser realizado pela câmera do dispositivo, identificando marcos artificiais que auxiliam o registro dos objetos virtuais (BILLINGHURST et al., 2015), este item será discutido no próximo tópico. O módulo de interação reúne informações adicionais acerca da manipulação do usuário, para acrescentar ao processamento. O processamento final é dado pela gestão da informação, onde os objetos virtuais são preparados para a representação e a renderização, que vai preparar a representação na perspectiva apropriada.

Finalmente, a exibição da imagem é feita através da tela do dispositivo (FRAGA -LAMAS et al., 2018).

FIGURA 20 - FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA RA



FONTE - Adaptado de Fraga -Lamas et al. (2018).

Para fazer o registro do objeto virtual na cena representada é necessário identificar corretamente a posição do usuário em relação ao local de representação do objeto, desta forma o sistema pode posicionar o objeto na perspectiva correta (TORI et al., 2006). A identificação da posição do usuário é realizada com a identificação de no mínimo quatro pontos composição conhecida no espaço (BILLINGHURST et al., 2015; TORI et al., 2006). É necessário, contudo, que esses pontos sejam identificáveis pelo sistema para que o mesmo possa realizar os cálculos de posicionamento, caso contrário não seria possível representar qualquer objeto virtual.

Considerando que o mundo real possui uma série de informações e que as câmeras dos dispositivos móveis variam na capacidade de captar informações acerca de objetos no espaço em diferentes distâncias, torna-se fundamental que esses quatro pontos sejam de fácil reconhecimento e visíveis a qualquer momento (BILLINGHURST et al., 2015; TORI et al., 2006). Para solucionar esse problema, muitos sistemas utilizaram como marcador uma forma quadrilateral, onde os vértices servem como ponto de referência conhecidas e, no seu interior, são inseridas informações adicionais de identificação, permitindo que múltiplos marcadores possam ser utilizados em uma mesma aplicação, desde que a informação de identificação no interior do quadrilátero seja diferenciada (BILLINGHURST et al., 2015).

O alinhamento entre os objetos deve considerar ainda a profundidade do espaço que é tridimensional. Caso o alinhamento seja feito sem considerar a profundidade relativa dos objetos reais e virtuais, corre-se o risco de fazer com que os elementos virtuais pareçam flutuar sobre o fundo real ao invés de sobrepor como se fizesse parte do mesmo, a este fenômeno dá-se o nome de oclusão incorreta (BEHZADAN et al., 2014). Esse problema é maior em ambientes externos do que em ambientes indoor, isso ocorre porque a navegação nos ambientes externos e mais amplos faz com que a profundidade relativa entre hoje objetos virtuais e aqueles que pertencem ao ambiente real seja alterada constantemente e de forma mais evidente ao longo do tempo de uso do sistema de realidade aumentada (BEHZADAN et al., 2014).

Os desalinhamentos mecânicos, discrepâncias entre modelo digital e as propriedades físicas do ambiente, podem ocasionar a mudança de posição de parte do modelo na medida que o usuário se movimenta no ambiente. Para impedir que ocorra a desalinhamento mecânico, é necessário que o equipamento esteja calibrado (AZUMA, 1997; BEHZADAN et al., 2014; DAPONTE et al., 2014).

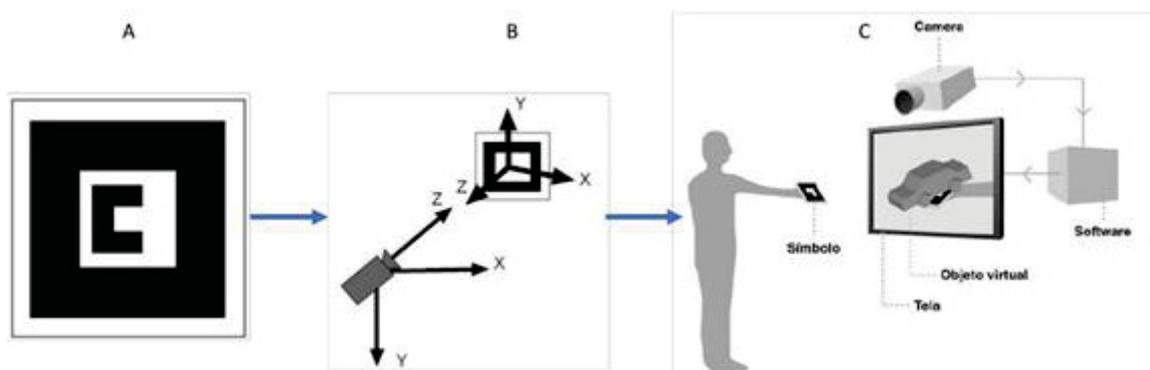
Quanto às partes fundamentais de um sistema de realidade aumentada, a identificação da posição do usuário é fundamental para que este possa visualizar corretamente os elementos virtuais contidos naquela cena do seu campo de visão. No entanto, para que isso aconteça é necessário que o sistema seja dotado de um módulo de rastreamento que vai permitir identificar a posição exata

do usuário (DAPONTE et al., 2014). A seguir serão descritos alguns módulos de rastreamento utilizados em Sistemas de R A.

3.2 SISTEMA DE RASTREAMENTO COM MARCADORES E SEM MARCADORES

Os sistemas de RA baseados em marcadores utilizam uma imagem para saber como e onde posicionar um objeto virtual (KANG; ROH, 2010). O sistema se baseia na moldura quadrada ou no padrão de imagem do marcador e coloca, tendo como base esse referencial, o objeto virtual na posição correta. Na FIGURA 21, observa -se - A - Exemplo de marcador fiducial; B - relação do marcador e a câmera; C -Visualização do objeto posicionado no marcador. O sistema com o uso de marcadores é considerado poluído, pois requer que os marcadores sejam posicionados no ambiente para que o sistema saiba onde e como posicionar os elementos virtuais (DAPONTE et al., 2014).

FIGURA 21 - FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA DE RA COM USO DE MARCADORES



FONTE - Adaptado de Agenciadda (2017) e Kirner (2011).

Os sistemas chamados *markerless*, trabalham sem o uso de marcadores, baseando -se no reconhecimento de pontos chave (DAPONTE et al., 2014). Neste tipo de sistema, elementos que compõem o ambiente podem ser utilizados para orientar a posição dos objetos virtuais (FIGURA 22), a condição desses elementos no ambiente deve seguir algumas regras para que seu funcionamento seja eficiente -

- O reconhecimento deve ser rápido;

- Não devem variar de maneira significativa sobre diferentes condições de luz;
- Devem ser robustos permitindo observações em diferentes ângulos de visão;
- Os objetos devem fornecer pontos específicos para que sejam reconhecidos em uma ampla faixa de distância entre objeto e usuário.

FIGURA 22 - POSICIONAMENTO DE MODELO EM RA



FONTE - O autor (2020).

O modo de rastreamento sem marcadores pode ser utilizado com maior mobilidade em diferentes condições ambientais, sem a necessidade de posicionar o marcador fiducial (DAPONTE et al., 2014). Desta forma, o rastreamento sem marcadores aplicado em plataformas como os dispositivos móveis, pode proporcionar o uso da RA sem que diferentes elementos existentes no espaço interfiram no acesso ou na visualização do marcador fiducial.

3.3 REALIDADE AUMENTADA APLICADA À CARTOGRAFIA

Os dispositivos móveis como *smartphone* estão equipados com uma série de componentes que possibilitam a implementação de um sistema RA,

como por exemplo a câmera, módulo GPS, bússola eletrônica, acelerômetro, giroscópio e acesso à internet. Os elementos mencionados entram em conexão com um banco de dados espacial, permitindo visualizar GRÁFICOS virtuais na tela do dispositivo móvel (HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016). Em 2008 o *Wikitude*® surgiu como uma aplicação que combinava dados do GPS do dispositivo com informações do Wikipédia. No ano seguinte o *LayAR* surgiu com uma proposta similar de integração de GPS com informações digitais, porém com maior abrangência de informações da internet e possibilitando a inserção de dados customizados (ARTH et al., 2015a, 2015b).

Ambos os sistemas fazem parte de tendência na aplicação de RA que utiliza o GPS do aparelho para estimar a sua localização espacial e assim resgatar as informações digitais para o usuário (CHANG, 2015). O uso dos marcadores é uma solução de baixo custo, no entanto, é considerado invasivo, uma vez que os objetos têm que ser marcados por este código (CHANG, 2015).

O uso de RA para localização em ambientes indoor tem sido explorado, pois esta tecnologia utiliza técnicas de posicionamento sem fio, como o Wi -fi, por exemplo, permitindo fundir elementos digitais perfeitamente com a cena do ambiente interno (AL DELAIL et al., 2013) não dependendo do sinal do GPS do aparelho. Em pesquisa realizada por Al Delail et al. (2013), utilizando sistemas de navegação indoor em realidade virtual e aumentada, os usuários demonstraram ter preferência pelo sistema de RA. Tal fato pode ser explicado pela combinação entre o real e o virtual que torna o sistema mais tangível ao usuário, enquanto que na realidade virtual, a perda da noção de realidade causa dificuldade no manuseio do sistema.

Desta forma, em um ambiente de RA indoor com o incremento de informações cartográficas, deve -se procurar entender como permitir a navegação do usuário, considerando o ambiente de mistura em que o usuário interage em tempo real, mudando constantemente de perspectiva e de distância dos elementos. A simbologia deve -se adequar a este propósito, sendo construída com base também nas dificuldades inerentes à tecnologia de representação. Neste caso, considera -se como dificuldade, o tamanho da tela do dispositivo móvel considerado e o ambiente de mistura que compõe a RA. Estudos como o de Stevens et al. (2013) apontam direcionamentos para aplicação de variáveis visuais como tom, cor, textura e volume na simbologia

implementada em telas digitais, principalmente nas telas dos dispositivos móveis com tamanho reduzido. Em um ambiente de RA a aplicação da linguagem cartográfica é pertinente para a identificação de convergências conceituais em representações nas distintas realidades e o desenvolvimento de novas práticas aliadas às novas tecnologias que têm se popularizado com o desenvolvimento tecnológico. Ressalta-se que no âmbito da RA o nível de complexidade é alto, pois o ambiente real misturado com dados digitais é visto e interpretado em tempo real pelo usuário.

4. SÍMBOLOS PICTÓRICOS

A capacidade perceptiva da informação pela linguagem gráfica, está diretamente relacionado ao nível de abstração que é exigido para a sua correta interpretação (MASSIRONI, 2015; WONG, 2001). Nos mapas as informações são transmitidas através da linguagem gráfica, sejam elas representações figurativas ou como ponto, linhas ou polígonos que muitas vezes carregam subjetividade e complexidade, exigindo que o leitor do mapa recorra a legenda para facilitar a interpretação. Esse procedimento pode não ser tão eficaz em representações de realidade aumentada, devido a dimensionalidade da tela do dispositivo utilizado para representar.

Por esse motivo, os símbolos pictóricos surgem como uma alternativa para solucionar esse problema. Esse tipo de simbologia permite que a capacidade perceptiva do leitor seja intensificada, identificando com mais rapidez a informação transmitida pela simbologia (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2010, 2015; MASSIRONI, 2015). Isso é possível pois as formas da simbologia pictórica tendem a assemelhar -se do elemento representativo do mundo real ou criar uma associação ao elemento, despertando no leitor um processo de identificação, diminuindo o nível de abstração necessário para interpretação do símbolo (MACEACHREN, 1995; MASSIRONI, 2015; WONG, 2001).

A eficiência do símbolo pode ser avaliada quanto a rapidez no processo de percepção e compreensão da informação por parte do leitor. Os pictogramas não apresentam riqueza de detalhes, exibindo formas simples para facilitar a interpretação, associação e identificação cultural.

A FIGURA 23 apresenta um exemplo de aplicação do símbolo pictórico, geralmente utilizado para indicar a posição de sanitários em prédios públicos. O pictograma não apresenta riqueza de detalhes em suas formas, que auxiliem sua interpretação, mas possui uma estrutura simples que se assemelha a formas figurativas. É a concepção do elemento figurativo por meio das formas que resgata o conhecimento (MASSIRONI, 2015) e a bagagem cultural do leitor (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015) fundamental para estabelecer a conexão entre as formas percebidas e a informação, possibilitando a interpretação e a transmissão da informação.

FIGURA 23 - EXEMPLO DE SÍMBOLO PICTÓRICO



FONTE - Pixabay (2019).

A decodificação da mensagem transmitida pelo símbolo pictórico ocorre com a identificação de traços socioculturais presentes na sua composição e que permitem ao leitor realizar associação no processo interpretativo e compreender o seu significado dentro do contexto no qual está inserido (KORPI; AHONEN - RAINIO, 2010, 2015 e WONG, 2001). A estruturação desse tipo de simbologia deve levar em consideração conceitos relativos à forma, percepção e comunicação, como será visto nos tópicos a seguir.

4.1 FUNÇÕES DO DESENHO E DA FORMA

O desenho tem como principal função estabelecer um tipo de comunicação transmitindo uma informação (MASSIRONI, 2015). Na cartografia, os sinais GRÁFICOS que compõem sua linguagem transmitem diferentes informações, correlacionando -se à principal função do desenho, como linguagem gráfica, contribuindo na aquisição do saber (POESTER, 2005). A linguagem visual é considerada a base de criação do desenho (WONG, 2001) e está submetida aos princípios e regras que organizam as suas formas compositivas, de modo a dar -lhe um sentido e possibilitar a sua interpretação (MASSIRONI, 2015; POESTER, 2005).

Na fase de composição do desenho, a forma aparece como principal elemento conceitual (WONG, 2001), sendo responsável por orientar a interpretação e ativar conexões no processo perceptivo do leitor (POESTER, 2005). A elaboração de um desenho sempre estará relacionada a determinação de uma forma que pode assumir uma característica figurativa, ou até mesmo

abstrata (MASSIRONI, 2015). O resultado, são símbolos que podem ser traduzidos com o nível menor de abstração e símbolos que necessitam de maior abstração para sua compreensão.

O uso de um nível de abstração maior ou menor, está relacionado ao objetivo do desenho e da informação a ser transmitida (MASSIRONI, 2015). No caso dos mapas essa informação se traduz em toda a linguagem cartográfica, sendo aplicada na representação dos elementos e também na construção de símbolos pictóricos, que se utilizam da forma, impreterivelmente, para desencadear conexões no interpretante (MACEACHREN, 1995; MASSIRONI, 2015; POESTER, 2005; STEVENS et al., 2013; WONG, 2001). Segundo Andrade (2014), a simbologia estabelece a gramática da linguagem da cartográfica, isto é, os signos são representantes de uma linguagem que tem origem na semiologia gráfica (BERTIN, 1983). A percepção visual dos elementos está sujeita às forças externas e internas que determinam o estímulo no aspecto fisiológico e psicológico, respectivamente. As forças externas caracterizam -se pela estimulação visual da retina; as forças internas são caracterizadas pela organização e percepção. Ao receber o estímulo a mente humana busca organizar os elementos a partir de uma variável visual, como a cor, forma ou orientação. O processo de organização é seguido pela compreensão do que é visto e pela interpretação, determinando, assim, a lei da percepção visual da Gestalt, a pregnância da forma.

O processo de leitura do mapa envolve, no âmbito do processo cognitivo, os níveis de conhecimento para o reconhecimento dos símbolos (MACEACHREN, 1995). Refere -se a uma tarefa cognitiva que ativa a memória, onde a informação contida nos mapas é recebida, comparada, armazenada e recordada (MASSIRONI, 2015; ANDRADE, 2014; POESTER, 2005; MACEACHREN, 1995). Conforme afirma Andrade (2014), estudos com mapas revelam que a memória é muito utilizada pelos usuários ao proceder com a leitura, em que símbolos são apresentados estimulando a reconstrução de imagens mentais, resgatando o conhecimento na memória.

A percepção visual é o processo responsável pelo recebimento de um estímulo visual (informação) e a interpretação e armazenamento deste pelo cérebro (ANDRADE, 2014; GARBIN; DE PAULA SANTIL; BRAVO, 2012;

POESTER, 2005; SANTIL, 2008). É um processo visual -cognitivo em que os olhos recebem a informação, caracterizando a parte visual e o cérebro processa e armazena a informação, sendo esta a parte cognitiva (KEATES, 1973; SANTIL, 2008). A leitura de um mapa envolve processos perceptivos e cognitivos, pois o mapa é construído com base em uma simbologia específica que deve ser compreendida pelo usuário, nesse sentido, a percepção visual envolve alguns processos que ocorrem entre o estímulo e a interpretação (MACEACHREN, 1995).

A percepção, portanto, pode ser compreendida como uma série de processos que funcionam conjuntamente possibilitando o reconhecimento e organização dos estímulos do ambiente (BARTZ PETCHENIK, 1977; FURMANSKI; AZUMA; DAILY, 2002; LIU et al., 2017). Na leitura de um mapa, Santil (2008) destaca a abordagem *bottom -up* e *top -down*. Na primeira, o processo de leitura inicia -se através do estímulo visual percebido, em que o usuário detecta a simbologia do mapa para, em seguida, discriminá -la (ANDRADE, 2014; SANTIL, 2008). Na abordagem *top -down*, ocorre a identificação da simbologia, o reconhecimento da informação e a comparação feita pelo cérebro da informação percebida com um conhecimento já armazenado, de maneira que a interpretação da simbologia pode envolver elementos que não estão necessariamente explícitos no estímulo visual, mas também um conhecimento prévio do usuário (ANDRADE, 2014; SANTIL, 2008).

A percepção dada pelo nível de conhecimento durante a leitura do mapa, auxilia no processo de conhecimento por parte do interpretante. O conhecimento espacial indica a etapa de identificação dos pontos de referência no ambiente (SCHMIDT, 2012), ou seja, o interpretante lê o mapa e extrai dele as informações acerca do ambiente. Esta é a forma mais básica de conhecimento espacial, existem outras como o conhecimento de rota e de terreno. A primeira, conecta diversos pontos de referência traçando um trajeto, o segundo é o nível mais alto de conhecimento espacial, em que pontos de interesse e rotas se relacionam fazendo com que a pessoa compreenda a dinâmica do espaço (SCHMIDT, 2012).

A leitura do mapa se baseia no processo de percepção visual que envolve o olho humano e parte do sistema nervoso que transmite informação. O olho tem a capacidade de se adaptar às diferentes condições do tempo e às

variações de luminosidade, essa propriedade afeta a percepção de brilho, cor, assim como a identificação do tamanho da imagem e a forma (ŻYSZKOWSKA, 2016). No entanto, segundo Żyszkowska (2016), a percepção da cor de um objeto para permanecer constante independentemente do nível de iluminação. As condições adversas, no entanto, são apenas parte do processo que envolve os conceitos de semiótica.

A semiótica permite compreender como ocorre o processo de interpretação dos símbolos, que depende de três elementos base - o *representamen*, que é o símbolo; o referente, ou seja, àquele que o símbolo tenta representar; e o interpretante, aquele que ao visualizar o símbolo, cria uma representação mental do objeto. Nesse sentido, o símbolo só é considerado com tal se sugerir algo a alguém, como um avião que, se representado em um mapa, pode sugerir a presença de um aeroporto para quem lê (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015).

Os símbolos pictóricos são amplamente utilizados para divulgar informações em situações diversas, são aplicados no trânsito, sistemas de segurança, emergência, celulares e computadores (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015). Esse tipo de simbologia, geralmente é empregada para substituir a informação textual, sendo passível de leitura e interpretação mais velozes, se comparadas à linguagem escrita.

Qualquer tipo de representação gráfica é, de alguma forma, uma simplificação da realidade (BERTIN, 1983), que podem exigir do receptor um nível avançado para sua interpretação. Dessa forma, a construção de uma representação gráfica deve levar em consideração os aspectos perceptivos que vão conduzir ao correto entendimento da informação transmitida pelo cartógrafo. A representação de um mapa, portanto, é o elemento primordial do processo de comunicação, pois é responsável pela transmissão da informação espacial ao receptor, fazendo com que a comunicação seja efetivada (DENT, 1999; MACEACHREN, 1995).

Durante o processo de comunicação, a leitura da simbologia ocorre com base na ênfase e exclusão, ativando de forma diferenciada as feições da simbologia em relação ao fundo, ressaltando as informações para o receptor (BERTIN, 1983). Essa é uma estratégia utilizada pelos desenhistas para direcionar o olhar do leitor (MASSIRONI, 2015; WONG, 2001) influenciando no processo perceptivo e fazendo com que a comunicação seja efetivada,

transmitindo a informação que fora planejada (MASSIRONI, 2015; POESTER, 2005).

Dessa forma, o processo de construção da simbologia deve levar em consideração os aspectos da comunicação e a ênfase e exclusão, conforme mencionado, para que não se corra o risco de que a informação não seja adequadamente percebida pelo leitor. Símbolos Figurativos ou pictóricos, principalmente, devem considerar esses aspectos, principalmente porque a construção de uma simbologia pictórica leva em consideração os aspectos da forma a ser representada, considerando aqueles que devem ou não ser ressaltados na FIGURA (MASSIRONI, 2015). Portanto ao escolher por uma simbologia pictórica ou Figurativa, o cartógrafo terá que optar pelos aspectos que mais condizem com a forma a ser representadas, assim como as informações que estão embutidas.

Os símbolos pictóricos compõem uma forma de expressão gráfica em que, tal qual uma linguagem, é precedida por conceito e também pela percepção de representações que os transmitem (BERTIN, 1983; MACEACHREN, 1995). Esse tipo de simbologia representa o conceito do objeto através de traços simples, mas que permitem que se faça uma relação direta com o referente. Um objeto representado em um pictograma deve ser entendido em sua totalidade e não em parte, de modo que a capacidade perceptiva do receptor identifique todo o significado da informação (POESTER, 2005; WONG, 2001). MacEachren (1995) apresentou algumas características da simbologia pictórica, como a forma, a sua categorização quanto ao nível de detalhamento e a relação com a cultura local que influenciam na interpretação da simbologia.

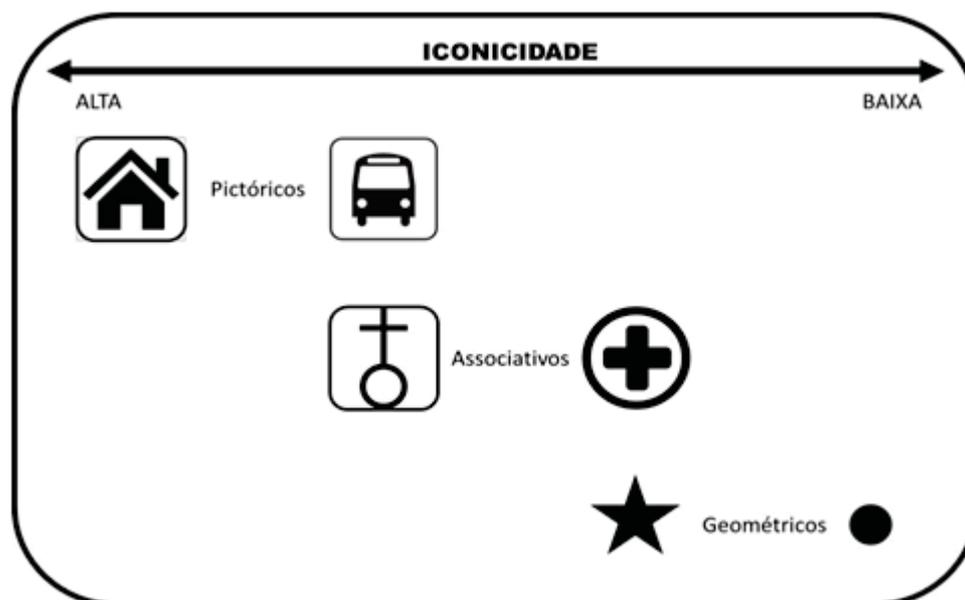
A interpretação do símbolo é denominada por Gerber (1981) como competência na linguagem cartográfica, a capacidade que uma pessoa tem para entender os símbolos. A competência, segundo o autor, seria com uma compreensão gramatical de uma linguagem em que o leitor se torna capaz de ler as informações extraídas do mapa para o contexto no qual está inserido. O autor ressalta que a competência comunicativa dos símbolos, expressa pela capacidade do leitor em interpretar o que está representando se dá a partir do estímulo e a classificação mental em grupos de formas similares a partir dos quais pressupõe o seu significado.

Dessa forma, Gerber (1981) sugere que a leitura eficiente está relacionada à bagagem cultural do indivíduo que influencia a interpretação a partir do estímulo visual. O conhecimento cultural do indivíduo deve ser condizente com os conceitos representados para que a decodificação do símbolo possa ser realizada, possuindo aderência com o conhecimento cultural, mas a aderência não deve ser total (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015; MASSIRONI, 2015; MULLINS, 2014). Conforme ressaltou Andrade (2014), a formação cultural do indivíduo é complexa e influencia a sua capacidade de percepção e compreensão da informação, tal fato faz com que cartógrafos de diferentes países, projetem símbolos de acordo com suas características culturais (ANDRADE, 2014). Em pesquisa desenvolvida, Korpi, J. e Ahonen - Rainio (2010), afirmam que a familiaridade e a adequação são aspectos dependentes da cultura, demonstrando que a iconicidade elevada está relacionada aos aspectos culturais na construção do símbolo e na sua leitura.

O símbolo pictórico, apesar de apresentar essa característica relacionada ao aspecto cultural, tende a ser eficiente no processo de interpretação devido à simplicidade de detalhes e ao uso de formas que geralmente são comuns do contexto do receptor (MACEACHREN, 1995), desde que bem construído em termos de grafismo e relação com aquilo que é representado. Pode -se dizer que a efetividade dos pictogramas é maior quanto menos necessário for um processo de aprendizagem em qualquer nível para sua interpretação (ANDRADE, 2014; JOLY, 1990).

A semelhança da forma do símbolo com o seu referente, é o que MacEachren (1995) chama de iconicidade. O autor propôs o *continuum* de iconicidade que categoriza os símbolos de acordo com o nível de detalhamento em sua forma - podendo ser alto, quando o símbolo é pictórico, dispensando o uso da legenda; ou baixo, quando o símbolo é abstrato, sem detalhamento, possuindo formas geométricas e que necessita da legenda para ser interpretado (FIGURA 24).

FIGURA 24 - CONTINUUM DE ICONICIDADE



FONTE - Adaptado de Maceachren (1995).

O processo de decodificação da informação a partir do conhecimento cultural, é parte de uma teoria mais abrangente conhecida como teoria da Gestalt. Os estudos acerca dos processos que são desencadeados para a compreensão da simbologia é o campo de atuação desta teoria, que deve ser considerada no projeto de construção dos símbolos.

A Gestalt estuda os processos que ocorrem entre a percepção e a cognição. A cognição o que é o processamento das informações percebidas pelo canal visual e de codificadas modo a gerar uma informação para a pessoa e um aprendizado (ANDRADE, 2014). O aprendizado depende de fatores internos que levam à compreensão e interpretação das formas percebidas (ANDRADE, 2014), É nesse contexto que surge a teoria da Gestalt, buscando entender os processos que levam ao entendimento de uma linguagem visual com base no estímulo visual que é dado através das formas dos signos (ANDRADE, 2014; SANTIL, 2008). A Gestalt se refere à compreensão do objeto por diferentes atributos, sobretudo a forma, fazendo com que esta teoria também seja conhecida como teoria perceptiva da forma (ANDRADE, 2014; HOGG, 2012; SANTIL, 2008; SCHMIDT, 2012).

Para a simbologia pictórica, a teoria da Gestalt proporciona um embasamento para a construção de símbolos com maior capacidade de identificação e reconhecimento. Os símbolos pictóricos são vistos em sua

totalidade e não em pequenas partes das quais são constituídos (ANDRADE, 2014). No entanto é possível destaca -los do todo (ANDRADE, 2014; SANTIL, 2008), sendo o “todo”, no contexto deste artigo, a representação do espaço real na tela do dispositivo móvel. É a possibilidade de destacar o símbolo do todo o que permite a sua aplicação para representar pontos de referência. O destaque da simbologia do todo dá um sentido específico a ela e permite que se adquira uma informação acerca do espaço que está sendo observado.

Neste ponto, cabe ressaltar a importância da pregnância da forma referente à coesão dos elementos que compõem o símbolo. A lei da pregnância da forma determina que elementos de estrutura mais simples, regular, equilibrada e homogêneos permitem o reconhecimento mais rápido do símbolo representado (ANDRADE, 2014; HOGG, 2012; SANTIL, 2008; SCHMIDT, 2012). A coesão está diretamente relacionada ao conceito de pregnância, pois quanto mais coeso são os elementos que compõem o símbolo, mais alta é a sua pregnância e em consequência maior legibilidade este pode ter (ANDRADE, 2014; HOGG, 2012; SANTIL, 2008).

Considerada uma lei básica da percepção visual, a pregnância da forma busca a harmonia e o equilíbrio visual com base nas formas do objeto representado (ANDRADE, 2014). Outro aspecto relacionado a pregnância é a clareza, definida como a facilidade de leitura e também a rapidez de compreensão do elemento visual (ANDRADE, 2014; SANTIL, 2008). Carvalho e Moura (2009) assim como Andrade (2014) apresentam a classificação da pregnância da forma em alta, média e baixa em que os símbolos pictóricos que possuem alta pregnância possuem simplicidade e clareza, por exemplo e são facilmente percebidos pelos usuários. Símbolos pictóricos com uma quantidade grande de detalhes e que exigem elevado nível de atenção do usuário para sua compreensão, e variam entre a média e baixa pregnância.

Andrade (2014) apresenta a categorização dos símbolos como àqueles relacionados à imagem, conceito e ao abstrato. As categorias apresentadas pela autora, estão em concordância com o continuum de iconicidade onde a categoria relacionada à imagem corresponde aos símbolos pictóricos apresentada por Maceachren (1995), ou seja, possui iconicidade alta se assemelhando ao objeto representado. A categoria relacionada ao conceito corresponde aos símbolos associativos, em que o interpretante possui um estímulo visual que lhe remete à

ideia associada ao símbolo, remetendo ao seu significado. Por último, os símbolos de iconicidade baixa relacionam -se com a categoria abstrata, em que a figura geométrica não possui relação com o objeto retratado ou com o conceito.

O garfo e faca (FIGURA 25) são representados como pictograma para indicar restaurantes ou área específica para alimentação, o desenho se apresenta como o mais simples possível para que possa servir a diferentes formas de alimentação, diferentes restaurantes, tantos quantos forem possíveis, conforme aponta Massironi (2015). O objetivo é que o símbolo pictórico possa transmitir a maior quantidade de informação para maior número de pessoas, buscando uma certa neutralidade, ainda que esta seja impossível de ser plenamente alcançada (MASSIRONI, 2015).

FIGURA 25 - SÍMBOLO PICTÓRICO PARA INDICAR RESTAURANTES



FONTE - Noun project (2020).

Outro exemplo pode ser observado na FIGURA 26 em que um pictograma indica uma rampa de acessibilidade. O símbolo não apresenta detalhes, mas apresenta características singulares, preservando o conceito buscando o entendimento imediato por parte do leitor. Ao interpretar os pictogramas pode -se perceber a existência de elementos principais que guiam a leitura para perceber não apenas a existência de uma rampa, mas que esta é destinada a cadeirantes. Os elementos apresentados na FIGURA compõem aquilo que é chamado de atributos da imagem (MASSIRONI, 2015 e WONG, 2001).

FIGURA 26 - PICTOGRAMA REPRESENTANDO UMA RAMPA DE ACESSIBILIDADE



FONTE - O autor (2020).

Os atributos da imagem são selecionados com base nas características determinantes dos objetos que são redundantes e podem ser simplificadas com base na seleção dos atributos que serão representados graficamente no símbolo (MASSIRONI, 2015). Apesar de buscar uma neutralidade, é improvável que um símbolo pictórico atenda a todos os usuários, em todas as configurações e em todos os dispositivos (STEVENS et al, 2013).

Não é possível saber, portanto, se o leitor conseguirá de fato identificar a informação correta a ser transmitida pelo símbolo pictórico apenas ao visualizar suas formas. A decodificação do símbolo pelo interpretante, é um processo individual, mas totalmente dependente da relação do interpretante com a sua cultura de modo que o símbolo só vai fazer sentido caso o interpretante esteja familiarizado com o contexto ao qual está inserido.

Apesar dos símbolos pictóricos estarem submetidos ao conhecimento prévio do leitor, Robinson et al (2013) apresentam a necessidade de haver uma padronização no design dos símbolos e em sua disseminação para contextos de uso semelhantes. Esses esforços, segundo os autores, promoveriam uma interoperabilidade entre os símbolos e nos mapas. O objetivo dos autores é que às barreiras linguísticas pudessem ser transpostas através de uma simbologia padronizada, ainda que não generalizante. Os padrões, segundo a proposta, deveriam ser abertos de modo que os símbolos estivessem sujeitos à adaptação de acordo com às necessidades evolutivas (ROBINSON et al, 2013). O Noum Project (www.thenounproject.com) e o Mapbox (www.mapbox.com) são projetos que os autores ressaltam como exemplos para o desenvolvimento e divulgação de símbolos com padrões abertos.

Padrões abertos podem minimizar os efeitos causados pela temporalidade dos símbolos pictóricos. Esta característica é uma variável importante neste aspecto (ANDRADE; SLUTER, 2012), pois a passagem de

tempo pode tornar uma simbologia obsoleta devido ao processo dinâmico de desenvolvimento em que a simbologia deve estar sempre atualizada para que não altere ou reduza a sua significância.

Esses padrões têm como objetivo melhorar as representações em ambiente digital, inclusive àquelas que são voltadas para dispositivos móveis. Os símbolos pictóricos têm que ser adaptados às limitações impostas pelo dispositivo, como o tamanho de tela reduzido e a limitação na resolução (STEVENS et al, 2013). Para aplicações de RA o tamanho da tela do dispositivo determina o tamanho máximo em que os símbolos pictóricos podem ser apresentados vai determinar também a quantidade de símbolos existentes em uma representação. Como os dispositivos possuem tamanhos de tela variáveis, ainda não existe um padrão determinado para a quantidade de símbolos em uma representação cartográfica. Ao cartógrafo responsável pela produção do material, cabe a responsabilidade de manter a simbologia legível na tela respeitando a extensão da área representada (STEVENS et al, 2013).

Os autores Stevens et al (2013) apresentam um estudo sobre o design da simbologia adaptada às limitações dos dispositivos móveis e afirmam que elementos relacionados a semântica dos símbolos devem ser considerados, além das questões técnicas. Nesse sentido os autores exemplificam que o sucesso na transmissão de informação através de um símbolo pictórico não é definido apenas pelo seu design, já que características como tamanho não influenciam na precisão de tarefas. A semântica do símbolo pode interferir diretamente na forma como ele é interpretado. Stevens et al (2013) apresentam como exemplo um símbolo de telefone que em um mapa turístico pode indicar um telefone público, mas se o mesmo símbolo estiver próximo a outros que refletem socorro ou cuidados médicos, o interpretante poderá ler o símbolo de um telefone como local para chamar ajuda.

A manutenção da clareza semântica e o design adequado às limitações do dispositivo móvel são elementos que também são importantes para a leitura e interpretação da informação. Com a manutenção da clareza semântica é possível que os símbolos pictóricos sejam relacionados ao seu referente e identificado mais rapidamente em telas menores.

4.2 CARACTERÍSTICAS DOS SÍMBOLOS PICTÓRICOS PARA REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS EM RA

Conforme visto no tópico anterior a construção de uma simbologia pictórica deve levar em consideração a diminuição dos atributos de uma imagem para representação apenas dos aspectos essenciais para sua identificação, eliminando todos os detalhes. Os conceitos principais também podem ser alterados, ou até mesmo promover um prolongamento de algum atributo pode ser necessária para enfatizar o elemento representado pelo pictograma esta estratégia é utilizada quando a seleção de atributos não é suficiente para solucionar o problema da representação simplificada e transmitir corretamente a informação (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015). A simbologia pictórica também é representada em preto e branco, evitando -se utilizar cores você tratar de uma variável visual que pode agregar maior complexidade, mesmo em aspectos que envolvam a bagagem sociocultural do receptor (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015; MASSIRONI, 2015).

Quanto a legibilidade, esta permite que esse tipo de simbologia esteja relacionado a dois fatores importantes para sua interpretação, o primeiro deles é o local em que os símbolos estarão dispostos o segundo é a expectativa do receptor (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015; MASSIRONI, 2015). Em espaços nos quais não se está habituado a transitar, esse tipo de simbologia serve para orientar, de forma que o receptor nessa condição está à procura de algo que lhe auxilie no processo de tomada de decisão ou na identificação de algum local. Nesse caso a expectativa do receptor para se orientar em um espaço estranho cria um ambiente receptivo ao processo de identificação da simbologia pictórica.

Nas representações cartográficas em RA as informações qualitativas são apresentadas preferencialmente através de símbolos pontuais dispostos na cena (HALIK, 2012; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010). O uso da simbologia adequada deve levar em consideração fatores referentes aos aspectos da simbologia, aos problemas inerentes da aplicação desta em um dispositivo móvel e a qualidade da comunicação com o usuário (HALIK, 2012). Como qualidade de comunicação, considera -se a facilidade de interpretação da informação por parte do usuário, possibilitando obter o conhecimento espacial da área na qual está inserido (HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016). Considerando

os aspectos da simbologia pictórica e da simbologia abstrata, assim como as características do ambiente de RA no qual serão inseridos, deve -se analisar e estudar a viabilidade de implementação dos símbolos escolhidos considerando os aspectos estabelecidos (GRAMMENOS et al., 2011; HAEBERLING, 2002a, 2004a; HALIK, 2012; HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016; MACEACHREN, 1994, 1995; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010; YONG -XU et al., 2013).

Dentre estes, a representação do espaço em primeira pessoa ou vista perspectiva (SCHMIDT, 2012), apresenta as informações espaciais a partir do ponto de vista do usuário, aplicado para a mapas 3D (WEBER et al., 2010) e também para representações em RA. Segundo (HAEBERLING, 2002a), a vista perspectiva se aproxima com a forma com que vemos o mundo e, por esse motivo, geralmente é relacionado à representação 3D. A mudança do ponto de vista de visualização da simbologia traz alguns elementos que o estudo desenvolvido por BERTIN (1983) e os seus acréscimos recebidos ao longo do tempo por outros pesquisadores (DENT, 1999; MACEACHREN, 1994; SLOCUM et al., 2009) não são suficientes para contemplar suas complexidades.

Por outro lado, os trabalhos desenvolvidos por Haeberling, (1999, 2002a, 2002b, 2004), trazem contribuições importantes para o uso da simbologia em ambiente tridimensional, ainda que a RA não seja o seu objeto de trabalho especificamente. A visão do mapa em perspectiva permite representar as feições do relevo (FIGURA 27) ressaltando as características específicas como aclives, declives e outros aspectos morfológicos (HAEBERLING, 2002), os símbolos pontuais são mais adequados neste tipo de representação.

FIGURA 27 - VISÃO EM PERSPECTIVA DE UM MAPA TOPOGRÁFICO 3D



FONTE - HAEBERLING, (1999).

Quanto aos estudos da simbologia para mapas tridimensionais, a aplicação da vista em perspectiva pode ser aplicada em sistemas de RA, alguns aspectos, no entanto, devem ser descartados neste estudo já que a simbologia tridimensional não será foco desse estudo. Serão tratados à frente alguns aspectos inerentes a representação símbolos em perspectiva, tendo como base os estudos da simbologia para mapas tridimensionais aplicado ao contexto da RA.

Sobre os aspectos da representação cartográfica em perspectiva, este estudo considerará apenas aqueles que se referem ao 2,5D, ou seja, aquele que não utiliza um visor estereoscópico para que o usuário tenha acesso à informação (HAEBERLING, 2002b; MACEACHREN, 1995; SLOCUM et al., 2009). Neste caso, segundo Kubiček et al. (2017) os dispositivos móveis que permitem a integração do usuário com o ambiente virtual, aplica dicas de profundidade para permitir que o usuário tenha a sensação de profundidade ao visualizar a paisagem modelada em perspectiva. As dicas de profundidade (KUBÍČEK et al., 2017; LIU et al., 2017) podem ser fornecidas através da simbologia empregada na representação do ambiente que são representadas generalizadas ou detalhadas de acordo com o seu distanciamento ou sua proximidade, por exemplo. A navegação e o sistema de som do computador também possibilitam ao usuário essa profundidade de campo.

A aplicação de uma simbologia tridimensional em uma visão em perspectiva da paisagem tem como vantagem a facilidade que a maioria das pessoas têm de se orientar no ambiente a partir desse ângulo de divisão, no qual estão mais familiarizados e no qual possuem controle das características topográficas que são visíveis (HAEBERLING, 1999). A navegação utilizada pela maior parte dos sistemas, incluem funcionalidades como o movimento de paralaxe que dá usuário uma sensação de movimentação em 3D do ambiente, permitem que seja possível transitar pelo ambiente em perspectiva e visualizar a área de forma ortogonal (KUBÍČEK et al., 2017). Outra possibilidade da simbologia empregada em primeira pessoa é poder explorar um fenômeno mapeado sob diferentes pontos de vista, permitindo que o usuário possa se deslocar no ambiente e visualizar uma mesma simbologia em diferentes ângulos (LIU et al., 2017).

A vista em perspectiva traz também alguns problemas de representação e de visualização por parte do usuário. HAEBERLING (1999) aponta inicialmente três defeitos para esse tipo de representação - o primeiro deles está relacionado a geometria da representação cartográfica, essa característica é prejudicada justamente devido a representação em ponto de vista que impossibilita o usuário de visualizar toda a geometria da área mapeada; outro aspecto que o autor considera um defeito é a escala dos elementos que não é constante do ponto de vista do usuário não sendo possível realizar a medição de distâncias no mapa, a escala, neste caso, varia de acordo com a distância em relação ao ponto de vista do usuário; o autor ressalta também que esse tipo de visão pode obstruir algumas informações do mapa dependendo da posição que o usuário estiver ao longo da navegação, em que símbolos posicionados dentro do seu ângulo de visão podem obstruir outros.

Os aspectos acima apresentados são perfeitamente aplicáveis em um ambiente de realidade aumentada, ainda que este ambiente não configure uma construção totalmente virtual, como é o caso das representações tridimensionais. A navegação e visualização das informações em um ambiente de realidade aumentada segue os mesmos princípios da cartografia tridimensional (HALIK, 2012; HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016). A principal diferença nesse contexto está relacionada à imagem do ambiente real que serve como base cartográfica para a simbologia, empregada especificamente por meio de símbolos pontuais representando ponto de referência. Ao contrário dos mapas tridimensionais que possuem todos ambientes construídos através de simbologia.

Além disso, Halik (2012) ressalta algumas questões importantes acerca da simbologia empregada nesse tipo de representação para dispositivos móveis. Segundo autor, nos mapas para dispositivos móveis o tamanho da simbologia empregada não se altera, seja numa visão ortogonal ou em uma visão em perspectiva, segundo o autor, caso muito comum em aplicativos voltados para motoristas (FIGURA 28). Atualmente com os novos padrões de telas e os sistemas de navegação mais difundidos, a alteração do tamanho da simbologia é uma possibilidade, para mostrar a profundidade e noção de distanciamento (DÜNSER et al., 2012), como será abordado mais à frente. No exemplo da

FIGURA 28, as características gráficas da base cartográfica e da simbologia são alteradas para dar uma sensação de profundidade, ou seja, o desenho da base cartográfica é alterado sem necessariamente ter sido alterado o tamanho da simbologia.



FONTE - Halik (2012).

Essa solução não pode ser aplicada em um ambiente de realidade aumentada pois, como ressalta Halik (2012), em que a base é um ambiente real filmado em tempo real, não sendo possível implementar o mesmo efeito aplicado nos mapas da FIGURA 28 acima descritos. A simbologia, portanto, deve ter outro tratamento tendo em vista as especificidades da RA, com o estudo das características dos símbolos empregados. Os símbolos podem fornecer ao usuário, não apenas a noção do seu posicionamento no espaço em questão, mas também a possibilidade de estimar o distanciamento ou proximidade de um ou outro símbolo (HALIK, 2012; HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016)

Os símbolos, portanto, devem assumir características oriundas da cartografia tridimensional, já que os espaços representados são pseudos -3D (LIU et al., 2017), assim como deve adquirir características próprias do contexto da realidade aumentada. Nesse sentido deve -se considerar também a dinâmica do ambiente que será representado, ou seja, um ambiente real filmado em tempo

real onde as informações dispostas são passíveis de mudanças constantes e inesperadas (FURMANSKI et al., 2002; HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010). Esse dinamismo soma -se com os movimentos naturais do observador que, nesse sentido, assume um aspecto de variável, importante na representação dos elementos.

Nesse trabalho não será considerado o aspecto da movimentação do observador em primeira pessoa, será analisado especificamente a visão em perspectiva estática dos elementos dispostos no ambiente dinâmico. Considera-se que o entendimento da dinâmica da simbologia no ambiente misturado e sua consequente interpretação é uma etapa que deve ser trabalhada primeiro, para que se obtenha suporte para estudos subsequentes.

Dessa forma, as características da simbologia empregada na representação em realidade aumentada, deve ressaltá-las no contexto dinâmico do espaço real para fácil identificação. Como abordado anteriormente os sistemas de realidade aumentada possuem uma limitação dada pelo próprio dispositivo de visualização. As soluções propostas por Haeberling (1999, 2002, 2004) podem ser aplicadas nesse contexto, em que o autor parte da teoria proposta por Bertin (1983, 1986) e seu desenvolvimento ao longo do tempo por outros autores (SLOCUM et al., 2009) para propor um conjunto de variáveis que devem ser considerados na implementação de uma simbologia tridimensional. De acordo com Haeberling (2002), o processo de produção da simbologia é comparável com a metodologia de criação para os mapas bidimensionais, ele considera o funcionamento do objeto, aparência gráfica dentro do mapa, sua orientação, interatividade e o comportamento da simbologia individualmente ou em grupo.

Um aspecto importante que o autor ressalta com relação a simbologia é a representação visual de cada símbolo que ele determina não sendo fixa, de modo que a aparência da simbologia vai variar com relação à escala podendo esta agregar maior ou menor tamanho a fim de que se represente os símbolos distribuídos no ambiente. Halik (2012) também trabalha essa questão em seu artigo ressaltando a importância em um ambiente de realidade aumentada da variação do tamanho da simbologia de acordo com o distanciamento para que o usuário tenha noção de profundidade de campo e tenha melhor compreensão do

espaço. Desta forma alguns aspectos GRÁFICOS da simbologia podem variar, como a tonalidade forma tamanho e a largura da linha, entre outros.

Dos aspectos defendidos por Haeberling (2004), constam que as características da simbologia que devem ser aplicadas em um sistema de mapeamento em perspectiva, no caso em um ambiente tridimensional, devem ser preferencialmente volumétricas e, de acordo com o autor, os usuários em sua pesquisa preferiram a simbologia abstrata. No entanto, Haeberling (2004) aplica a sua pesquisa a usuários especialistas que na representação em questão, dos mapas tridimensionais, têm mais facilidade de identificar a simbologia abstrata. Halik e Medyńska -Gulij (2016) apresentam em sua pesquisa resultados de pessoas com baixo nível de conhecimento cartográfico e que usam para aplicações turísticas, com preferência por simbologia pictórica, ainda que esse tipo de simbologia seja mais demorado de encontrar em um ambiente de representação se com parada com a abstrata. Mas a preferência se dá porque a assimilação dá informação transmitida ocorre mais facilmente pelo reconhecimento das formas da simbologia pictórica do que com a simbologia abstrata.

Segundo Haeberling (2004), em uma representação 3D a simbologia, que também deve ser 3D, na concepção do autor, deve ser estilisticamente autoexplicativo com significado semântico claro. Este mesmo princípio corrobora com o pensamento apresentado por Halik e Medyńska -Gulij (2016) ao explicar o motivo pelo qual simbologia pictórica deve ser o tipo de simbologia escolhida na construção de uma representação em realidade aumentada. No entanto, Halik e Medyńska -Gulij (2016) não tratam da simbologia tridimensional na representação em realidade aumentada, e tratam apenas da simbologia bidimensional, diferente dos trabalhos de Haeberling (1999, 2002, 2004b, 2004a).

Halik e Medyńska -Gulij (2016) apresentaram em seu estudo algumas conclusões importantes para simbologia em sistemas de realidade aumentada. Os autores apresentam os símbolos mais eficazes na construção de um sistema de realidade aumentada com aqueles cuja existência já é conhecida pelo usuário, ou seja, a construção de representações cartográficas com simbologia previamente conhecida tem um resultado mais eficaz já que os símbolos já estão em uso e o usuário mais familiarizado. Além disso, os símbolos que possuem

formas complexas devem ser apresentados em tamanho maior, segundo os autores, para que todos os seus detalhes possam ser identificados pelo usuário, ainda que o tamanho não tenha influência na precisão da busca visual que o usuário faz pela simbologia, mas pode determinar um tempo maior de leitura.

Deve -se considerar também o aspecto cultural na construção da simbologia, ainda que sejam utilizados símbolos de uso comum no ambiente que será representado. Pois, mesmo que a sua representação e variação de tamanho no ambiente seja respeitada de forma coerente com a distância em que ele aparece, esses elementos não garantem a plena interpretação da simbologia Halik e Medyńska -Gulij (2016). O aspecto cultural pode determinar a forma com que os símbolos serão vistos e interpretados, a simbologia pictórica depende diretamente deste elemento. Por esse motivo é importante que o cartógrafo, sempre que possível, utilize símbolos que tenham relação direta com o objeto que está sendo mapeado, desta forma a compreensão dos símbolos será menos dependente do contexto cultural e a sua compreensão será mais abrangente a nível dos usuários.

As pesquisas em RA têm grande parte do seu foco no reconhecimento de objetos para o posicionamento da informação, no que se refere a cartografia as pesquisas abrangem também a parte de visualização dos elementos virtuais pois é esta que se relaciona com a linguagem cartográfica (BEHZADAN et al, 2014; CHANG, 2015; HALIK; MEDYŃSKA-GULIJ, 2016; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010; TATZGERN et al., 2015). Nesse sentido ainda são poucos os estudos que trabalham a simbologia nesse contexto e que apresentam discussões acerca das características que os símbolos devem apresentar em uma representação de RA (HALIK; MEDYŃSKA-GULIJ, 2016; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010).

Em uma pesquisa realizada por Korpi e Ahonen -Rainio (2010) foram identificadas algumas restrições na implementação da simbologia -

- 1 - Posição - a distância mínima e máxima de um objeto mantendo a ligação entre eles;
- 2 -Tamanho do símbolo - para que não obstrua grande parte da visão;
- 3 - Transparência - devendo ser aplicada com cautela, geralmente para compensação de uma oclusão de objetos;

4 - Prioridade - para que no caso de um conflito GRÁFICO apenas o mais importante seja incluído na visão.

Essas considerações, no entanto, não foram implementadas e podem ser contestadas no uso de uma aplicação móvel, já que a transparência não resolve o problema da oclusão. Do mesmo modo, o conflito GRÁFICO ou distanciamento entre os símbolos não sugere necessariamente um problema, tendo em vista que em um sistema de navegação, dependendo da posição, os objetos mais próximos podem aparecer maiores para os usuários e os mais distantes menores e, nesse caso, eventualmente pode ocorrer a oclusão, não configurando, necessariamente, um problema.

Nesse sentido, STANEK e FRIEDMANNOVA (2010) realizaram um estudo através de fotografias panorâmicas que tentavam simular a realidade aumentada, onde foram aplicados diferentes tipos de simbologia para testar suas características gráficas (FIGURA 29). Os autores não realizaram testes com usuários, mas a partir da análise da simulação, determinaram alguns aspectos que a simbologia deve ter ao ser aplicada nesse ambiente. Alguns dos aspectos mais notáveis ressaltados pelos autores é a colocação de textos junto a simbologia para auxiliar a sua interpretação, o uso de retângulos para ressaltar objetos, aplicação de transparência e a inserção de legenda para interpretação da simbologia.

FIGURA 29 - SIMULAÇÃO DA RA A PARTIR DE FOTOGRAFIA PANORÂMICA



FONTE - Stanek e Friedmannova (2010).

Os aspectos ressaltados pelos autores, contudo, não possuem aplicabilidade no contexto atual da tecnologia que utiliza grande parte dessas representações em dispositivos móveis, pois a tela reduzida configura um impeditivo para inserção de um volume grande de informação, como sugerido por eles, obstruindo grande parte da área de visualização. Mas o trabalho dos autores é notável por ser uma das primeiras tentativas a buscar uma correlação entre a linguagem cartográfica e a representação em RA, tendo em vista que eles partem dos pressupostos elaborados por Bertin, (1983) para construir as teorias apresentadas.

Os sistemas de RA para localização de pontos de interesse em ambientes indoor têm potencial de complementar ou substituir sistemas de sinalização convencionais dos ambientes, eliminando limitações do espaço a ser mapeado, assim como as limitações de uso podendo agregar diferentes linguagens e idiomas (AL DELAIL et al., 2013; HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016). A tecnologia, no entanto, ainda não chegou neste ponto, para tanto é necessário que as formas de representação por meio da simbologia sejam adequadas ao contexto e passe a informação de forma eficiente, ou seja, que usuário interprete e consiga compreender a informação pela interpretação dos símbolos. Nesse sentido, Halik e Medyńska -Gulij (2016) aponta que a simbologia pictórica é mais eficiente por aproveitar ao máximo o espaço da tela do dispositivo móvel. A simbologia de pictórica também apontada por Stanek e Friedmannova (2010) como uma solução viável para uma representação eficiente das informações no contexto da realidade aumentada.

As pesquisas realizadas por Halik (2012) e Halik; Medyńska -Gulij (2016) foram mais abrangentes na aplicação da simbologia pictórica, principalmente por focar em dispositivos móveis como dispositivo de visualização da realidade aumentada. Segundo Halik (2012), a simbologia que apresentou melhores resultados nesses ambientes de representação tem como característica a associatividade clara e evidente ao usuário, colocando a informação de forma menos abstrata. O autor ainda ressalta que alguns estudos utilizam símbolos dos quais usuários já possuem conhecimento, ou seja, símbolos pictóricos que já são utilizados no ambiente visando aproveitar o conhecimento prévio do usuário e facilitar a leitura e interpretação da representação cartográfica.

Halik e Medyńska -Gulij (2016) afirmam que símbolos pictóricos devem ser utilizados sempre que possível, principalmente quando o pictograma possui uma relação direta com o ambiente mapeado. Como exemplo, o autor apresenta um conjunto de símbolos pictóricos para uma livraria, hotel, cafeteria, museu e restaurante (FIGURA 30), a associação direta que é feita pelos símbolos não deixam dúvidas sobre o contexto para o qual são aplicáveis. Esse tipo de implementação da simbologia facilita a compreensão por ser de uso associativo fazendo com que a habilidade cognitiva do usuário possibilite interpretar a informação com precisão e mais rapidez.

FIGURA 30 - CONJUNTO DE SÍMBOLOS PICTÓRICOS ASSOCIATIVOS



FONTE - Adaptado de HALIK e MEDYŃSKA -GULIJ (2016).

Além da característica associativa, alguns autores também ressaltam que a simbologia pictórica deve seguir alguns critérios, como a clareza do conteúdo GRÁFICO, simplicidade e conformidade para os padrões da atualidade (CHO, 2016; NIVALA; SARJAKOSKI, 2005). No trabalho realizado por Halik e Medyńska -Gulij (2016) para o estudo de símbolos para informações pontuais e qualitativas, foram realizados testes com usuários com o objetivo de avaliar o limiar de diferenciação da simbologia pictórica baseada nos pressupostos de desenvolvimento símbolos, os autores utilizaram linhas mais grossas e formas retas e algumas características visuais para diferenciá -los da paisagem. Os autores utilizaram diferentes artifícios como a aplicação de transparência, diferenciação no foco e diferentes tamanhos de simbologia para avaliar quais os impactos causados para a interpretação destes pelos usuários testados.

Os autores concluíram que os símbolos com linhas mais espessas e formas retas são mais fáceis de serem distinguidos pelos usuários, também identificou que, quando se aplica foco nos símbolos que representam elementos mais distantes, estes ficam mais fáceis distinguir, mas o mesmo não ocorre

quando se retira o foco desses símbolos. Foram aplicadas também variações de tamanho que foram percebidas pelos participantes nos testes realizados.

Outro estudo de grande importância foi realizado por Forrest e Castner (1985) em que os autores fizeram um experimento aplicando moldura aos símbolos. Os autores afirmaram que os símbolos com moldura eram encontrados significativamente mais rápido que os símbolos sem moldura em um mapa. Posteriormente, Forrest (1998) retomou essa discussão e concluiu que a eficácia da moldura estava relacionada a um conjunto de formas geométricas distintas da moldura. O trabalho de Korpi e Ahonen -Rainio (2015) ressalta que em dispositivos móveis, a luminância e a projeção de símbolos em diferentes fundos com contrastes distintos, pode alterar na capacidade do usuário em identificar os símbolos. Esse problema pode ser solucionado enquadrando os símbolos pictóricos ou aplicando peso visual em suas bordas ao aumentar a espessura (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015). Mais que a forma, os autores ressaltam que o peso visual da borda seria mais eficaz em mapas para dispositivos móveis.

Halik e Medyńska -Gulij (2016) consideram que a sua pesquisa teve resultados positivos no sentido de além de ressaltar as características acima mencionadas, mas também por apresentar que os símbolos foto realistas que alguns autores citam ser adequados a esse tipo de visualização (HU; TSAI, 2016; KORPI; AHONEN -RAINIO, 2010), não se confirmou. Os autores também identificaram que os símbolos desenvolvidos para este estudo, teve maior aceitação e atribuíram isso ao fato de se basear em símbolos pictóricos de uso comum e que, conseqüentemente, trazem maior familiaridade aos usuários.

Outro aspecto importante do estudo de simbologia promovido por Halik e Medyńska -Gulij (2016) se refere à base cartográfica que nesse contexto é representada por uma imagem filmada do ambiente. A hipótese inicial dos autores era de que a simbologia seria impactada pela imagem de fundo capitada pela câmera do dispositivo. Para avaliar essa questão os autores fizeram testes utilizando uma paisagem urbana onde paravam transeuntes e solicitavam que os mesmos fizessem os testes desenvolvidos, assim como realizava também testes com os usuários com o dispositivo voltado para uma parede branca, ou seja, um fundo neutro que ressaltava a simbologia. Os autores identificaram que

não houve alteração no limiar de diferenciação entre os símbolos com a diferença da imagem de fundo. Eles ressaltam, contudo, que isso pode estar relacionado a posição da simbologia, preferencialmente posicionada na área central da tela do dispositivo. Nesse sentido, o método adotado para exibir a simbologia pode ter tido alguma influência, mas os autores não realizaram outros testes para validar essa questão.

Algumas questões importantes no estudo desenvolvido pelos autores estão relacionadas às suas limitações. Os autores desenvolveram um conjunto de símbolos próprios baseados na cultura local, e os mesmos ressaltam isso como uma limitação do estudo, não sendo universal nesse sentido. No entanto, nesse aspecto, é importante enfatizar que não foram efetuados testes com os símbolos antes de sua implementação no ambiente de RA. Não se sabe, portanto, qual o impacto e a influência deste tipo de representação na cartografia. A aplicação de símbolos pictóricos já testados em mapas bidimensionais, por exemplo, ou que já tenham produzido algum resultado efetivo em algum tipo de representação cartográfica, podem trazer mais questões a serem discutidas como, por exemplo, o real impacto do ambiente de RA na identificação das informações ali representadas.

A dimensão dos símbolos aplicada por Halik e Medyńska -Gulij (2016) no estudo, utilizada para simular um distanciamento entre os símbolos, não considerou o tamanho da tela do dispositivo. Não se sabe, portanto, se existe alguma influência na definição do tamanho dos símbolos. Não se sabe até que ponto essas características podem ter algum impacto, sendo importante testar a dimensionalidade dos símbolos de acordo com esses parâmetros a fim de se obter maior precisão. Nesse mesmo sentido, os autores posicionam os símbolos na parte central da tela do dispositivo, sendo necessário verificar em estudo e subsequentes quais são as reais influências de se posicionar a simbologia próximo aos pontos de referência que está indicando, apesar de que a obtenção de um efeito de orientação da simbologia não é aplicável nos sistemas de RA, pois a orientação dos símbolos vai seguir a marcação, coordenadas existentes e a posição do usuário.

A maior parte dos estudos citados até este ponto dizem respeito a espaços externos e não indoor. Os espaços externos possuem características

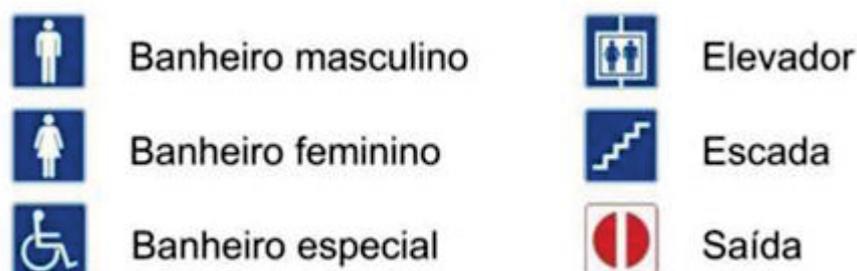
diversas que podem influenciar o uso da RA, como variação de luz, interferências de movimentação, sons e aspectos relacionados à visibilidade da tela do dispositivo móvel que pode variar caso esteja de dia, de noite, e da intensidade do sol. São aspectos que ainda não foram testados diretamente, mas que podem ter influenciado os diferentes testes apresentados. O espaço indoor apresenta características mais controladas e que permitem estabelecer de forma mais precisa os impactos causados na interpretação da simbologia por parte do usuário. Além disso, como já foi tratado anteriormente, é um espaço com maior potencial de uso, principalmente para localização, navegação e serviços diversos.

Esse trabalho, portanto, pretende contribuir cientificamente partindo dos princípios traçados pelos trabalhos acima citados e adotando um conjunto de símbolos pictóricos em um ambiente de representação de RA indoor. A adequação dos símbolos levará em consideração trabalhos efetuados pelo grupo de pesquisa da Universidade Federal do Paraná, que já possui experiência no mapeamento e representação de espaços indoor em mapas bidimensionais, digitais e também com representações em realidade virtual (ANTUNES, 2016; OVIEDO, 2014; SAROT, 2015)

Diferentes estudos de símbolos foram realizados ao longo do desenvolvimento desse projeto (ANTUNES, 2016; OVIEDO, 2014; SAROT, 2015) inclusive na definição de símbolos pictóricos bidimensionais coloridos para implementação em mapas digitais do espaço indoor do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (ANTUNES, 2016; SAROT, 2015). A experiência adquirida pelo grupo de pesquisa serviu como suporte e pressuposto para a implementação da RA nesse espaço e na determinação do conjunto de símbolos a ser implementado.

A partir de pesquisas realizadas com usuário em uma plataforma digital, Sarot (2020) determinou os símbolos pictóricos que possuem maior aceitação e entendimento por parte dos usuários. Essa pesquisa teve como objetivo avançar no estudo iniciado pela autora ao longo da sua pesquisa de mestrado onde aplicou símbolos pictóricos bidimensionais coloridos (FIGURA 31), desenvolvidos para um sistema de mapeamento Indoor digital (SAROT, 2015).

FIGURA 31 - CONJUNTO DE SÍMBOLOS PARA UM SISTEMA DE MAPEAMENTO INDOOR



FONTE - Sarot (2015).

O trabalho de Antunes (2016) também apresentou um conjunto de símbolos pictóricos (FIGURA 32), buscando um avanço em relação aos símbolos apresentados por Sarot (2015). com símbolos de maior complexidade e representando um grande número de pontos de interesse previamente estabelecidos. A simbologia apresentada por Sarot (2015) e por Antunes (2016), não são exclusivamente pictóricas, as autoras apresentam também símbolos abstratos para representar alguns pontos, mas esse tipo de simbologia foi escolhido principalmente pela característica do dispositivo de visualização, ou seja, os dispositivos móveis preferencialmente. Antunes (2016) em seu estudo, realizou também teste de navegação e tomadas de decisão com a aplicação dos símbolos e análise do mapa.

FIGURA 32 - SIMBOLOGIA APLICADA PARA MAPEAMENTO EM AMBIENTE INDOOR



FONTE - Antunes (2016)

Sarot (2015) e Antunes (2016) desenvolveram símbolos baseados nos princípios da cartografia, os testes realizados por ambas tiveram como objetivo avaliação do mapa final e não exclusivamente a simbologia e as suas características. Posteriormente Sarot (2020) realizou testes com os usuários apresentando diferentes símbolos pictóricos, avaliando as suas preferências e o potencial interpretativo.

O resultado da pesquisa desenvolvida por Sarot (2020) é um conjunto de símbolos pictóricos para ser aplicado em mapas bidimensionais do ambiente indoor da universidade. Para esta pesquisa essa mesma simbologia selecionada por Sarot (2020) será implementada em uma representação de RA. Dessa forma, tem-se um conjunto de símbolos pictóricos bidimensionais que já foi testado e previamente validado pelos usuários surgindo como resultado estudos realizados anteriormente. Dessa forma, é possível identificar com maior precisão o impacto desses símbolos, podendo avaliar seu potencial de uso em representações de RA.

Com base nas teorias apresentadas neste capítulo, é possível concluir que a RA aparece como uma nova tecnologia de representação, mas não como uma linguagem nova. Isso devido ao fato da RA, até então, aplicar os conceitos da cartografia tradicional em um novo ambiente de representação e, mesmo nesse aspecto, ainda possui questões a serem resolvidas, como o proposto por este trabalho. Os trabalhos de Korpi e Ahonen -Rainio (2010) e Stanek; Friedmannova (2010), tentam estabelecer características e diretrizes para uma nova linguagem, mas são conceitos que ainda não foram testados ou que foram invalidados em trabalhos posteriores, como os artigos de Halik (2012) e Halik; Medyńska -Gulij (2016). Estes últimos apresentam as contribuições mais contundentes, até então, para o estudo de símbolos pictóricos no contexto da RA.

Halik (2012), realizou um estudo com as variáveis visuais e o potencial de uso com variações sugeridas por outros autores. Mas foi o artigo escrito posteriormente (HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016) que os autores aplicaram as variáveis visuais sobre símbolos pictóricos em que se obteve resultados mais precisos, a partir de testes com usuários. O uso de símbolos pictóricos apresenta uma vantagem pelo tamanho da tela dos dispositivos, apesar de possuir características limitantes quanto ao contexto de uso. A aplicação das variáveis

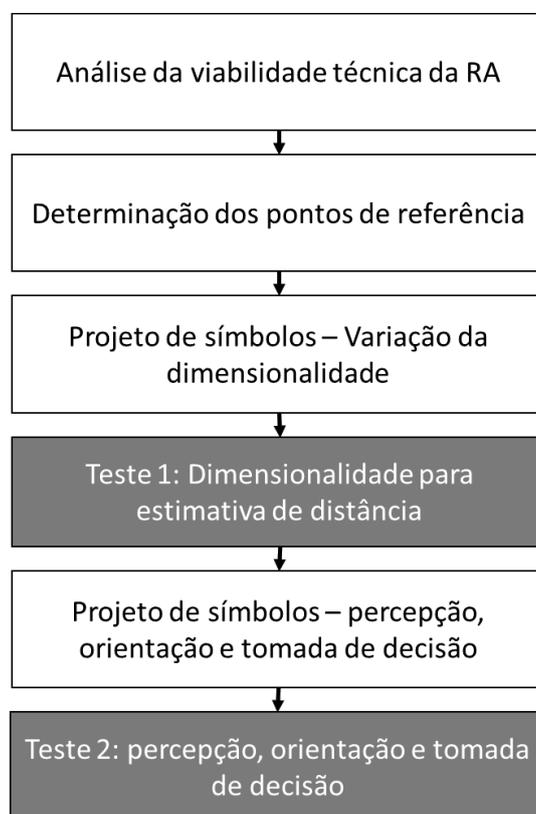
visuais neste tipo de simbologia apresenta um potencial de uso e aplicação que pode se adequar às limitações dos dispositivos móveis, fundamentais para a construção de sistemas de navegação. Para os espaços indoor, em que a RA em dispositivos móveis já constitui uma forma de representação, a aplicação dessa simbologia com base nas leis da Gestalt, deve ser testada e validada.

5 METODOLOGIA

A aplicação de símbolos pictóricos em uma representação em realidade aumentada pode proporcionar maior capacidade de reconhecimento e também um aproveitamento de tela tendo em vista que esse tipo de representação é voltado para dispositivos móveis, com telas de tamanho reduzido. Para que seja possível determinar a viabilidade da aplicação dessa simbologia em uma representação em RA voltada, especificamente para determinação de pontos de referência de espaços indoor, a metodologia aplicada envolveu diferentes etapas

- a) análise da viabilidade técnica da plataforma de RA;
- b) determinação dos pontos de referência na área de estudo;
- c) seleção de símbolos e adequação a partir de um projeto de símbolos;
- d) realização de testes para determinar a viabilidade na aplicação da simbologia para determinação do conhecimento espacial e por sua vez orientação no espaço, assim como para tomada de decisões (FIGURA 33).

FIGURA 33 - FLUXOGRAMA DE ETAPAS DA PESQUISA



FONTE - O autor (2020).

Os dados foram coletados por meio de uma pesquisa qualitativa realizada através de testes com usuário. Foram elaborados questionários com base em imagens que simularam uma representação em RA, uma condição que se fez necessária em virtude da natureza da pesquisa como será visto mais à frente. Os questionários tiveram como objetivo avaliar a percepção dos participantes diante dos símbolos que representavam os pontos de referência no ambiente, estruturados com questões fechadas em que os participantes deveriam selecionar uma das alternativas elaboradas pelo autor, fornecendo dessa forma estrutura para que fossem realizadas análises e averiguação para determinação dos objetivos deste trabalho.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO AMOSTRAL E ÁREA DE ESTUDO

O grupo amostral selecionado para esta pesquisa é composto de usuários com ou sem experiência no uso de mapas. O teste foi difundido em canais de comunicação, como listas de e-mails de discentes do programa de Pós -Graduação em Ciências Geodésicas da UFPR, e de profissionais de Geografia (que abrange profissionais de todo o Brasil), bem como em redes sociais.

Nas redes sociais, os seguintes canais foram utilizados para a divulgação do teste - grupo de discentes do programa de Pós -Graduação em Ciências Geodésicas da UFPR, grupo de alunos da graduação em engenharia Cartográfica da UFPR, grupo de professores de Geografia (que abrange profissionais de todo o Brasil), grupo de alunos e profissionais de Engenharia da rede Anhanguera, para professores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) do curso de Geografia e Engenharia Cartográfica e de Agrimensura e professores do Instituto Militar de Engenharia (IME).

Entende -se que a temática dos grupos nos quais os testes foram divulgados não significa que seus membros terão, necessariamente, a experiência em ambiente digital. A Engenharia Cartográfica possui diferentes vertentes e os participantes dos grupos citados podem possuir diferentes níveis de experiência. Da mesma forma, os grupos de profissionais de Engenharia podem conter um público diversificado entre aqueles que utilizam mapas com frequência ou até mesmo aqueles que não utilizam. Os grupos de profissionais

de Geografia é também diversificado, já que a experiência com mapas não é predominante entre os geógrafos, principalmente entre aqueles que seguem a Geografia crítica.

Ooms et al (2015) ressalta a importância de classificar os usuários de acordo com o nível de experiência com mapas, apontando para possíveis diferenças de percepção nesse sentido. Nos testes realizados os usuários são questionados quanto ao nível de experiência para melhor caracterizá-los. A formação também é abordada de forma abrangente, admitindo -se participantes com ensino fundamental, médio, superior ou com pós-graduação. O caráter abrangente do grupo amostral serviu para indicar o potencial interpretativo do símbolo pictórico inserido em um contexto real em diferentes níveis de formação e de experiência.

O teste 1 teve um total de 243 participantes, que aceitaram os termos de participação e divulgação dos resultados e suas respostas foram analisadas com base nas características apontadas nos testes de caracterização do usuário. O teste 2 contou com a participação de 217 pessoas, dentre as quais todas aceitaram os termos da pesquisa para análise e uso dos dados.

A área de estudo para esse experimento foi o Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná localizado na cidade de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil. O conjunto de edificações específico em que os testes se limitaram, compõe uma estrutura formada por diferentes blocos que abrigam atividades de ensino e pesquisa, perfazendo um complexo de dois andares. O conjunto de edificações abriga os cursos de engenharia, física e arquitetura (FIGURA 34).

FIGURA 34 - ÁREA DE ESTUDO



FONTE - O autor (2020).

Conforme observado em destaque na FIGURA 34, os prédios são interligados por corredores no primeiro e no segundo pavimento, abrigando diferentes serviços além daqueles relacionados à prática docente. Uma característica dos blocos escolhidos é que os corredores eles são parecidos entre si em sua estrutura física havendo poucas placas de sinalização.

5.2 ESTRUTURA DOS TESTES

Com o objetivo avaliar a viabilidade técnica da RA para o estudo realizado, foram realizados experimentos com bibliotecas de desenvolvimento como o Wikitude (WIKITUDE GMB, 2018), em que foi possível trabalhar com o uso de marcadores, e o uso do ARCore (GOOGLE, 2020) uma biblioteca que permite a criação da RA sem o uso de marcadores. O espaço indoor indicou alguns desafios que ainda devem ser estudados como o uso de marcadores que demandam a presença física de um objeto na cena capturada e está sujeito a variações de luminosidade e oclusão, assim como o reconhecimento de superfícies que dispensa o uso de marcadores mas que tem o seu uso dificultado pelas características dos corredores que possui características parecidas. As soluções para os problemas identificados fogem ao escopo deste trabalho.

Outra questão observada nos experimentos realizados foi o movimento do dispositivo, que pode alterar constantemente a forma com que a simbologia é percebida alterando todo contexto de análise. Desta forma, não seria possível ter a certeza de que todo participante, teria a mesma visão perspectiva que o usuário anterior ainda que orientado pelo pesquisador. Assim, para realização dos testes optou -se por utilizar da metodologia aplicada por (HALIK, 2012; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010) em que os autores utilizaram sequências de imagens estáticas, capturadas para simular uma representação em RA.

Em uma representação simulada de RA, as imagens estáticas permitem que todos os participantes possam ter acesso à mesma perspectiva, sendo apresentados ao mesmo conjunto de imagens. Deste modo, para que não ocorresse interferências no estudo dos símbolos aqui aplicados, as imagens estáticas foram aplicadas com base em sequência de fotografias do espaço indoor da área de estudo.

Dessa forma, este trabalho se diferencia do estudo realizado por Stanek e Friedmannova (2010), que utilizou imagens do Google Street View para simular a RA, aproximando -se, contudo, do que foi desenvolvido por Halik; Medyńska-Gulij (2016), utilizando uma sequência de fotografias originais da área de estudo para criar uma representação simulada. Os estudos de Stanek; Friedmannova (2010) e Halik; Medyńska-Gulij (2016) trabalham com espaços externos para a representação de pontos turísticos na paisagem, observando aspectos do design do símbolo, características que os diferenciam dos testes realizados que envolvem o espaço indoor.

Considera -se ainda que, para o contexto deste trabalho, não é necessário que se tenha um conhecimento prévio da edificação representada. O que permite que os testes sejam direcionados a todas as pessoas que tenham condição de executá-lo, devendo possuir um dispositivo móvel ou computador conectado à internet para que possa realizar as atividades relacionadas aos testes.

No teste 1 os participantes visualizaram diferentes conjuntos de símbolos pictóricos projetados em áreas de circulação comum da área de estudo e deveriam indicar qual símbolo estava mais próximo. O objetivo era identificar se as taxonomias de pistas (KRAAK, 1988) aplicadas aos símbolos pictóricos em RA indicavam relações de proximidade ou distanciamento no espaço.

Daponte et al. (2014), Halik (2012), Halik e Medyńska -Gulij (2016) e Stanek; Friedmannova (2010) determinaram diretrizes para o uso da simbologia e, ao trabalharem com a noção de profundidade, admitem a possibilidade da variação da dimensão dos símbolos como forma de indicar um nível de profundidade em uma representação. Os autores ressaltam que símbolos maiores tendem a indicar proximidade enquanto símbolos menores tendem a indicar maior distanciamento. Essa hipótese não foi testada para símbolos pictóricos em representações de RA.

O teste 2 teve como objetivo determinar se a simbologia pictórica proporciona o conhecimento espacial do espaço indoor em um sistema de RA, para que o usuário seja capaz de tomar decisões e proceder com a navegação no espaço. Desse modo, considerando os aspectos avaliados no teste 1 partiu-se da premissa anterior para execução de testes mais específicos relacionados a percepção da simbologia, raciocínio espacial e tomada de decisão no espaço.

A estrutura dos testes seguiu a metodologia proposta por Lakatos; Marconi (1991), divididos em 3 questionários - o primeiro questionário teve como objetivo para traçar perfil do participante. A segunda parte é composta pelo questionário principal, que visa validar ou refutar a hipótese proposta para o teste. Por último, os participantes responderam a um questionário de finalização.

5.2.1 Teste 1 - dimensionamento do símbolo para estimativa de distância

Como fator preliminar foi necessário determinar se a simbologia pictórica é capaz de proporcionar um conhecimento espacial para que o usuário, no contexto do espaço indoor, seja capaz de estimar distância a partir da inserção de dicas de profundidade com base na diferença entre os símbolos apresentados. Portanto, o objetivo foi testar se a variação de tamanho do símbolo pictórico e sua disposição na cena permitiriam que os usuários percebessem a proximidade ou distanciamento em sistemas de RA.

A hipótese do teste é que é possível estimar distâncias pela aplicação dos conceitos de separação figura -fundo e tamanho relativo da Gestalt na representação de RA indoor para se obter o efeito de que símbolo estaria adequadamente posicionado em uma vista perspectiva da realidade.

As taxonomias de pistas, *depth cues* (KRAAK, 1988) têm sido aplicadas na cartografia tradicional na construção de símbolos possibilitando a percepção de profundidade na representação. Em mapas 3D, elementos visuais são inseridos na representação para transmitir uma noção de profundidade (HAEBERLING, 2002a; KRAAK, 1988). Esses estudos determinam a possibilidade e as características de uso de símbolos tridimensionais e a variação da sua dimensionalidade na determinação de distâncias. Em sistemas de RA para o espaço indoor o contexto muda e a percepção de profundidade dos símbolos pode ser influenciada pela compreensão do espaço real representado.

Para a realização do teste foram aplicados conjuntos de símbolos pictóricos com dimensões diferentes, em representações de RA indoor para avaliar sua eficácia no contexto. O experimento representa um espaço indoor da área de estudo, em que os participantes visualizaram conjuntos de símbolos pictóricos projetados em áreas de circulação comum e deveriam indicar qual símbolo estava mais próximo.

Este trabalho não considera a validação ecológica do processo de teste por parte do usuário. A validade ecológica é entendida como uma forma de aproximação da pesquisa ao mundo real em que métodos são aplicados de forma a criar um ambiente experimental de realismo (BARREIROS, 2008) mais próximo possível da realidade que se quer avaliar, de modo que as restrições experimentais não afetem o comportamento do participante (MASSIGLI et al, 2011). Por se tratar de um experimento aplicado em plataforma on-line e com o uso de RA simulada, este fator não pôde ser aplicado no teste.

A determinação dos símbolos e seus representantes pontos de referência teve como base os trabalhos de dissertação desenvolvidos no Programa de Pós -Graduação em Ciências Geodésicas por Antunes (2016) e Sarot (2015), que estudaram modelos de mapeamento e navegação no espaço indoor na área de estudo especificada e realizaram testes para determinação dos pontos de referência utilizados neste espaço (QUADRO 2). No conjunto de prédios utilizados como área de estudo, os pontos de referência em questão têm ocorrência repetida por toda a extensão.

O número elevado de repetições faz com que seja necessário a realização de uma triagem desses pontos para encontrar em espaços distintos pontos de referência com distância relativa em relação ao outro. Foram identificados pelo menos dois pontos distintos para cada representação, de modo que a criação da imagem simulada do espaço em realidade aumentada permita que o participante possa identificar uma relação de proximidade, distanciamento entre os símbolos.

QUADRO 2 - INCIDÊNCIA DE PONTOS DE REFERÊNCIA NA ÁREA DE ESTUDO

Pontos de referência	Incidência
Auditório	Baixa
Banheiro feminino	Alta
Banheiro masculino	Alta
Biblioteca	Baixa
Cantina	Inexistente
Correio	Inexistente
Diretório	Baixa
Elevador	Alta
Equipamento de incêndio	Alta
Escada	Alta
Informação	Baixa
Museu	Baixa
Papelaria	Baixa
Rampa	Alta
Restaurante	Inexistente
Saída	Alta
Sala de Estudos	Alta

FONTE - O autor (2020).

A repetição de pontos de referência na área de estudo (QUADRO 2) e a baixa variedade dos mesmos por toda a extensão, resultou na decisão de trabalhar, neste momento, com apenas dois símbolos em cada imagem representada. O aspecto a ser avaliado nesse estudo seria retratado por sua vez com a variação de tamanho de um símbolo em relação ao outro. Por esse motivo, escolheu -se, a partir do conjunto de pontos determinados nos trabalhos de Antunes (2016) e Sarot (2015), os seguintes pontos de referência para representação no experimento - escada, elevador, rampa de acesso, banheiro masculino e saída.

No trabalho desenvolvido por Sarot (2020), os símbolos tiveram como base, principalmente, a Coletânea de Normas Técnicas para símbolos gráficos, a ISO 7001 que reúne os padrões para símbolos gráficos de informação ao

público. O padrão foi desenvolvido para a aplicação dos símbolos em placas de identificação, não sendo determinados padrões para sua aplicação em cartografia.

Para construir os símbolos, além da ISSO, Sarot (2020) se baseou nas determinações do Google Street Maps para a construção de símbolos e do OpenStreetMap. Além dos padrões, a Google e o OpenstreetMap fornecem uma série de coletâneas de símbolos pictóricos aplicáveis aos mapas digitais das plataformas. Esse material serviu como base para que Sarot (2020) desenvolvesse um conjunto de símbolos pictóricos para mapas indoor (FIGURA 35), junto a um referencial teórico composto principalmente por Andrade e Sluter (2008), Ansi (2007), Forrest e Castner (1998) e Sarot (2018).

FIGURA 35 - SÍMBOLOS PICTÓRICOS SELECIONADOS



FONTE - Sarot (2020).

Os símbolos foram validados em testes realizados com usuários (SAROT *in press*, 2020). Os símbolos são voltados para representações bidimensionais de espaços indoor e foram alterados para se adequarem a uma representação em RA. O contexto de uso de uma representação em RA, em que

as características do espaço representado mudam frequentemente, faz com que seja necessário realizar alterações no design dos símbolos.

Faz -se necessário retomar o projeto de símbolos e ajustar os elementos representativos, de modo a ajustá-los às especificidades das representações em RA. A adequação dos símbolos considerou aspectos referentes a aplicação de símbolos pictóricos em sistemas de RA (GRAMMENOS et al., 2011; HAEBERLING, 2002a, 2004a; HALIK, 2012; HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016; MACEACHREN, 1994, 1995; STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010; YONG -XU et al., 2013), aplicando transparência de fundo, ressaltando a cor e a borda.

Quando símbolos demasiadamente grandes preenchem a maior parte da tela sobrepondo as informações do espaço real ou sobrepondo outros elementos virtuais que constam na representação, impedem sua visualização (SANCHES et al., 2019) e a realização do processo fundamental da RA que é a visualização de um ambiente de mistura (FIGURA 36). O problema da sobreposição de informações não deve ser entendido como o fenômeno da oclusão, já que este se refere à posição relativa no espaço do objeto virtual.

FIGURA 36 - FENÔMENO DA SOBREPOSIÇÃO



FONTE - O autor (2020).

Na FIGURA 36 o símbolo maior sobrepõe informações do espaço real e parcialmente outro símbolo, impedindo sua identificação. Com a sobreposição

informações que podem auxiliar a compreensão do espaço por parte do usuário não podem ser percebidas e por isso deve ser evitada. Considerando esse aspecto, autores como Fukiage, (2012), Furmanski et al. (2002) e Halik; Medyńska -Gulij, 2016), apresentam como alternativa a transparência em diferentes níveis para permitir que ocorra a visualização, ainda que com sobreposição e também para estimativa de distância (HALIK; MEDYŃSKA - GULIJ, 2016). Os autores não consideram a possibilidade de que, ainda que se aplique a transparência para indicar um distanciamento, um símbolo demasiadamente grande pode preencher toda a tela e não ser percebido como tal.

A característica da simbologia adotada para este teste se diferencia dos elementos tridimensionais ou dos símbolos abstratos, representados nos estudos citados. As partes que compõem o símbolo estão sobrepostas a um fundo branco, optando -se pela remoção deste e a manutenção das partes que compõem o símbolo. Deste modo, a remoção do fundo branco do símbolo permitiu que fosse possível perceber o espaço entre os elementos gráficos que formam o símbolo pictórico (FIGURA 37).

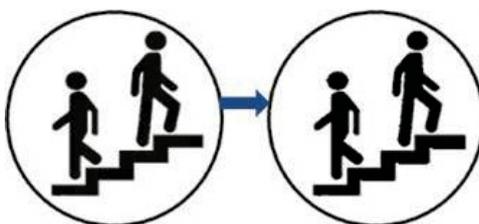
FIGURA 37 - SÍMBOLOS COM PERMANÊNCIA DE FUNDO E COM REMOÇÃO DE FUNDO



FONTE - O autor (2020).

Outra etapa na adequação do símbolo refere -se ao contraste em relação ao fundo já que, com a remoção do fundo, o espaço representado fica aparente o que pode ocasionar problemas relacionados ao contraste, mas que também pode facilitar a interpretação do símbolo e a construção de um conhecimento espacial. O fundo é um elemento de importância para a percepção, já que símbolos da mesma cor podem ser percebidos de maneira de forma diferente se forem dispostos sobre fundos de cores diferentes, conforme aponta Schmidt (2012). O espaço real possui uma configuração extremamente diversa além de ser dinâmico, essas características podem facilitar ou dificultar o processo de identificação do símbolo. Desta forma tendo como base o sistema RGB, adotou -se o esquema de cores $R=0$, $G=0$, $B=0$, realizando, portanto, o ajuste na tonalidade do símbolo e aplicando o maior contraste em suas feições em relação ao fundo. Desta forma, o ajuste para o esquema de cores citado, ressalta ainda mais o símbolo em relação às características visuais dos elementos do espaço real (FIGURA 38).

FIGURA 38 - AJUSTE NA TONALIDADE DO SÍMBOLO



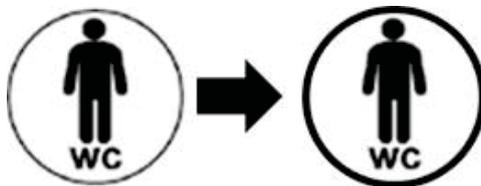
FONTE - O autor (2020).

As molduras dos símbolos foram ajustadas para se adequar a relação FIGURA -fundo que deve ser preservada na representação em RA. Conforme apontaram Forrest e Castner (1985), o uso da moldura em símbolos auxilia no processo de identificação, além de auxiliar na seleção e organização em uma representação cartográfica (SCHMIDT, 2012). A borda tem como função básica direcionar o olhar do usuário para os símbolos e ressaltar suas feições em meio a representação (FORREST, 1998).

Seguindo a proposta de Korpi e Ahonen -Rainio (2015), para ressaltar a borda, foi realizado o ajuste na espessura tornando -a mais evidente, pois o contexto com informações elevadas faz com que uma borda menos espessa não tivesse a contemplação do seu papel de direcionamento da atenção (FIGURA

39). Contudo, o teste não avaliou se existe ou não um ganho de percepção com o ajuste da espessura da borda.

FIGURA 39 - AJUSTE DA MOLDURA



FONTE - O autor (2020).

Para determinação do tamanho dos símbolos utilizou -se como base os padrões de tamanho de ícones para o sistema Android do Google (FIGURA 40). Os tamanhos padronizados contemplam diferentes tamanhos de tela e diferentes dispositivos que usam sistema Android. Para dispositivos móveis, sobretudo para representações cartográficas, deve -se considerar a orientação de autores como Montez (2012), que aborda essa questão para representações de RA.

FIGURA 40 - VARIAÇÃO DE TAMANHO DE ÍCONES PARA O SISTEMA ANDROID



FONTE - Adaptado de Google (2019).

Segundo Montez (2012), a variação no tamanho não altera a percepção da simbologia, além disso, Stanek; Friedmannova (2010) ressaltam que o tamanho deve ser distinguível facilmente. Optou-se por selecionar três tamanhos de símbolos para realização do teste: xxhdpi, hdpi e mdpi. O QUADRO 3 apresenta a dimensão dos símbolos em pixels.

QUADRO 3 - TAMANHO DOS SÍMBOLOS

Resolução	Pixels
xxxhdpi	192px
xxhdpi	144px
xhdpi	96px
hdpi	72px
mdpi	48px

FONTE - O autor (2020).

A variação no tamanho da simbologia afeta a percepção da forma interferindo diretamente na nitidez relativa do símbolo pictórico (ALEXANDRE; TAVARES, 2007). Isso significa que os símbolos maiores permitem que usuário identifique detalhes que os compõem, além de perceber o símbolo em sua totalidade. Nos símbolos em tamanho menor a nitidez relativa é impactada, impedindo que detalhes que forma os símbolos pictóricos sejam apreendidos pela capacidade perceptiva do leitor. Por esse motivo o que os símbolos pictóricos tendem a ser simples e não possuir riqueza de detalhes. Mas a perda de capacidade perceptiva dos detalhes dos símbolos pictóricos também pode indicar uma relação de proximidade ou distanciamento quando objetos mais próximos tendem a apresentar mais detalhes do que objetos mais distantes (ARCHELA, 1999).

Após a etapa de adequação da simbologia os mesmos encontram -se prontos para a construção das imagens que devem representar o espaço indoor com RA simulada. Os símbolos pictóricos devem ser posicionados nos espaços fotografados em relação ao ponto de referência a que se referem, em imagens distintas e com a variação do seu tamanho.

Os participantes realizaram o teste, após a aceitação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE) e responderam a um questionário com o objetivo de traçar um breve perfil, sem a necessidade de informar dados pessoais, o que permitiu que o teste fosse realizado de forma anônima, proporcionando maior liberdade na realização das tarefas (LAKATOS; MARCONI, 1991). Dessa forma, o primeiro questionário coletou informações acerca do grau de instrução do participante, definidos entre fundamental, médio, superior e pós-graduação.

A experiência dos participantes no uso de mapas também foi questionada, devendo optar entre baixo, médio e alto. Considerou -se como

baixo uso os participantes que alegaram fazer uso dos mapas de maneira esporádica, seguindo essa tendência, os participantes foram classificados em nível médio de uso quando alegaram fazer uso de mapas algumas vezes na semana. Por último, os participantes foram classificados com nível alto de uso, quando declararam que usavam mapas, todos os dias. O QUADRO 4, apresenta as classificações aplicadas para esse trabalho, quanto a experiência no uso de mapas.

QUADRO 4 - EXPERIÊNCIA NO USO DE MAPAS

EXPERIÊNCIA NO USO DE MAPAS	
BAIXO	Uso esporádico
MÉDIO	Frequência de uso relativa, algumas vezes na semana.
ALTO	Uso contínuo, diário.

FONTE - O autor (2020).

O segundo questionário (APÊNDICE) avaliou a variação do tamanho dos símbolos na percepção de proximidade e/ou distanciamento. Nesta etapa o usuário foi apresentado a uma sequência de nove imagens representativas do espaço indoor do conjunto de blocos da área de estudo, cada uma delas constando com um conjunto de símbolos pictóricos posicionados sobre os pontos de referência que se referem. As imagens foram acompanhadas de perguntas ao usuário, acerca da proximidade ou distanciamento do ponto de referência.

Cada imagem apresentava dois símbolos para que fosse possível ao participante fazer a análise comparativa do tamanho dos símbolos e estimar sua proximidade e distância com relação a este. Com as dimensões definidas entre xxhdpi, hdpi e mdpi, foram admitidas três variações de tamanho entre dois símbolos, A e B. Deste modo, os símbolos possuíam as seguintes variações de tamanho entre si - $A > B$, $A = B$ e $A < B$, conforme pode ser visto no QUADRO 5.

QUADRO 5 - VARIAÇÃO DE TAMANHO ENTRE OS SÍMBOLOS

Tamanho	Representação dos símbolos	
A (xxhdpi) B (mdpi)		
A (hdpi) B (hdpi)		
A (mdpi) B (xxhdpi)		

FONTE - O autor (2020).

Os exemplos A e B do QUADRO 4 foram substituídos pelos símbolos selecionados (FIGURA 35) de acordo com sua incidência em cada cenário, mas respeitando a variação de dimensionalidade apresentada. Os símbolos foram posicionados no centro da imagem possuindo alguns deslocamentos à esquerda ou direita para que se posicionasse o mais próximo possível do seu referente. Esta abordagem é diferente da que foi adotada por Halik; Medyńska -Gulij (2016), em que os autores posicionaram símbolos de tamanhos distintos no centro da tela do dispositivo, sem considerar a existência dos pontos de referência especificados e sem e suas posições no espaço. Com a abordagem adotada para este trabalho é possível avaliar se, com a visão do espaço real representado e a posição dos símbolos próxima realidade, a variação de tamanho entre os símbolos pictóricos funciona como dicas de profundidade em uma representação simulada de RA.

As questões foram distribuídas em três cenários distintos, abordando características de iluminação, sombras e características do espaço que podem influenciar o contraste com os símbolos. Desse modo, o cenário 1 apresentou alto contraste com poucas sombras, o cenário 2 apresentou contraste médio com sobras moderadas resultantes da iluminação ambiente e o cenário 3 apresentou baixo contraste resultante das sombras em excesso da iluminação ambiente. Cada cenário possuiu 3 questões em que as respectivas imagens apresentavam

as dimensões previamente definidas. O QUADRO 6 apresenta a ordem das questões apresentadas em seus respectivos cenários.

QUADRO 6 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEMAS DE CADA CENÁRIO POR QUESTÃO

Cenário	Questões	Tema abordado
2	4	Contraste médio - iluminação ambiente
3	5	Contraste baixo - iluminação ambiente e sombras
1	6	Contraste alto - poucas sombras
3	7	Contraste baixo - iluminação ambiente e sombras
1	8	Contraste alto - poucas sombras
2	9	Contraste médio - iluminação ambiente
3	10	Contraste baixo - iluminação ambiente e sombras
1	11	Contraste alto - poucas sombras
2	12	Contraste médio - iluminação ambiente

FONTE - O autor (2020).

Para impedir que os usuários identificassem padrões na disposição das imagens, evitou-se o ordenamento dos símbolos do menor ao maior e o oposto para evitar o aprendizado do usuário e uma resposta tendenciosa. Por esse motivo a disposição das imagens aparece mesclada, conforme mostra o QUADRO 6. As questões foram desenvolvidas obedecendo critérios relacionados à temática de cada cenário e as variações de tamanho especificadas.

A questão 4 abordou o tema relacionado ao cenário 2, apresentando os símbolos correspondentes ao banheiro masculino em xxhdpi e escada em mdpi (FIGURA 41). O usuário deveria indicar qual ponto de referência estava mais próximo dentre os dois ou se nenhum apresentava uma relação de proximidade. Dessa forma, a tarefa do usuário era ler o questionamento, analisar a imagem e escolher uma das alternativas. O questionamento era apresentado ao participante da seguinte forma:

“Analisar a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”

FIGURA 41 - IMAGEM DA QUESTÃO 4 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

As opções apresentadas ao participante, conforme pode ser visto no APÊNDICE, foram - *escada*, *banheiro masculino* e *nenhum*. O participante deveria escolher apenas uma das alternativas. A expectativa para essa questão era de que o participante indicasse o banheiro masculino, que o símbolo estava representado em xxhpi enquanto o símbolo referente à escada estava representado em mdpi.

A questão 5 apresentou dois símbolos de mesmo tamanho, em hpi, dispostos no contexto do cenário 3. Os símbolos representavam escada e rampa de acesso, com maior nível de sombras e menos contraste (FIGURA 42). O participante deveria responder ao seguinte questionamento - *“Análise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”*

FIGURA 42 - IMAGEM DA QUESTÃO 5 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

Os símbolos representavam rampa de acesso e escada e o cenário 3 é considerado aquele com maior nível de dificuldade, por apresentar muitas sombras e baixo contraste. O participante deveria selecionar uma das alternativas, apresentadas - *rampa*, *escada* e *nenhum* (APÊNDICE). O participante deveria escolher apenas uma das alternativas. A expectativa era que escolhesse a alternativa “*nenhum*”, já que a comparação entre o tamanho dos símbolos não indicaria diferença e, portanto, não poderia indicar relação de distância.

A questão 6 apresentou dois símbolos representando o elevador em mdpi e a saída em xxhdpi (FIGURA 43), no cenário 1 com maior contraste entre os símbolos e a imagem representativa. O participante deveria responder ao seguinte questionamento:

“*Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?*”

FIGURA 43 - IMAGEM DA QUESTÃO 6 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

As possibilidades de resposta apresentadas ao participante foram - *saída, elevador e nenhum* (APÊNDICE). O participante deveria escolher apenas uma das alternativas. A expectativa era de que o usuário indicasse a saída como mais próxima, já que o símbolo correspondente à saída estava em xxhdpi enquanto o elevador estava em mdpi. O cenário 1 permitia ver com mais facilidade o espaço representado, podendo ser um fator de influência na percepção do usuário.

A questão 7 apresentou a rampa de acesso e a escada, novamente no cenário 3, em xxhdpi e mdpi, respectivamente (FIGURA 44). Mais uma vez o participante era apresentado ao seguinte questionamento:

“Analisar a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”

FIGURA 44 - IMAGEM DA QUESTÃO 7 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

As alternativas de resposta apresentadas ao participante são - *rampa*, *escada e nenhum* (APÊNDICE). O participante deveria escolher apenas uma das alternativas. A expectativa era que o participante indicasse a rampa de acesso como mais próximo, devido por estar em xxhdpi em relação à escada em mdpi. No cenário 3 a percepção dos símbolos com tamanhos menores tende a ser prejudicada devido ao baixo contraste ocasionado pela baixa luminosidade e a existência de sombras.

A questão 8 apresentou mais uma vez o cenário 1 e a alta discrepância entre o tamanho dos símbolos representados. Neste caso, a ordem estava invertida e o elevador estava em xxhdpi e a saída em mdpi (FIGURA 45). Mais uma vez o participante deveria responder ao seguinte questionamento apresentado:

“Analisar a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”

FIGURA 45 - IMAGEM DA QUESTÃO 8 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

As alternativas de resposta apresentadas para essa questão foram - *rampa, elevador e nenhum* (APÊNDICE). O participante deveria escolher apenas uma das alternativas. A expectativa era de que o participante interpretasse o elevador como mais próximo devido a discrepância no tamanho dos símbolos. A imagem apresentava os símbolos dispostos no cenário 1, com alto contraste.

Na questão 9 foram apresentados símbolos de mesmo tamanho, em hdpi. A FIGURA 46 mostra os símbolos referentes à escada e ao banheiro masculino no cenário 2, com contraste moderado. O participante deveria responder ao seguinte questionamento:

“Análise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”

FIGURA 46 - IMAGEM DA QUESTÃO 9 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

Foram apresentadas as seguintes alternativas - *escada*, *banheiro masculino* e *nenhum* (APÊNDICE). Neste caso a expectativa era que o participante indicasse que nenhum ponto de referência apresentado na imagem estava mais próximo em relação ao outro.

A questão 10 apresenta os símbolos pictóricos referentes à rampa de acesso e escada em mdpi e xxhdpi, respectivamente (FIGURA 47). O participante deveria responder ao seguinte questionamento:

“Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”

As alternativas apresentadas ao participante foram - *rampa*, *escada* e *nenhum* (APÊNDICE). Essa questão apresenta a terceira e última imagem no cenário 3, que possui menos contraste, apresentando maior incidência de sombras. Neste caso a expectativa era que o participante indicasse a escada como mais próxima ao considerar a dimensionalidade da simbologia e observar que o símbolo que referente à escada possui um tamanho maior que o símbolo que representa a rampa.

FIGURA 47 - IMAGEM DA QUESTÃO 10 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

A questão 11 apresentou a terceira imagem no cenário 1 (FIGURA 48) com os símbolos de saída e elevador em hdpi, ou seja, não apresentando diferenças no tamanho dos símbolos representados na cena. Seguindo a mesma tendência das questões anteriores, o participante deveria responder ao seguinte questionamento:

“Analisar a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”

FIGURA 48 - IMAGEM DA QUESTÃO 11 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

As alternativas apresentadas ao participante foram - *saída, elevador e nenhum* (APÊNDICE). Deste modo, a expectativa era que o participante indicasse que não existia proximidade, de acordo com a relação de tamanho dos símbolos.

A questão 12 apresenta a última imagem do teste e o fim do questionário 2, os símbolos referentes à escada e ao banheiro masculino aparecem em mdpi e xxh dpi, respectivamente (FIGURA 49). É também a terceira imagem do cenário 2, em que o contraste existente é médio. O participante deveria responder ao seguinte questionamento:

“Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?”

As alternativas apresentadas foram - *escada, banheiro masculino e nenhum* (APÊNDICE). Neste caso, esperava -se que o participante indicasse a escada como mais próximo, com base na diferença de tamanho apresentada pelos símbolos.

FIGURA 49 - IMAGEM DA QUESTÃO 12 - TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

A última parte do questionário teve como objetivo reunir informações acerca das possíveis dificuldades que o usuário sentiu ao realizar o teste questionando se o tamanho da simbologia possui influência na discriminação das formas e se a posição ajuda a identificar as referências no espaço real. Deste modo, a questão 13 foi apresentada com o seguinte questionamento:

“O tamanho dos símbolos influenciou na interpretação das formas?”

O participante deveria escolher dentre as opções apresentadas - *sim ou não*.

A questão 14 questionou acerca do posicionamento dos símbolos, da seguinte forma:

“Conforme análise das imagens, a posição dos símbolos ajuda a identificar claramente suas referências no espaço real?”

Do mesmo modo, o participante deveria escolher dentre as opções apresentadas: *sim ou não*.

5.2.2 Teste 2 - percepção, orientação e conhecimento espacial

O teste se baseia nos trabalhos que estudaram as características dos símbolos pictóricos e sua aplicação na obtenção do conhecimento espacial. Tem como base, principalmente, as pesquisas de Halik; Medyńska-Gulij (2016), Korpi e Ahonen-Rainio (2015) e Stanek e Friedmannova (2010), que realizaram pesquisas quanto ao desenvolvimento de uma simbologia para sistemas de RA. A análise foi feita com base nas leis da Gestalt, nas tarefas elementares de uso dos mapas, como detecção, discriminação e reconhecimento de símbolos, além de obter informações acerca do reconhecimento das relações espaciais e orientação.

O teste foi realizado em um formulário on-line disponibilizado aos participantes da pesquisa para que respondessem. Dessa forma, não foi necessário que o usuário estivesse presente no local e a validade ecológica também foi desconsiderada, assim como ocorreu no teste 1.

O objetivo foi determinar se os símbolos pictóricos aplicados no contexto da RA para espaços indoor, permitem ao usuário obter o raciocínio espacial em relação aos pontos de referência a que se referem. Para isso, a hipótese foi estabelecida considerando a construção dos símbolos com base nas leis da Gestalt aplicadas neste estudo, ou seja, a separação figura -fundo, os padrões determinados pela moldura, forma e o dimensionamento. Desta forma, a hipótese considera que se os símbolos pictóricos construídos com base nas leis da Gestalt supracitadas, podem ser posicionados no espaço indoor a partir de uma visão egocêntrica em RA, então a percepção desses símbolos proporcionam a identificação de pontos de referência, relações espaciais, o raciocínio espacial e a tomada de decisão pelo usuário.

Com base nos elementos estipulados em pesquisas anteriores (HALIK, 2012, HALIK; MEDYŃSKA-GULIJ, 2016, STANEK; FRIEDMANNOVA, 2010, KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015), o teste 2 busca, através de um conjunto de questões apresentadas ao usuário, validar ou refutar a hipótese proposta. O teste 2 apresenta situações na mesma área de Estudo especificada (FIGURA 34), o espaço indoor do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná.

A adequação dos símbolos pictóricos para o teste 2 considerou os parâmetros identificados na adequação dos símbolos para o teste 1. Os símbolos

O teste foi realizado com sequências de imagens que simulavam um sistema de RA em que os símbolos pictóricos são posicionados no espaço em fotografias do espaço indoor. Os símbolos pictóricos foram submetidos às etapas de adequação como a remoção do fundo branco, ajuste das cores e ajuste da moldura. O conjunto de símbolos selecionados e preparados para a estruturação do teste, pode ser visto na FIGURA 51.

FIGURA 51 - RESULTADO DA ADEQUAÇÃO DOS SÍMBOLOS



FONTE - O autor (2020).

A disposição dos símbolos nas imagens, não apresenta nenhum tipo de sobreposição entre estes. Para que desta forma, conforme o objetivo da pesquisa, a capacidade de compreensão da informação espacial pudesse ser analisada. A navegação não foi item de análise nessa pesquisa, que apresentou apenas imagens estáticas ao participante de modo a obter informações acerca da percepção, orientação e conhecimento, sem a interferência do movimento como variável.

Como tarefa, os participantes responderam a 3 questionários e enviaram suas respostas para completar a realização do teste. Antes, contudo, a realização do teste estava condicionada à aceitação, com base nas informações apresentadas em um formulário de esclarecimento (APÊNDICE) antes de iniciar o teste 2. Ao aceitar os termos da pesquisa, o participante foi direcionado a um texto com informações de orientação, seguido de uma imagem (FIGURA 52) para a realização do teste:

“As imagens serão apresentadas simulando um ambiente de navegação com dispositivo móvel em um espaço interno (indoor). Cada imagem terá uma pergunta que deve ser respondida pelo participante da pesquisa. Os termos utilizados para indicar sua orientação no espaço indoor são - à frente, ao fundo, à direita e à esquerda”.

FIGURA 52 - EXEMPLO APLICADO PARA ORIENTAÇÕES INICIAIS



FONTE - O autor (2020).

O primeiro questionário, composto das questões 1 e 2, teve como objetivo avaliar o perfil do participante quanto a sua experiência com mapas. O participante foi questionado quanto a experiência com mapas. Neste caso, deveria responder à seguinte questão:

“Possui experiência com mapas?”

Dentre as alternativas propostas, o participante deveria escolher entre *sim* ou *não*. Em seguida, foi questionado acerca do nível de experiência com mapas, devendo responder à seguinte questão:

“Qual o seu nível de experiência no uso de mapas?”

Dentre as opções apresentadas, o participante deveria escolher entre *baixo*, uso esporádico; *médio*, uso moderado (algumas vezes na semana); *alto*, uso no dia a dia e/ou no trabalho. Só era possível marcar uma dentre as alternativas apresentadas (APÊNDICE).

No segundo questionário foram apresentadas sequências de imagens que simulam uma representação em RA do espaço indoor do Centro Politécnico

da UFPR. As imagens continham os símbolos pictóricos para representar os pontos de referência do espaço selecionado. Cada imagem estava atrelada a uma questão e uma tarefa ao usuário (APÊNDICE). Ao resolver a tarefa, o participante era direcionado para a próxima, até que o questionário fosse concluído.

Neste teste, os símbolos foram posicionados na imagem respeitando a posição dos pontos de referência a que se referem. Desta forma, será possível avaliar se a posição dos símbolos pictóricos influencia a sua interpretação e o raciocínio espacial. Para isto, as tarefas direcionadas ao usuário terão aspectos relacionados à compreensão através do espaço representado e também dos símbolos pictóricos.

O participante deverá analisar as imagens e responder questões que terão como objetivo avaliar o reconhecimento dos símbolos e o seu raciocínio espacial. Foram elaboradas nove questões com níveis de dificuldade alternados. Para contemplar os objetivos propostos para este trabalho, as questões foram elaboradas e ordenadas da seguinte conforme descrito a seguir.

A questão 3 aborda a capacidade perceptiva do participante ao encontrar o símbolo na imagem, reconhecer e interpretar suas formas. O participante foi apresentado a uma imagem com três símbolos pictóricos em tamanhos distintos (FIGURA 53), contendo também uma lista com nomes de diferentes pontos de referência. A questão foi apresentada ao participante da seguinte forma:

“Observe atentamente a imagem abaixo. Considerando as informações do espaço representado e a simbologia aplicada, marque abaixo os pontos de referência que consegue identificar.”

FIGURA 53 - IMAGEM DA QUESTÃO 3 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

O participante deveria escolher dentre as opções apresentadas:

- Banheiro feminino
- Banheiro masculino
- Biblioteca
- Elevador
- Equipamento de incêndio
- Escada
- Papelaria
- Rampa
- Saída
- Sala de estudos

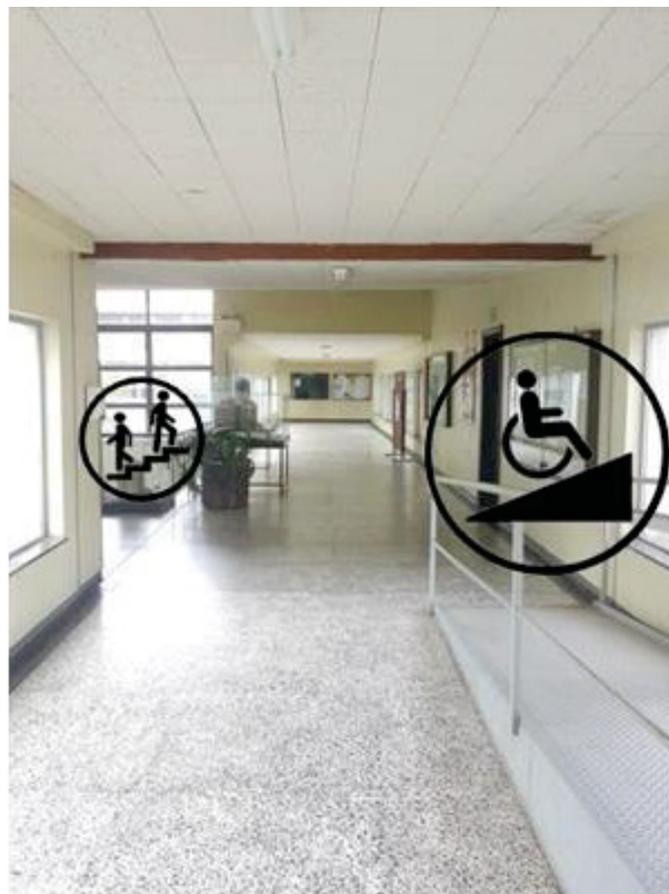
Na imagem, os símbolos indicando a biblioteca, rampa e escada, estão posicionados respeitando a posição dos pontos de referência no espaço real representado e o tamanho é relativo ao nível de proximidade, considerando a

imagem como uma simulação da imagem de um dispositivo móvel. O objetivo era avaliar se o usuário seria capaz de identificar interpretar e marcar na lista os símbolos que identificados.

Na questão 4 o participante trabalhou o reconhecimento de símbolos e orientação. A questão não indicou um ponto de referência específico, mas uma função que, para ser exercida, precisa que seja indicado um direcionamento mediante o reconhecimento do símbolo (FIGURA 54). A questão foi apresentada da seguinte forma ao participante:

“Indique a direção que você deve seguir até o ponto de referência que lhe dará acesso ao pavimento inferior.”

FIGURA 54 - IMAGEM DA QUESTÃO 4 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

Deste modo, o participante deverá reconhecer primeiramente o símbolo e depois indicar a direção que deve seguir. As alternativas apresentam direcionamentos distintos em que o participante só poderia escolher um:

- Ao fundo / à esquerda
- Ao fundo / à direita

- À frente / à esquerda
- À frente / à direita

A questão 5 avalia a percepção da relação de proximidade e distanciamento entre o ponto de vista do participante, representado pela imagem, e o ponto de referência. Foi questionado acerca de um ponto de referência específico, a papelaria, em que o participante deverá estimar a distância em relação a outro ponto de referência, o elevador (FIGURA 55):

“Do seu ponto de vista, a papelaria está mais distante ou mais próxima que o elevador?”

FIGURA 55 - IMAGEM DA QUESTÃO 5 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

O participante, deveria fazer uma comparação entre os símbolos existentes para que possa realizar a estimativa de distância. Por fim, deveria marcar apenas uma das alternativas apresentadas:

- A papelaria está mais próxima

- A papelaria está mais distante
- A papelaria e o elevador estão igualmente distantes

Na questão 6 a capacidade em identificar posições e referências no espaço foi analisada. O participante deveria indicar, dentre as opções apresentadas, aquela que melhor descreve a posição dos pontos de referência no espaço representados na imagem (FIGURA 56), com base no questionamento apresentado:

“Com relação aos pontos de referência representados, assinale a opção que melhor descreve a localização do banheiro feminino.”

FIGURA 56 - IMAGEM DA QUESTÃO 6 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

Para resolver essa tarefa, o participante deveria ser capaz de se orientar com base nas relações espaciais de proximidade, distanciamento, esquerda e direita. As opções apresentadas foram as seguintes -

- Próximo / à esquerda

- Próximo / à direita
- Distante / à esquerda
- Distante / à direita

O raciocínio espacial foi avaliado na questão 7, em que o participante deveria avaliar, com base na imagem (FIGURA 57) se um caminho indicado na questão seria possível. Foi apresentado o seguinte problema:

“Você está no pavimento superior. Do seu ponto de vista, seria possível uma pessoa acessar o mesmo andar que você está pelas escadas e chegar à sala de estudos virando no próximo corredor à direita?”

FIGURA 57 - IMAGEM DA QUESTÃO 7 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

Nesta questão, considerou -se que o participante estaria no pavimento superior e deveria indicar se uma pessoa no pavimento inferior poderia acessar a sala de estudos a partir do caminho especificado. As alternativas sugeridas foram apenas *sim* ou *não*.

Apresentando uma variação no nível de dificuldade, a questão 8 apresenta um problema em que o participante devia identificar a posição dos símbolos e indicar a opção que melhor descrevia sua posição. A imagem (FIGURA 58) apresenta três símbolos pictóricos, com duas repetições (escada) e um símbolo indicando a biblioteca. A tarefa foi indicada da seguinte forma: *“Indique a posição dos pontos de referência representados.”*

FIGURA 58 - IMAGEM DA QUESTÃO 8 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

As seguintes opções foram apresentadas ao participante, em que deveria marcar somente uma -

- Duas escadas próximas à esquerda e uma biblioteca no lado oposto à direita.
- Uma escada próxima à esquerda, uma biblioteca distante à direita e uma escada distante à esquerda.
- Uma escada próxima à esquerda, uma biblioteca próxima à direita e outra escada distante à esquerda.

A questão 9 avalia a percepção das relações espaciais e o raciocínio espacial. relações espaciais. O participante deveria usar as relações de proximidade, distanciamento e posicionamento para localizar um ponto de referência específico na imagem, sempre em relação aos outros pontos. Neste caso o participante deveria indicar a opção que melhor descrevia a posição de um ponto na imagem (FIGURA 59). O problema foi apresentado da seguinte forma:

“Com relação aos pontos de referência representados, assinale a opção que melhor descreve a localização da sala de estudos.”

FIGURA 59 - IMAGEM DA QUESTÃO 9 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

A expectativa era que o participante fosse capaz de identificar as variações de um símbolo em relação ao outro em comparação com as informações do espaço real representado. As alternativas apresentadas são as seguintes -

- Próximo / à esquerda

- Próximo / à direita
- Distante / à esquerda
- Distante / à direita

As questões 10 e 11 têm como objetivo avaliar a capacidade de tomada de decisão do usuário diante da representação em RA. São apresentadas três situações distintas em que o participante deverá tomar a decisão pelo melhor caminho a tomar para atingir um objetivo. Na questão 10 o participante deve indicar o caminho que o levaria até a sala de estudos mais próxima, a partir de uma imagem que apresenta duas opções de sala de estudo (FIGURA 60). O problema foi apresentado da seguinte forma :

“Considerando as informações do espaço representado e a simbologia aplicada, indique o caminho para chegar à sala de estudos mais próxima.

FIGURA 60 - IMAGEM DA QUESTÃO 10 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

As alternativas apresentadas indicam diferentes caminhos, o participante deveria escolher apenas um:

- Para a sala de estudos devo seguir pelo corredor à esquerda e caminhar até o final.
- Devo seguir até o meio do corredor e virar à direita para acessar a porta da sala de estudos.
- Para a sala de estudos, devo seguir em diagonal à direita até encontrar a porta.
- Para a sala de estudos, devo seguir em frente pelo corredor até a última porta, que é a sala de estudos.

A questão 11 apresenta uma situação em que o participante deve decidir, dentre as opções, o caminho mais próximo do pavimento superior até a saída no pavimento inferior. Na imagem, são apresentadas três opções de saída (FIGURA 61). O problema é apresentado da seguinte forma:

“Do seu ponto de vista, uma pessoa que está descendo do pavimento superior pelas escadas, deve seguir qual caminho até a saída mais próxima?”

FIGURA 61 - IMAGEM DA QUESTÃO 11 - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

As opções de resposta para essa questão, apresentam diferentes caminhos até as saídas representadas:

- Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor e acessando a saída mais à frente à direita.
- Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor e acessando a saída mais à frente à esquerda.
- Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor seguindo em frente pelo meio do corredor até chegar ao final na saída.

O questionário de finalização teve como objetivo avaliar se na visão do participante, as formas auxiliaram na interpretação dos símbolos. Os participantes também foram questionados sobre a posição dos símbolos, com o objetivo de avaliar se a posição relativa ao ponto de referência foi um fator de decisão nas respostas apresentadas.

A questão 12, portanto, questionou se o tamanho dos símbolos influenciou na interpretação das formas, apresentando duas alternativas como possíveis respostas - *sim* e *não*. A questão 13 questionou se a posição dos símbolos ajuda a identificar claramente suas referências no espaço real. Neste caso, também foram apresentadas duas alternativas como possíveis respostas: *sim* e *não*.

6 RESULTADOS

O teste 1 e o teste 2 abrangeram grupos de 243 e 217 participantes, respectivamente. Para fins de confiabilidade os resultados foram analisados utilizando a Análise de Variância (ANOVA), que possibilita identificar se existe aderência nos dados analisados por meio de análises entre três ou mais grupos de uma mesma classe e, neste caso, é utilizado modelo ANOVA de fator único.

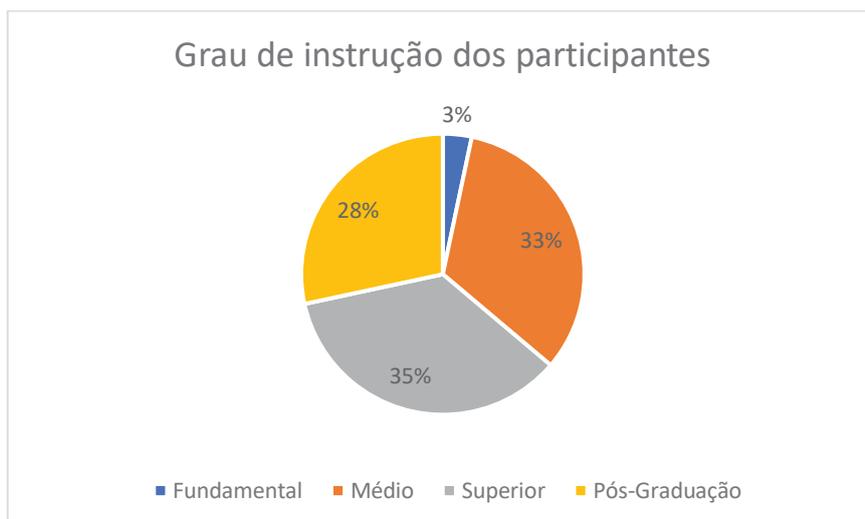
Para apresentação dos resultados, os mesmos seguirão a ordem conforme os testes realizados. A primeira parte se refere ao teste 1, em que serão apresentados e discutidos os resultados coletados na pesquisa sobre a variação no tamanho dos símbolos como taxonomia de dicas de profundidade. A segunda parte apresentará os resultados do teste 2 e suas análises para determinar a capacidade dos símbolos em transmitir informação espacial de modo que o participante tenha condições de interpretar e também de tomar decisões no processo de navegação dos espaços indoor no contexto da RA.

6.1 RESULTADOS DO TESTE 1

Com os resultados obtidos foi possível obter algumas tendências de percepção do dimensionamento dos símbolos. Os participantes da pesquisa foram caracterizados quanto ao seu nível de escolaridade, tipificados como fundamental, médio, superior e pós -graduação. Também foram caracterizados pela sua experiência com o uso de mapas, divididos em alto, para aqueles que declararam fazer uso diário de mapas; médio, uso moderado, algumas vezes na semana; baixo, uso esporádico.

Quanto ao nível de escolaridade, observou -se que dentre os 243 participantes do teste, 86 possuíam curso superior, o equivalente a 35%. A segunda maior parte da amostra é composta por 80 participantes que declararam possuir apenas o nível médio, o equivalente a 33% do total. Os participantes que declararam possuir pós-graduação totalizam 69 indivíduos, que equivalem a 28% do grupo amostral. Por fim, apenas 8 participantes declararam possuir apenas o ensino fundamental, totalizando 3% da amostra. O GRÁFICO 1 apresenta a distribuição dos participantes quanto ao grau de instrução.

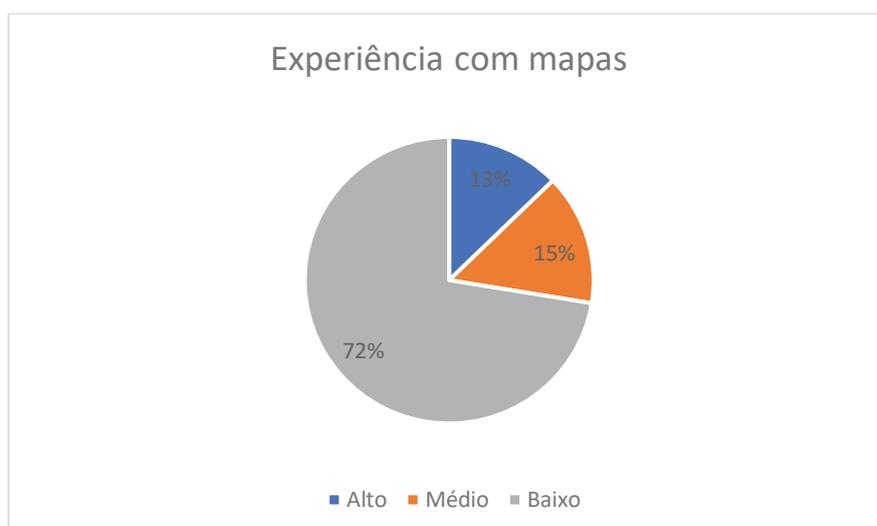
GRÁFICO 1 - GRAU DE INSTRUÇÃO DOS PARTICIPANTES



FONTE - O autor (2020).

Quanto a experiência no uso de mapas, 176 participantes declararam possuir baixa experiência no uso de mapas, com uso esporádico. Esse total equivale à maior parte do grupo amostral, totalizando 72% dos participantes. Uma parcela de 36 participantes declarou possuir nível médio de experiência, utilizando mapas algumas vezes na semana, o que equivale a 15% do total. O total de 31 participantes, que equivale a 13% do grupo, declarou possuir nível alto de experiência com mapas, com uso diário. O GRÁFICO 2 apresenta a distribuição dos participantes quanto à experiência no uso de mapas.

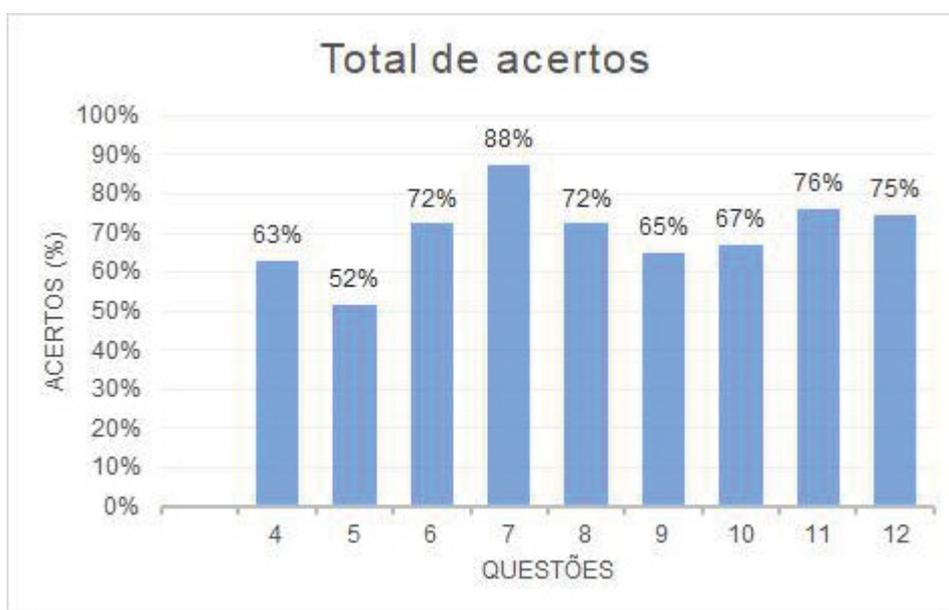
GRÁFICO 2 - EXPERIÊNCIA COM MAPAS



FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 3 representa percentual de acertos por questões para todos os participantes da pesquisa. As questões de número 4 até 12 representam o segundo questionário, em que o participante realizou a análise das imagens. São considerados acertos as respostas que corresponderam à expectativa demonstrada na hipótese da pesquisa, ou seja, símbolos maiores tendem a representar uma relação de proximidade, enquanto símbolos menores representam uma relação de distanciamento.

GRÁFICO 3 - TOTAL DE ACERTOS POR QUESTÃO.



FONTE - O autor (2020).

É possível observar que todas as questões apresentadas aos participantes tiveram total de acerto acima dos 50%. Observa-se também que 5 de 9 questões apresentadas, tiveram um percentual de acerto acima de 70%. No tópico seguinte as questões serão analisadas separadamente, quanto ao nível de instrução e a experiência com mapas.

6.1.1 Análise dos resultados das questões – teste 1

As questões de número 4 ao 12 contemplam o segundo questionário que avaliou a percepção da proximidade ou distanciamento com base no símbolo pictórico. Percebeu-se na análise dos resultados que o questionário apresentou uma limitação ao participante, pois a pergunta induziu o participante a avaliar e buscar o símbolo e não a feição na cena representada. A relação de proximidade

e distanciamento apresentada nestes resultados, portanto, está relacionada à disposição dos símbolos na cena e não ao ponto de referência a que se referem e que compõem o espaço real representado. Desta forma a análise dos resultados será feita considerando este aspecto, tendo como base o relacionamento entre os símbolos e as leis da Gestalt quanto ao tamanho relativo e a separação figura-fundo.

O QUADRO 8 apresenta a questão 4 e o seu percentual de acertos considerando o grau de instrução e a experiência com mapas. Observa-se no QUADRO 8 o cenário de contraste médio (QUADRO 6) com a presença de áreas demasiadamente claras nas janelas e outras escuras nas áreas de sombra e na porta. As alternativas, na forma como foram apresentadas induzem o participante a buscar um símbolo relacionado ao banheiro masculino e outro à escada e o tamanho relativo é discrepante entre os símbolos, atuando como taxonomia de pistas (KRAAK, 1988). O símbolo referente ao banheiro masculino possui a dimensão de xxhdpi enquanto a escada está em mdpi. Nesse sentido, é possível observar através do indicativo dado pelo resultado, que a diferença de tamanho entre os símbolos transmitiu a noção de profundidade.

QUADRO 8 - QUESTÃO 4 - TESTE 1

<i>Análise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?</i>	
Questão 4	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	75,0
Médio	58,8
Superior	66,3
Pós-Graduação	62,3
Questão 4	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	77%
Médio	69%
Baixo	59%



FONTE - O autor (2020).

Apesar do contraste médio, a maior diferença de tamanho entre os símbolos possibilitou obter o percentual médio de 63% de acertos. O QUADRO 8 apresenta a distribuição das características dos participantes que tiveram êxito ao perceber a relação de profundidade conforme o esperado. Destes, percebe-se que quanto ao grau de instrução, os participantes com ensino fundamental alcançaram maior percentual de acertos e, entre os participantes quanto ao nível de experiência com mapas, aqueles que declararam possuir alto nível tiveram maior êxito.

A questão 5 apresentou uma igualdade de tamanho entre os símbolos (QUADRO 9), ambos em hdpi, obtendo baixo percentual de acertos. Esse resultado está de acordo com o esperado, pois conforme afirmam Korpi e Ahonen -Rainio (2015), assim como Halik e Medyńska -Gulij (2016), é necessário que os símbolos possuam diferenças de tamanho para que a noção de profundidade possa ser percebida. No entanto, esse resultado também possui relação com o cenário, pois as sombras existentes no corredor não permitiram que se apresentasse um elevado contraste e a separação figura -fundo ficou comprometida.

QUADRO 9 - QUESTÃO 5 - TESTE 1

<i>Análise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?</i>	
Questão 5	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	50,0
Médio	48,8
Superior	52,3
Pós-Graduação	65,2
Questão 5	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	74%
Médio	64%
Baixo	45%



FONTE - O autor (2020).

A questão 5 possuiu um percentual médio de 52% de acertos, distribuídos de acordo com as tabelas apresentadas no QUADRO 9. Quanto ao grau de instrução, observa -se que neste caso o maior número de acertos foi dos participantes que declararam possuir pós-graduação, com 65%, já evidenciando uma disparidade em relação à questão anterior. Quanto ao nível de experiência com mapas, aqueles que declararam possuir o nível alto permaneceram em maior número, com 74% da quantidade de acertos.

A questão 6 (QUADRO 10) representa um elevado número de acertos, fato também relacionado à taxonomia de pistas (KRAAK, 1988) entre os símbolos, em que a saída é representada em xxhdpi e o elevador em mdpi. Além disso, deve -se relacionar também ao alto contraste do cenário proporcionando a separação FIGURA -fundo, permitindo ver as formas com maior facilidade e identificar as variações no tamanho dos símbolos.

QUADRO 10 -QUESTÃO 6 - TESTE1

Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?

Questão 6	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	75,0
Médio	75,0
Superior	75,6
Pós-Graduação	65,2

Questão 6	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	87%
Médio	81%
Baixo	68%



FONTE - O autor (2020).

Com percentual médio de 72%, a questão 6 possui a distribuição desse percentual representada no QUADRO 10. O percentual de acertos foi o mesmo para aqueles que declararam possuir ensino fundamental e médio, com um acréscimo de 0,6% para os participantes que declararam possuir ensino superior. Quanto ao nível de experiência com mapas, observa -se que os

participantes que declararam possuir alto nível mantêm o padrão das questões anteriores em que o maior percentual de acertos seguidos pelos participantes que declaram ter nível médio e baixo, respectivamente.

A questão 7 (QUADRO 11) apresenta o maior percentual de acertos dentre todas as questões. Neste caso, observa-se especificamente uma relação com o aumento do tamanho do símbolo e a sua posição no espaço representado. A rampa de acesso logo abaixo do desenho que o representa, o que pode ter desencadeado um processo de associação por semelhança. Conforme visto, a bagagem cultural do participante tem papel preponderante no reconhecimento e interpretação da forma (GERBER, 1981; KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015; MASSIRONI, 2015; MULLINS, 2014). O tamanho do símbolo o deixou mais evidente, ainda que representado no cenário 3, com maior incidência de sombras. Neste caso, a diferença de tamanho se dá entre símbolos em xxhdpi e mdpi. As formas dos símbolos representados e a sua posição em relação a rampa e no plano perpendicular, permitiram que os usuários tivessem maior número de acertos apontando a rampa como ponto de referência mais próximo nessa questão.

QUADRO 11 - QUESTÃO 7 - TESTE 1

<i>Análise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?</i>	
Questão 7	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	87,5
Médio	86,3
Superior	83,7
Pós-Graduação	94,2
Questão 7	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	90%
Médio	97%
Baixo	85%



FONTE - O autor (2020).

Neste caso, o percentual médio de 88% acertos foi obtido para essa questão. O maior percentual de acertos, segundo o grau de instrução, foi obtido pelos participantes que declararam possuir Pós-graduação, com 94,2%. Os acertos quanto ao nível de experiência, neste caso, são maiores para aqueles que declararam possuir nível médio, com 97%, seguidos dos participantes que declararam possuir nível alto e baixo, respectivamente.

A questão 8 (QUADRO 12) representa uma situação similar àquela apresentada na questão 6, com a diferença de que a variação de tamanho entre os símbolos está invertida em relação à anterior, demonstrando que não houve diferença na percepção nesse sentido. Os símbolos são representados em mdpi e xxhdpi, dispostos no cenário 1, com alto contraste. O percentual médio de 37,5% foi obtido pelos participantes que declararam possuir apenas o ensino fundamental, valor abaixo das médias dos participantes com nível médio, superior e pós-graduação. Esse resultado pode ser atribuído à análise das feições do espaço real pelos participantes, em detrimento dos símbolos dispostos na cena.

QUADRO 12 - QUESTÃO 8 - TESTE 1

Questão 8	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	37,5
Médio	75,0
Superior	72,1
Pós-Graduação	73,9

Questão 8	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	81%
Médio	92%
Baixo	68%



FONTE - O autor (2020).

As questões 9, 10 e 11 tiveram uma variação crescente de acertos em cenários de contraste baixo, médio e alto, respectivamente. Como dito anteriormente, a relação figura-fundo tem fator preponderante na interpretação

dos símbolos. O que pode ter sinalizado também um aprendizado dado pela experiência nas respostas anteriores. Na questão 9 (QUADRO 13) os símbolos possuem igualdade de tamanho, ambos em hdpi.

QUADRO 13 - QUESTÃO 9 - TESTE 1

<i>Análise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?</i>	
Questão 9	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	37,5
Médio	60,0
Superior	67,4
Pós-Graduação	71,0
Questão 9	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	87%
Médio	75%
Baixo	59%



FONTE - O autor (2020).

A questão 9 possuiu o percentual médio de 65% de acertos, indicando a dificuldade dos participantes em perceber a relação de proximidade ou distanciamento, devido a igualdade de tamanho entre os símbolos (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2015; HALIK; MEDYŃSKA -GULIJ, 2016). A maior parte dos acertos, 71%, foram dos participantes que declararam possuir pós-graduação. Quanto ao nível de experiência com mapas, o padrão predominante até então permaneceu com os maiores percentuais de acertos para aqueles que possuem nível alto, médio e baixo, respectivamente. A dificuldade em perceber as relações de proximidade estão mais evidentes no percentual médio de 37,5% obtido pelos participantes que declararam possuir como grau de instrução apenas o ensino fundamental. Esse resultado reflete, outra vez, a análise da feição do espaço real representado em detrimento do símbolo pictórico.

Na questão 10 (QUADRO 14) a taxonomia de pistas é representada pelo tamanho discrepante dos símbolos em mdpi e xxhdp. O cenário 3 possui muitas

sombras, prejudicando a separação figura-fundo. A questão obteve um percentual médio de 67% de acertos do total de participantes.

QUADRO 14 - QUESTÃO 10 - TESTE 1

Análise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?

Questão 10	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	87,5
Médio	65,0
Superior	67,4
Pós-Graduação	66,7

Questão 10	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	90%
Médio	78%
Baixo	61%



FONTE - O autor (2020).

A quantidade de acertos pelo grau de instrução é maior para aqueles que declararam possuir o ensino fundamental apenas. Os acertos pelo nível de experiência com mapas ainda são entre aqueles que declararam possuir alto nível, seguidos dos participantes que declararam possuir médio e baixo nível, respectivamente.

No QUADRO 15 é possível observar as respostas para a questão 11, em que os símbolos apresentavam no cenário 1, igualdade de tamanho. Ambos estão representados em hdpi e em um cenário que preserva a separação figura-fundo. Essa questão possuiu o percentual médio de 76% de acertos para o total de participantes.

QUADRO 15 - QUESTÃO 11 - TESTE 1

Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?

Questão 11	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	87,5
Médio	63,8
Superior	83,8
Pós-Graduação	79,7



Questão 11	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	94%
Médio	75%
Baixo	73%

FONTE - O autor (2020).

Os participantes com grau de instrução fundamental correspondem a 87,5% dos acertos. Quanto ao nível de experiência, com 94% de acertos aqueles que declararam ter alto nível permanecem acertando mais, enquanto os níveis médio e baixo seguem respectivamente abaixo. Observa-se que as respostas sobre uma representação com elevado nível de contraste tiveram maior percentual de acertos, entretanto, aqueles dispostos sobre uma imagem com baixo nível de contraste tiveram menor quantidade de acertos.

Por fim, a questão 12 (QUADRO 16) apresentou o percentual médio de 75% de acertos, com símbolos dispostos em xxh dpi e mdpi. O resultado indica que os participantes não tiveram dificuldades em interpretar a diferença de tamanho como uma relação de profundidade.

QUADRO 16 - QUESTÃO 12 - TESTE 1

Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo?

Questão 12	
Grau de instrução	Acertos (%)
Fundamental	87,5
Médio	78,8
Superior	72,1
Pós-Graduação	72,5



Questão 12	
Nível de experiência com mapas	Acertos (%)
Alto	87%
Médio	86%
Baixo	70%

FONTE - O autor (2020).

A imagem que teve menos acertos refere-se à questão 5, representada pelo cenário 3 com um contraste baixo entre os símbolos e o fundo, apresentando dois símbolos de mesmo tamanho, totalizando 52% (FIGURA 46). Por outro lado, a imagem que obteve a maior parte dos acertos, totalizando 88% das respostas certas, representou o mesmo cenário 3, na questão 7, mas apresentando maior discrepâncias entre os símbolos representados (FIGURA 48). As questões 4, 9 e 10 (FIGURA 45, 50 e 51), representadas no GRÁFICO, apresentam acertos de 63%, 65% e 67% respectivamente. As questões 4 e 9 referem -se a um cenário de contraste médio apresentando símbolos de tamanhos diferentes no primeiro e igualdade na questão 9. As questões 6, 8, 11 e 12, tiveram com o percentual de acerto 72%, 72%, 76% e 75%.

As questões 6, 8 e 11 apresentam grande número de acertos nas 3 possibilidades de símbolos em um cenário de alto contraste, enquanto a questão 12 apresenta os acertos em um cenário de contraste médio. Portanto, é possível observar com análise do percentual de acertos demonstrado no GRÁFICO que os percentuais de acertos acima de 70% têm relação também como a maior discrepância da dimensionalidade dos símbolos exceto na questão 11 em que os símbolos de mesmo tamanho foram corretamente interpretados pela maioria em um cenário de alto contraste, por não possuírem variações de distância entre

si. O QUADRO 17 apresenta a quantidade de acertos para cada cenário, considerando o tamanho dos símbolos representados.

QUADRO 17 - QUANTIDADE DE ACERTOS POR TAMANHO DOS SÍMBOLOS REPRESENTADOS

Tamanho	Cenário1	Cenário 2	Cenário 3
xxhdpi - - mdpi	72%	75%	88%
hdpi - - hdpi	76%	65%	52%
mdpi - - xxhdpi	72%	63%	67%

FONTE - O autor (2020).

Os resultados exibidos no QUADRO 17, indicam que a maior parte dos acertos têm relação com o dimensionamento, separação figura -fundo e influência das características do espaço tipificadas nos cenários 1, 2 e 3. A visão perspectiva também é um fator que pode ter contribuído para os acertos, pois o sistema egocêntrico, com a visão em primeira pessoa e a vista em perspectivava do espaço real, tende a diminuir a necessidade de abstração (DAPONTE et al., 2014), contribuindo para que desencadeie processos cognitivos entre o usuário e o mapa proporcionando entendimento do ambiente.

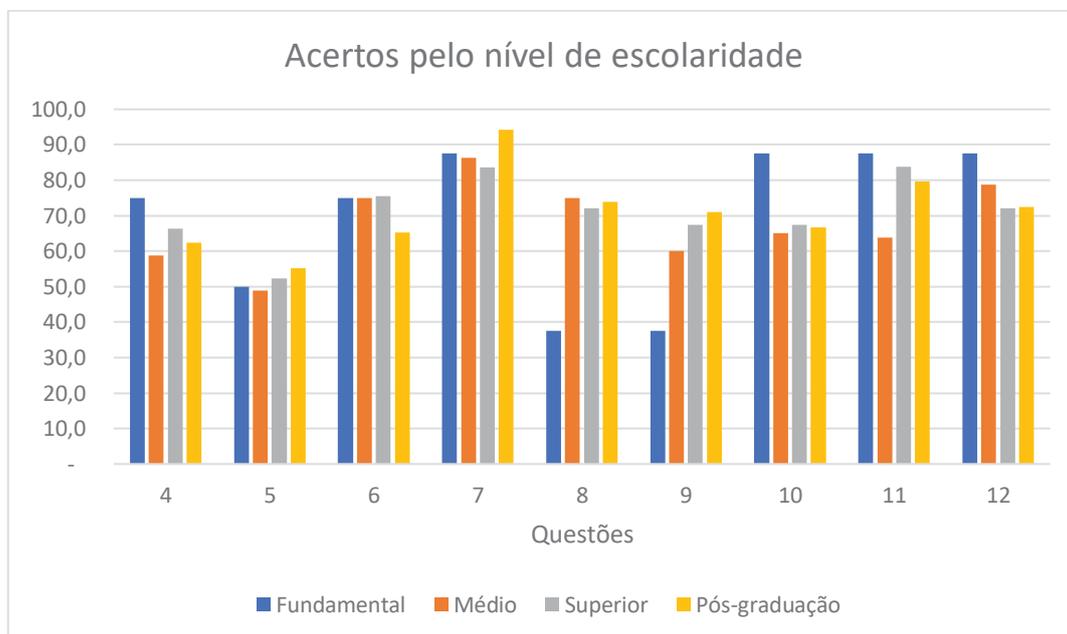
A variação percentual percebida entre os cenários indica que as condições do espaço influenciam no processo interpretativo. No cenário 1 que possuía alto contraste, os participantes mantiveram o percentual de acertos acima de 70% nas três possibilidades. No cenário 2, que apresenta condições moderadas, o percentual obtido acima de 70% ocorreu em apenas uma questão com 75% de acertos e apresentando diferença de tamanho entre os símbolos (xxhdpi e mdpi). No cenário 3 os participantes só obtiveram percentual acima de 70% em uma questão, em que os símbolos apresentaram diferença de tamanho entre xxhdpi e mdpi.

Esse resultado corrobora o trabalho realizado por Stanek e Friedmannova (2010), que apontava que símbolos pictóricos de mesmo tamanho ou com variações sutis nas suas dimensionalidades não teriam as suas variações percebidas com facilidade em RA. Esse fato também está relacionado às leis da Gestalt que ressalta a necessidade do contraste em relação à figura - fundo para que a interpretação do símbolo pictórico esteja correta.

Na análise das respostas com base no grau de escolaridade as respostas foram divididas entre as classes fundamental, médio, superior e pós-graduação. Como pode ser observado no GRÁFICO 4 e também no QUADRO 8 a 16, o total de acertos possui grande variação e alternância entre as classes.

A análise pelo nível de escolaridade separou os participantes em grupos distintos, conforme o nível de escolaridade, divididos em ensino fundamental, médio, superior e pós-graduação. Foi realizada uma análise preliminar dos dados GRÁFICO 2 e em seguida os mesmo foram submetidos ao ANOVA para avaliar a existência de diferença significativa entre as classes.

GRÁFICO 4 - ACERTOS PELO NÍVEL DE ESCOLARIDADE



FONTE - O autor (2020).

Os participantes que alegaram ter apenas ensino fundamental, possuíram maior número de acertos ao se depararem com imagens em que o nível de contraste entre o símbolo e a imagem de fundo era elevado, cenário que facilita a compreensão das formas e em que a discrepância entre o tamanho dos símbolos era maior. Aqueles que alegaram possuir o ensino médio tiveram comportamento similar, com exceção das imagens que apresentavam maior discrepância entre o tamanho dos símbolos em ambientes de médio e baixo contraste. Nessas duas situações, a quantidade de acertos desse grupo foi menor. Os participantes que possuíam ensino superior e pós-graduação, tiveram

comportamento similar em todo o teste, não apresentando grandes variações de acertos nas questões.

Foi realizada uma análise preliminar dos dados e em seguida os mesmo foram submetidos ao ANOVA para avaliar a existência de diferença significativa entre as classes. O QUADRO 18 apresenta o resultado do teste ANOVA realizado com estes grupos, considerando a escolaridade e a experiência com mapas. As questões que apresentam valor -p menores que a significância de 0,05, adotada, possuem diferenças significativas.

QUADRO 18 - ANOVA PARA ESCOLARIDADE - TESTE 1

Análise de Variância - Sig. 5%		
Escolaridade		
Questões	F	Valor -p
4	1,37	0,252
5	0,20	0,895
6	0,83	0,477
7	1,37	0,252
8	1,75	0,157
9	1,63	0,184
10	0,55	0,646
11	3,61	0,014
12	0,62	0,601

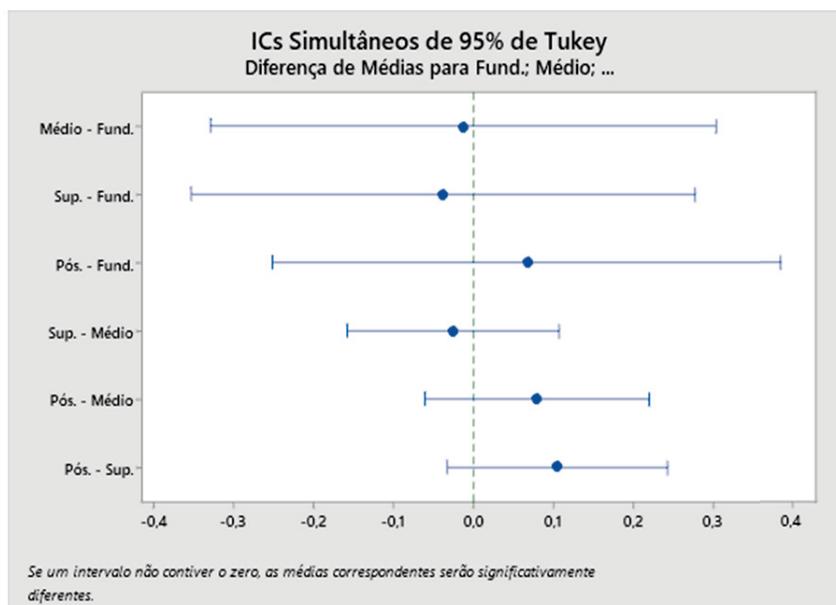
FONTE - O autor (2020)

É possível observar no QUADRO 18 que, na análise dos dados quanto ao grau de escolaridade, a questão 11 foi a única que apresentou valores significativamente diferentes. O teste de ANOVA identifica diferenças significativas, mas não indica em quais grupos as médias se diferenciam. Neste caso, foi necessário a realização de um teste a posteriori para identificar quais grupos possuíam tais diferenças, foi realizado, então, o teste de Tukey.

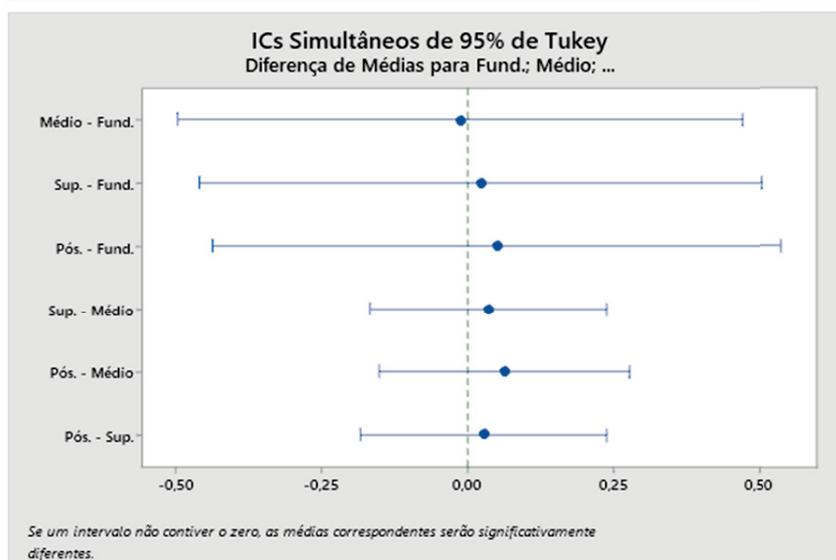
O teste Tukey foi escolhido por ser um método de comparação de médias que possui rigorosidade elevada (SILVA; SEIXAS, 2017). O teste se baseia na diferença mínima significativa (DMS) da amplitude total do intervalo (SILVA; SEIXAS, 2017). A aplicação do teste ocorreu a partir do software estatístico Minitab, desenvolvido pela Universidade Estadual da Pensilvânia. O Minitab realiza análises como o ANOVA e o teste tukey automaticamente, fornecendo dados tabulares e gráficos para análise dos resultados obtidos (GRÁFICO 5, 6 e 7).

GRÁFICO 5 - TESTE TUKEY PARA ESCOLARIDADE - 4, 5 E 6 DO TESTE 1

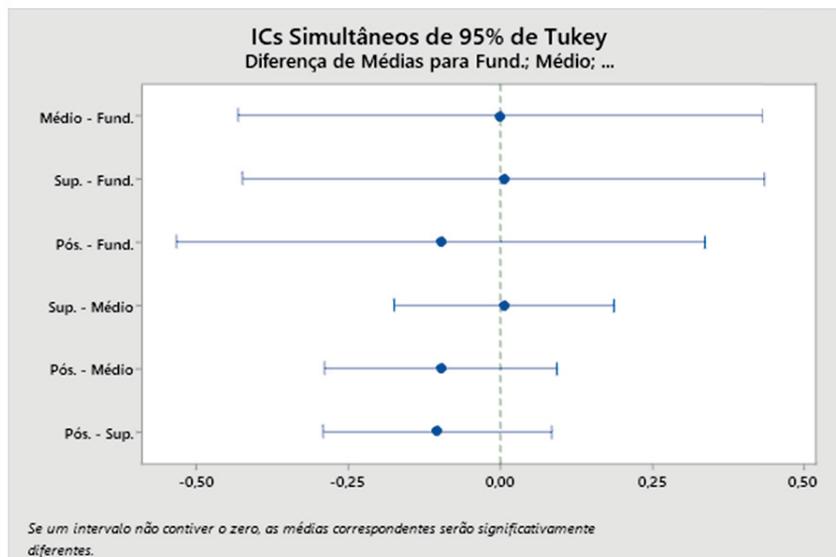
Questão 4



Questão 5



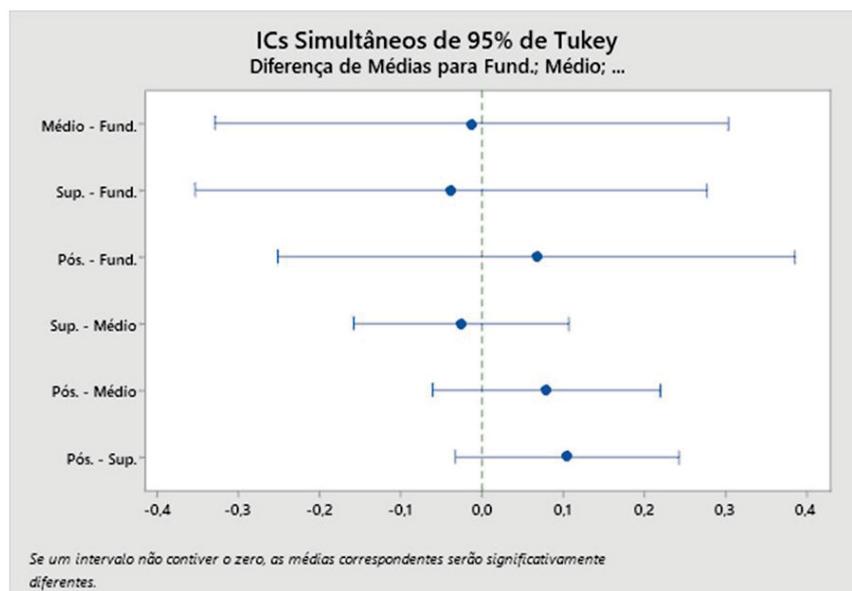
Questão 6



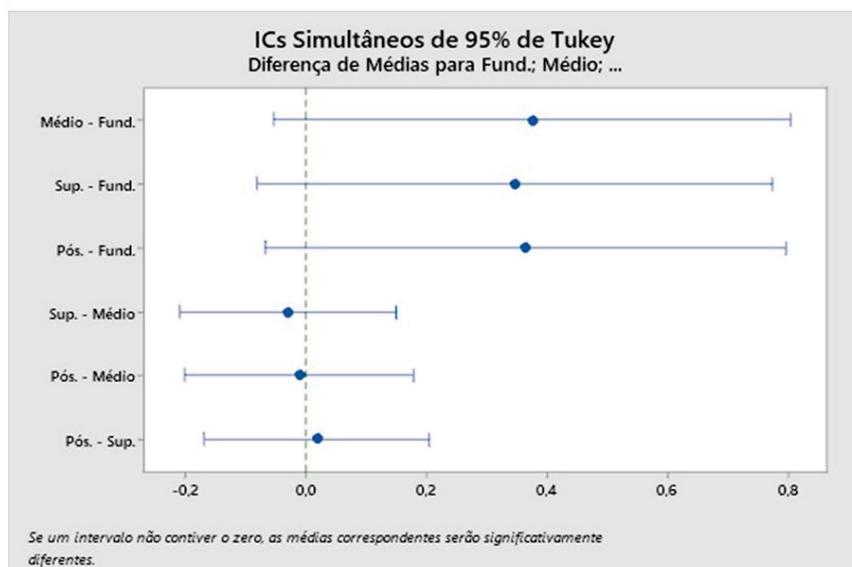
FONTE - O autor (2020).

GRÁFICO 6 - TESTE TUKEY PARA ESCOLARIDADE - 7, 8 E 9 DO TESTE 1

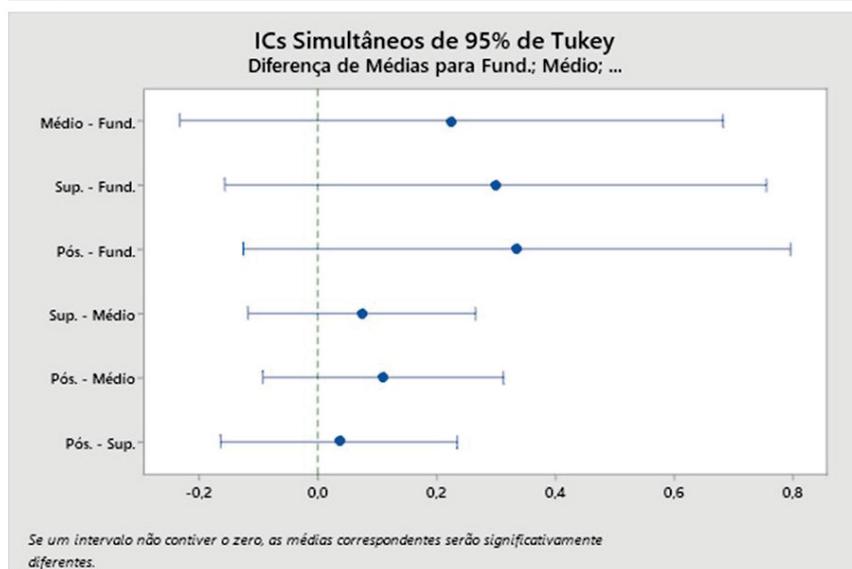
Questão 7



Questão 8



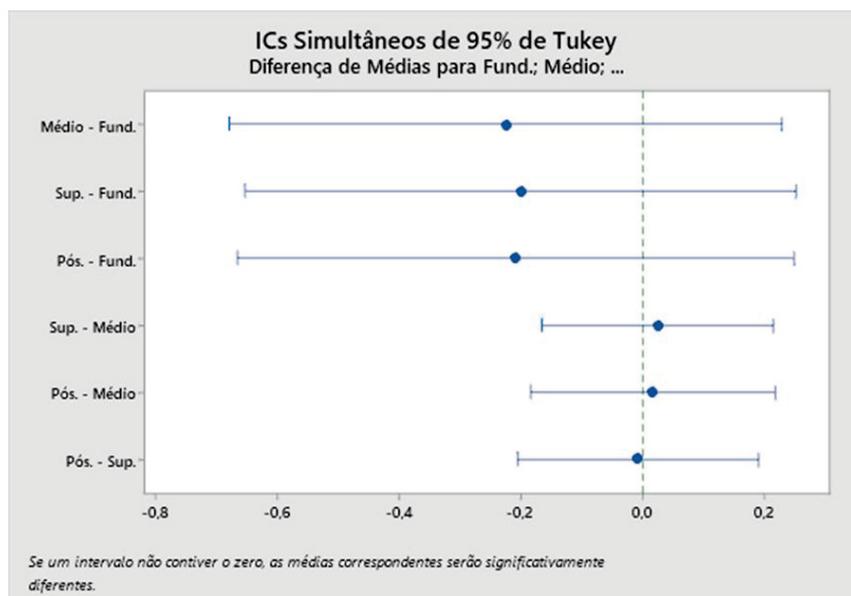
Questão 9



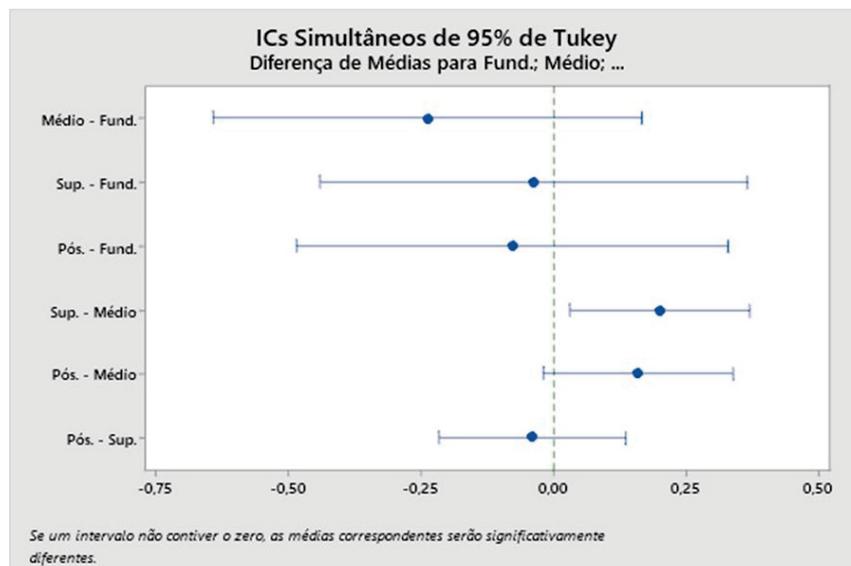
FONTE - O autor (2020).

GRÁFICO 7 - TESTE TUKEY PARA ESCOLARIDADE - 10, 11 E 12 DO TESTE 1

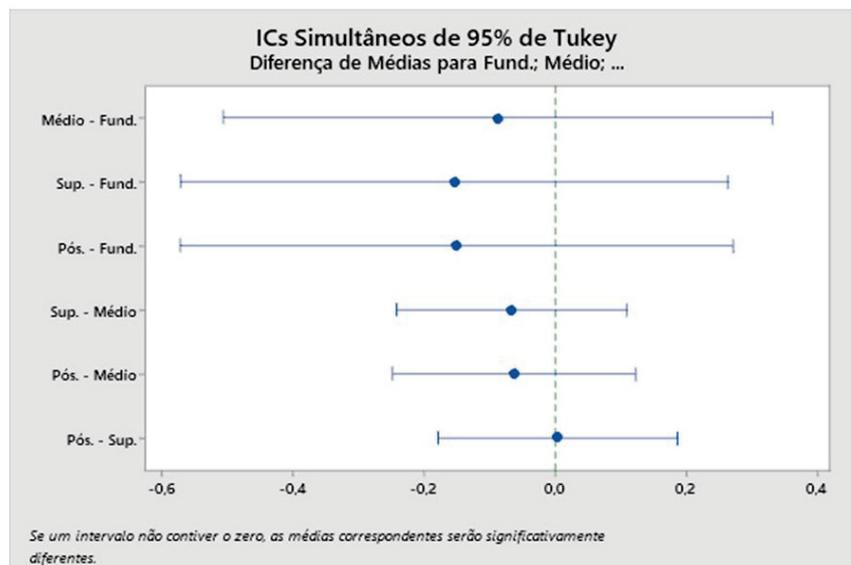
Questão 10



Questão 11



Questão 12



FONTE - O autor (2020).

Observou -se que os participantes que alegaram possuir nível superior e aqueles que possuíam nível médio, foram os grupos com maior diferença, com 83,8% e 63,8% respectivamente. Neste caso específico, refere -se ao cenário com alto contraste e igualdade de tamanho dos símbolos conforme havia apontado Stanek e Friedmannova (2010).

Também foram avaliados a quantidade de acertos por possuir ou não experiência com mapas e também pelo nível de experiência com mapas. Os participantes que alegaram possuir experiência no uso de mapas tiveram quantidade de acertos acima de 60% nas questões enquanto aqueles que afirmaram não possuir experiência no uso de mapas possuíram uma variação a partir de 35% de acertos (GRÁFICO 8).

GRÁFICO 8 - TOTAL DE ACERTOS QUANTO A EXPERIÊNCIA COM MAPAS - TESTE 1

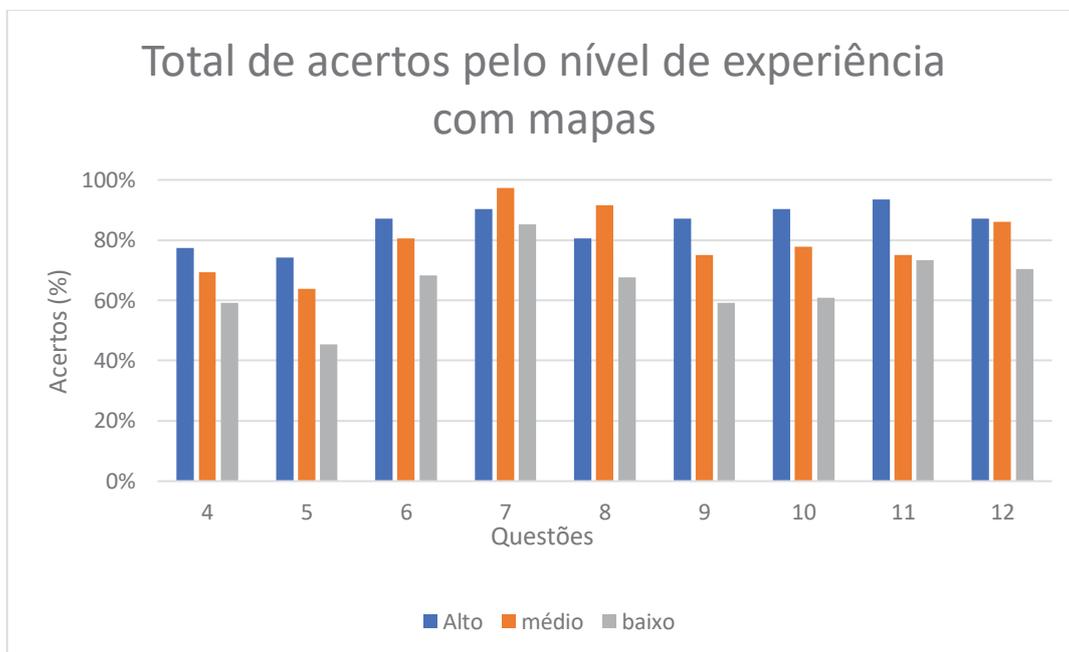


FONTE - O autor (2020).

O total de acertos pelo nível de experiência com mapas é dividido em alto, médio e baixo. O GRÁFICO 9 apresenta uma resposta equilibrada entre a experiência alta e média no uso dos mapas. Nas questões 7 e 8, o nível médio de uso apresenta comportamento decrescente no GRÁFICO, apresentando cenários de contraste alto e baixo, respectivamente. Os participantes que afirmaram possuir baixo nível de experiência com mapas, tiveram também menor

percentual de acertos atingindo o valor mínimo de 45% na questão 5, como pode ser visto no GRÁFICO 9.

GRÁFICO 9 - ACERTOS COM BASE NA EXPERIÊNCIA COM MAPAS PARA O TESTE 1



FONTE - O autor (2020).

Os valores mais altos representados no GRÁFICO 9 pertencem aos grupos que alegaram ser usuários de mapas de médio e alto nível. É possível observar que no GRÁFICO 3 a quantidade de acertos dos usuários com alto e médio nível, é maior se comparada com os usuários caracterizados com nível baixo de uso. Isso corrobora os aspectos estudados por Ooms et al. (2015), que já demonstravam a tendência nesse sentido.

O QUADRO 19 apresenta os valores da análise com base no ANOVA para a quantidade de acertos pelo nível de experiência com mapas. Pode -se perceber que, apenas nas questões 4 e 7 os valores não ficam abaixo do nível de significância de 5%, ou seja, 0,05.

QUADRO 19 - ANOVA PARA O NÍVEL DE EXPERIÊNCIA COM MAPAS

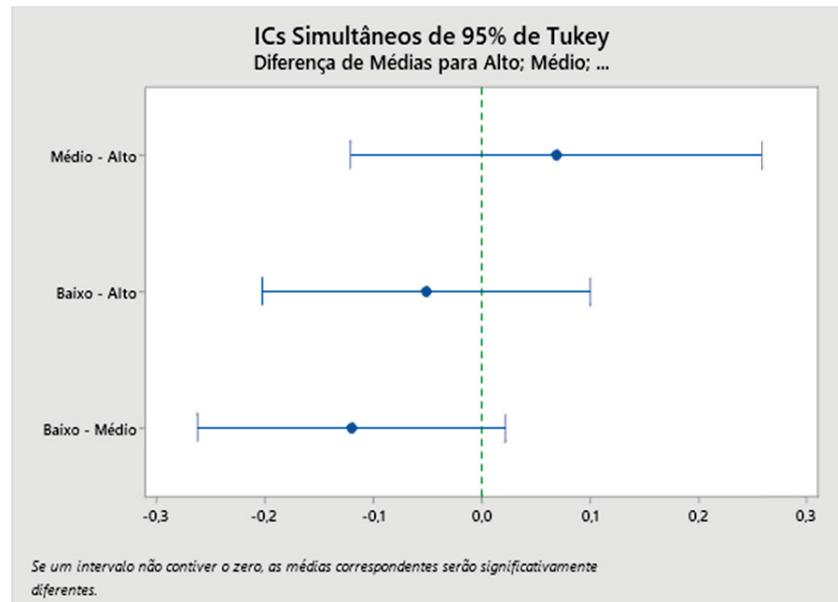
Análise de Variância - Sig. 5%		
Uso de mapas		
Questões	F	Valor -p
4	2,11	0,123
5	5,78	0,004
6	3,10	0,047
7	2,11	0,123
8	4,67	0,010
9	5,66	0,004
10	6,56	0,002
11	3,03	0,050
12	3,41	0,035

FONTE - O autor (2020).

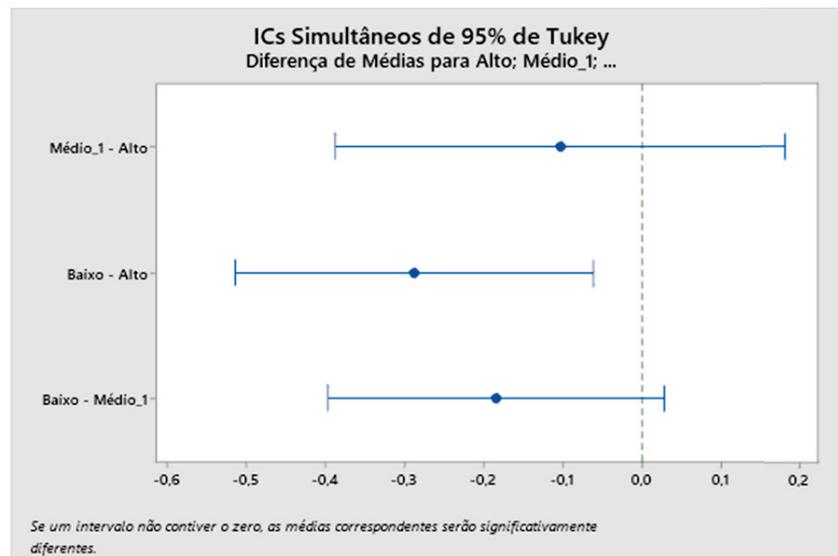
Dessa forma, também foi aplicado o teste Tukey para avaliar onde encontram -se as diferenças significativas entre as classes (GRÁFICO 10, 11 e 12). Observou -se que as maiores variações ocorrem entre os participantes que declararam possuir baixo nível de uso de mapas e aqueles que declararam possuir um alto nível de uso. Desta forma, é possível observar que a experiência no uso de mapas aparece como elemento significativo na interpretação.

GRÁFICO 10 - TESTE TUKEY PARA EXPERIÊNCIA COM MAPAS – 4, 5 E 6 DO TESTE 1

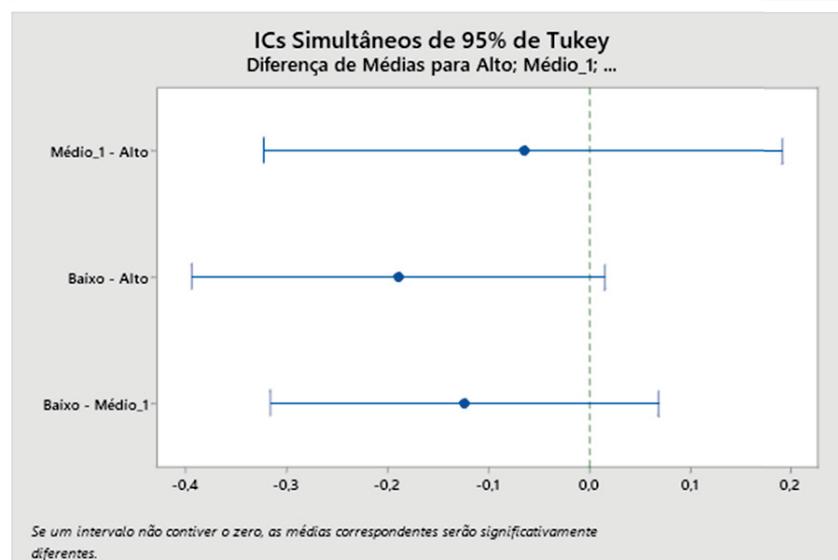
Questão 4



Questão 5



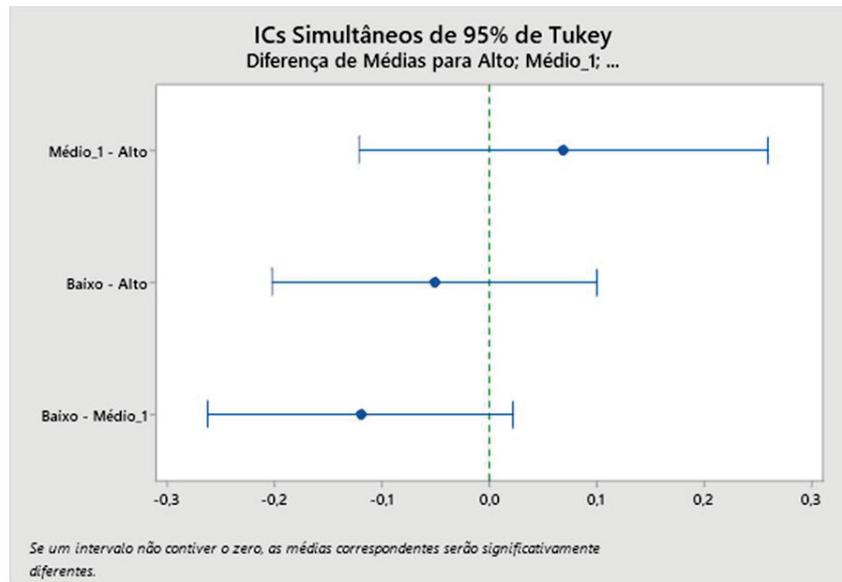
Questão 6



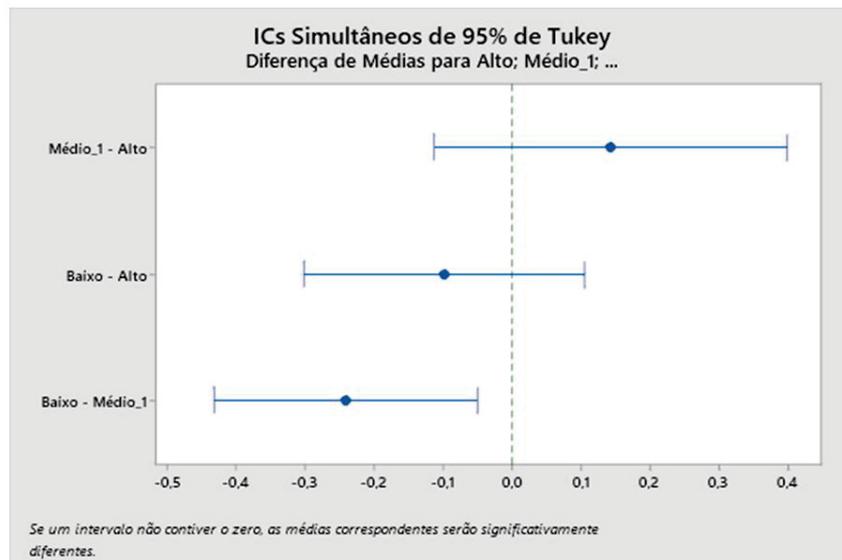
FONTE - O autor (2020).

GRÁFICO 11 - TESTE TUKEY PARA EXPERIÊNCIA COM MAPAS – 7, 8 E 9 DO TESTE 1

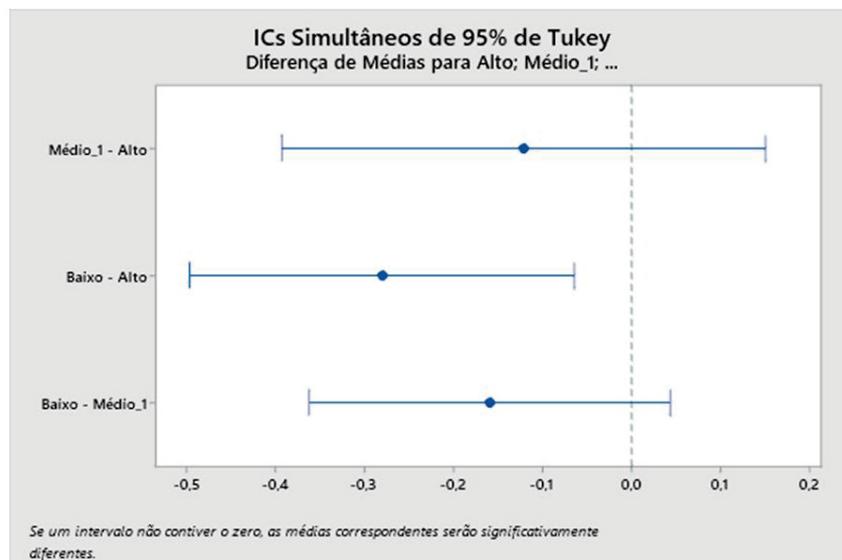
Questão 7



Questão 8



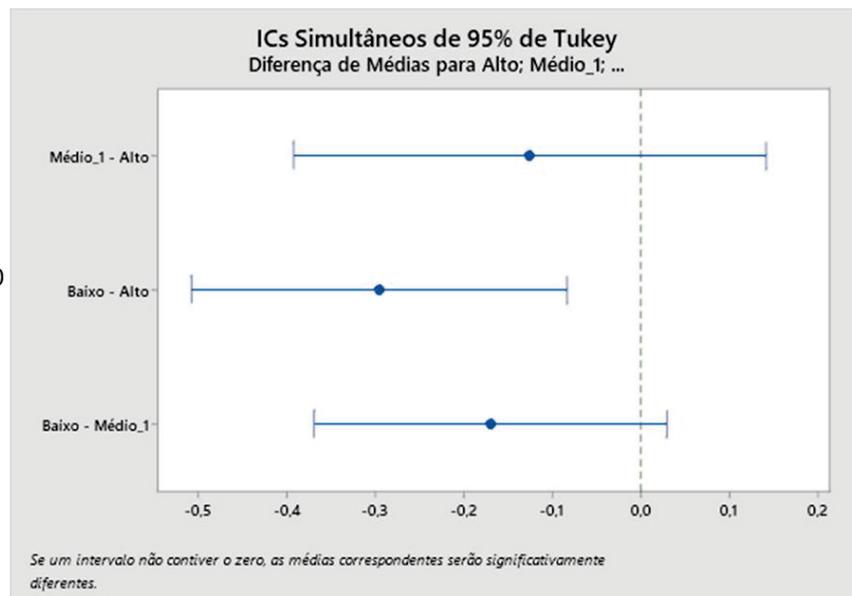
Questão 9



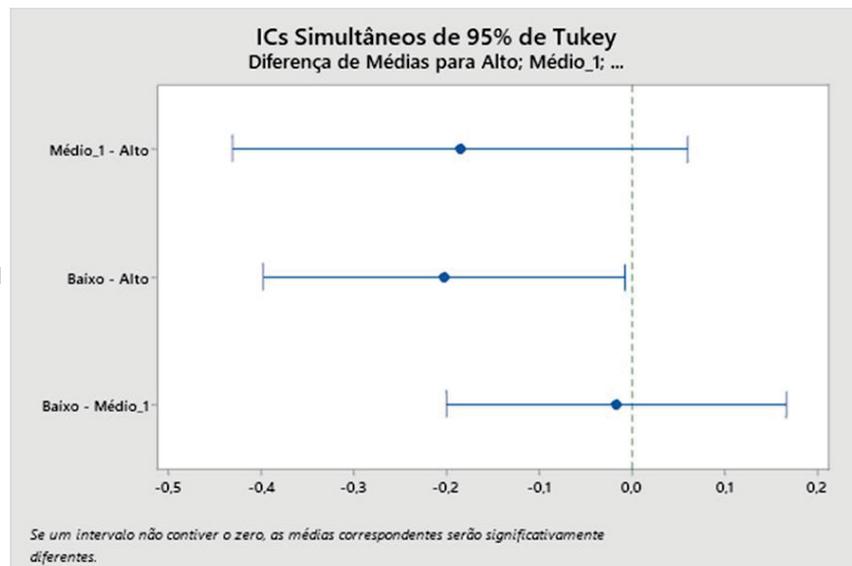
FONTE - O autor (2020).

GRÁFICO 12 -TESTE TUKEY PARA EXPERIÊNCIA COM MAPAS – 10, 11 E 12 DO TESTE 1

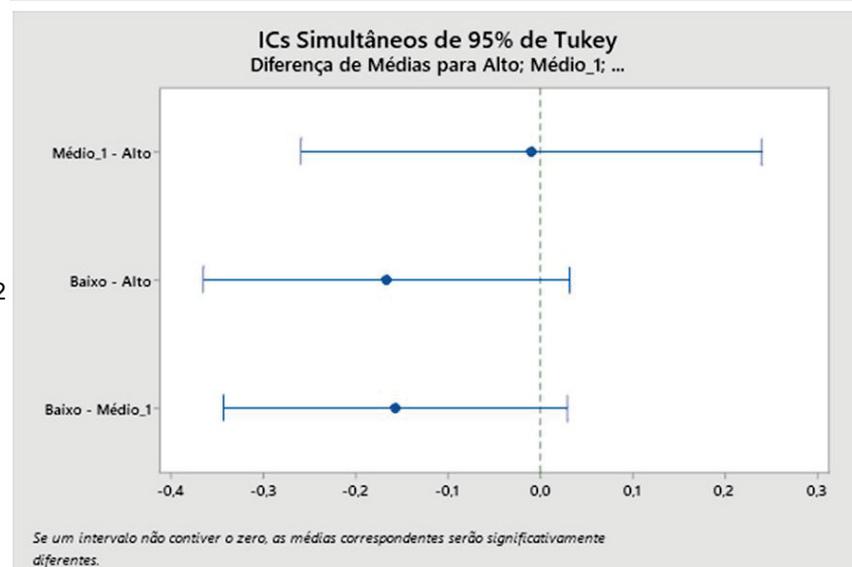
Questão 10



Questão 11



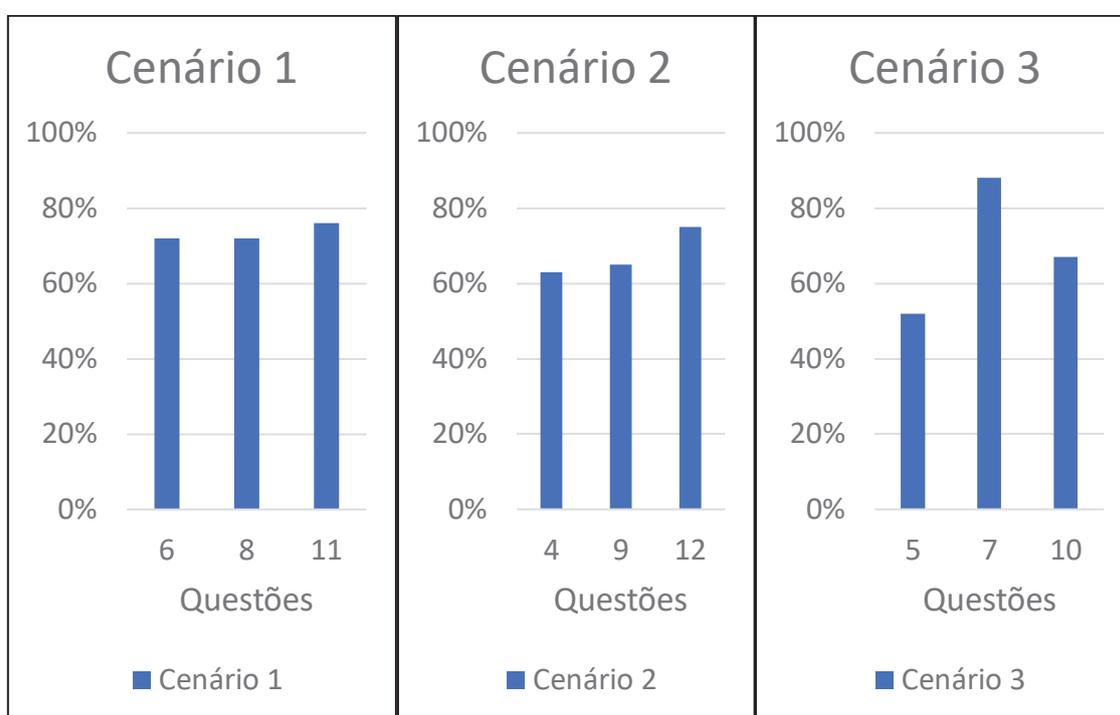
Questão 12



FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 13 apresenta o percentual médio de acertos em cada cenário para as respectivas questões. No cenário 1 de maior contraste, que abrange as questões 6,8 e 11, as respostas correspondentes ao esperado variam entre 72% e 76%. No cenário 2 com contraste médio e a presença de sombras, abrangendo as questões 4, 9 e 12, com o percentual de acerto entre 63%, 65% e 75%. O cenário 3 possui baixo contraste com maior presença de sombras, abrange as questões 5, 7 e 10 e possui maior discrepância de acertos entre estes, com valores de 52%, 88% e 57, respectivamente.

GRÁFICO 13 - TOTAL DE ACERTOS EM CADA CENÁRIO



FONTE - O autor (2020).

O cenário 1 possui maior quantidade de acertos e maior regularidade entre as questões observadas. Os cenários com contraste alto entre os elementos do espaço representado e os símbolos, são determinantes na noção de distanciamento, ainda que os símbolos apresentem elevada discrepância de tamanho. Halik (2012) e Halik e Medyńska -Gulij (2016) haviam desenvolvido estudos semelhantes com símbolos semitransparentes e em diferentes representações de fundo. Os autores chegaram à conclusão semelhante a que se observa no teste realizado, desta vez com total transparência de fundo dos símbolos e ausência de transparência nas formas características destes além do

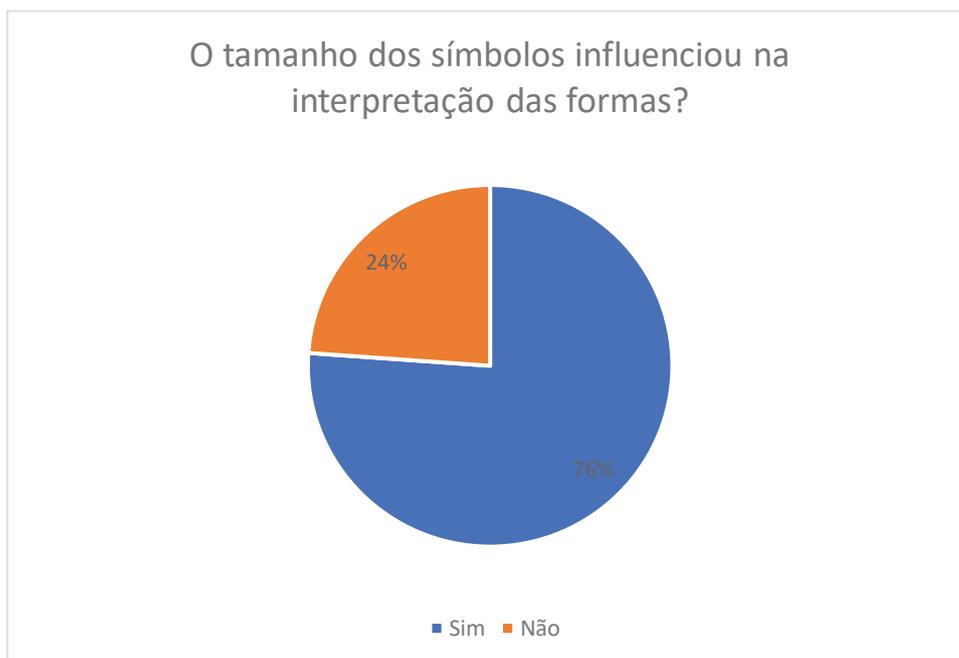
contexto do espaço indoor representado. No GRÁFICO 9 observa -se essa influência também nos espaços indoor, tendo o cenário 1 com maior quantidade de acertos e regularidade em suas questões, em relação aos cenários 2 e 3.

Símbolos de mesmo tamanho tendem a confundir na compreensão da profundidade, em quase todos os cenários, os conjuntos de símbolos com o mesmo tamanho apresentaram problemas na sua identificação corroborando a hipótese de Stanek e Friedmannova (2010), que indicaram essa possibilidade para ambientes externos sem, contudo, realizar testes para validação. Mais uma vez o contexto representado possui diferenças substanciais em relação aos trabalhos citados, por possuir características de iluminação diferentes do que se encontra em espaços externos.

Os espaços com iluminação moderada e, por esse motivo, considerados com contraste médio com a simbologia, apresentaram melhores resultados com símbolos com maior discrepância de tamanho, obtendo maiores erros de identificação quando os símbolos estavam posicionados perto de sombras do espaço. Por outro lado, os espaços com alto contraste possuíram bons resultados na determinação da distância entre os símbolos em todas as situações. Observou -se, contudo, que a maior parte dos participantes conseguiu identificar os símbolos mais próximos e mais distantes de si.

O GRÁFICO 14 apresenta os dados referentes à primeira questão do questionário de finalização. O gráfico apresenta o percentual da influência do tamanho dos símbolos para a interpretação das formas, segundo os participantes. Indicando que para a maior parte dos participantes, o tamanho dos símbolos é fator preponderante para melhor identificação das formas.

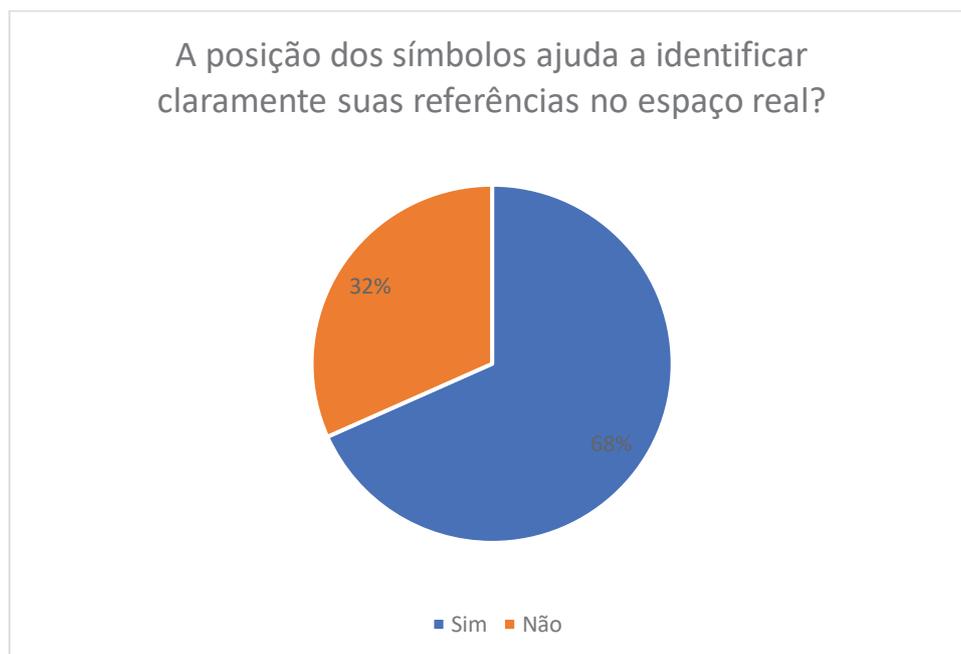
GRÁFICO 14 - GRÁFICO DE FINALIZAÇÃO DO TESTE 1 – QUESTÃO 13



FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 15 apresenta o percentual da influência, segundo os participantes, da posição relativa da simbologia no espaço representado. Pode-se observar que segundo os participantes a posição dos símbolos próximos da referência real a que representa, é um fator que auxilia na interpretação. Conforme indicado no capítulo 5, este dado corrobora a premissa básica da RA de apresentar informações digitais misturadas as informações do espaço real, de modo que às mesmas se complementam.

GRÁFICO 15 - FINALIZAÇÃO DO TESTE 1 - QUESTÃO 14



FONTE - O autor (2020).

É possível perceber no GRÁFICO 14 que a maior parte dos participantes, o equivalente a 76%, julgou que o tamanho dos símbolos tem influência no processo de identificação das formas. É um resultado corroborado pelos princípios da Gestalt que, neste caso, é determinado pela clareza das formas (Andrade, 2014). O GRÁFICO 15 demonstra que 68% dos participantes julgam que a posição do símbolo ajuda a identificar sua posição no espaço real. O percentual mais moderado está relacionado ao processo de conhecimento espacial que é dado pela própria simbologia na representação.

6.2 RESULTADOS DO TESTE 2

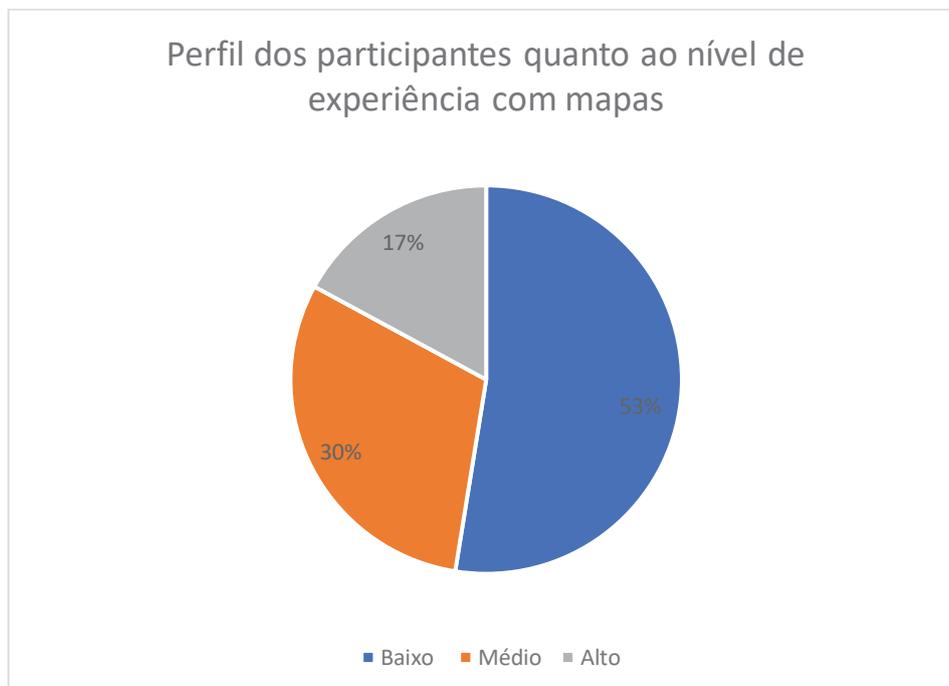
O teste 2, foi realizado com protocolo similar ao anterior e através de plataforma digital, buscando obter um grupo amostral abrangente, não havendo a necessidade de conhecer o espaço representado ou estar presente no local para a realização do teste.

Para caracterizar os participantes foi considerado apenas o nível de experiência com mapas, pois no teste 1 o nível de escolaridade pode ser desconsiderado por não fornecer diferença significativa. Por ser uma pesquisa anônima e que nenhum outro dado foi coletado, apenas a experiência com mapas será analisada junto às respostas fornecidas pelos participantes.

Conforme apresentado no Capítulo 5 as questões foram desenvolvidas com o objetivo de avaliar a percepção e o raciocínio espacial no processo de identificação e interpretação dos símbolos pictóricos é um espaço indoor com realidade aumentada simulada. O teste contou com 13 questões distribuídas da seguinte maneira, duas questões para caracterização da experiência do usuário com mapas, em seguida as questões numeradas de 3 a 11, contemplo o segundo questionário com as 9 situações distribuídas para o participante de maneira a avaliar os diferentes objetivos propostos. Por fim, duas questões de finalização fornecidas ao usuário para que este apontasse a sua percepção acerca do próprio teste.

Os 217 participantes do teste estão distribuídos quanto a sua experiência com mapas conforme apresenta o GRÁFICO 16. A maior parte dos participantes, o equivalente a 53%, declarou possuir um baixo nível de experiência enquanto 30% dos participantes está caracterizado no grupo de usuário nível médio de mapas, apenas 17% do todo está caracterizado como usuário de alto nível. Da mesma forma que o teste 1 foram utilizados os mesmos parâmetros para caracterização do nível de usuário de mapas para o teste final.

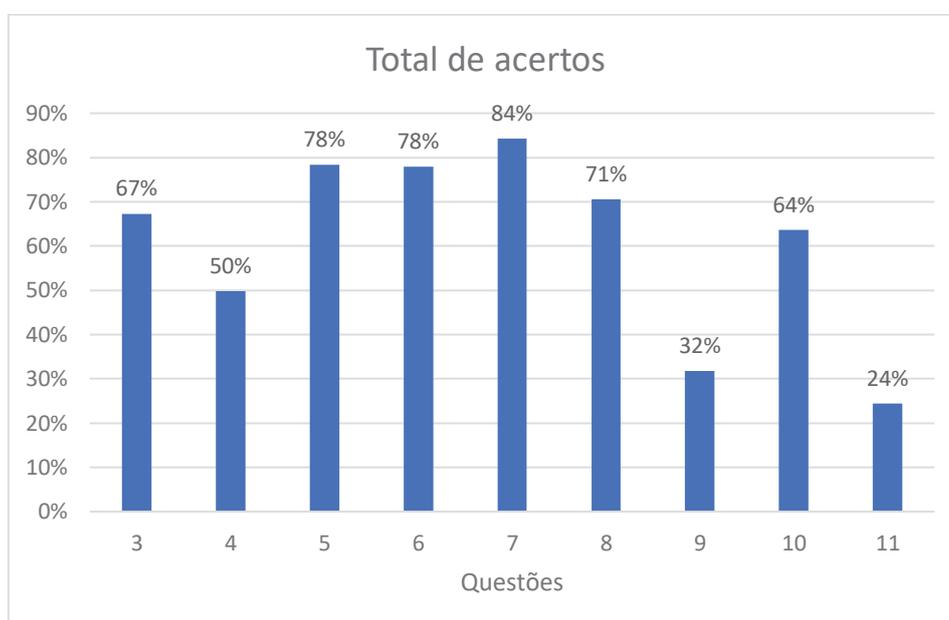
GRÁFICO 16 - PERFIL DOS USUÁRIOS DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

O total de acertos, que considera a expectativa de resposta dos participantes para cada questão, pode ser verificado no GRÁFICO 17. A análise preliminar a partir deste gráfico indica que os participantes demonstraram ter um comportamento moderado dentro da expectativa na questão de número 3 que, conforme visto no capítulo 5, tinha como objetivo avaliar a percepção dos símbolos representados na tela e a sua compreensão pelos participantes. A questão 4 apresenta uma queda geral número de acertos, abordando a questão de orientação a partir de um comando que não especifica um ponto de referência.

GRÁFICO 17 - TOTAL DE ACERTOS - TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

As questões 5 e 6 tiveram 78% do total de acertos dos participantes, ambas trabalharam questões referentes a comparação entre símbolos para avaliar questões de orientação e noção de distanciamento ou proximidade. A questão 7 que possui 84% dos acertos, trabalha o raciocínio espacial com baixo nível de dificuldade em uma representação de menor complexidade. Com o aumento do nível de dificuldade vê-se que o percentual de acertos caiu para 71% na questão 8 que também trabalha o raciocínio espacial no âmbito de uma representação mais complexa. A questão 9 apresenta dois aspectos em uma situação, em que o participante deveria trabalhar a percepção dos símbolos e

também o raciocínio espacial para poder executar a tarefa apresentada. Percebe-se que o aumento do nível de dificuldade o percentual de acerto cai para 32%.

As questões 10 e 11 apresentam 64% e 24% de acertos respectivamente, sendo a quantidade de acertos da questão 11 no total, a mais baixa identificada no teste. As questões trabalham com níveis de dificuldade distintos e abordam a tomada de decisão em que, com base em uma situação determinada o participante deveria ser capaz de decidir o melhor caminho entre aqueles apresentados para chegar a um destino, considerando o melhor caminho como o mais curto dentro de todos. Deste modo, a questão 11 apresentou o maior nível de dificuldade para os participantes, possuindo o menor índice de acertos. A seguir serão analisadas mais detalhadamente os resultados de cada questão. também foi realizada a ANOVA para analisar estatisticamente e validar os resultados aqui apresentados.

6.2.1 Análise dos resultados das questões – teste 2

Para melhor entender o comportamento dos participantes identificar respostas consistentes para os objetivos dessa pesquisa, foram realizadas análises distintas para cada questão do teste final. Tendo em vista as características a serem observadas nas questões, conforme explicitado na metodologia no capítulo 5, foram gerados gráficos que descrevem melhor o comportamento dos participantes dentro do contexto de cada questão. As questões serão analisadas de forma sequencial na mesma ordem em que foram apresentadas aos participantes da pesquisa, neste caso refere-se às questões relativas ao segundo questionário correspondente a análise das imagens e realização das tarefas.

A questão 3 foi a primeira da segunda parte do questionário e solicitava que os participantes identificassem na imagem apresentada os símbolos correspondentes aos pontos de referência ali existentes e representados. A imagem apresentada ao participante (QUADRO 20) possui três pontos de referência representados, sendo estes a biblioteca, rampa de acesso e escada.

QUADRO 20 - PERCEPÇÃO DE SÍMBOLOS - QUESTÃO 3

Questão 3:
Observe atentamente a imagem abaixo. Considerando as informações do espaço representado e a simbologia aplicada, marque abaixo os pontos de referência que consegue identificar.

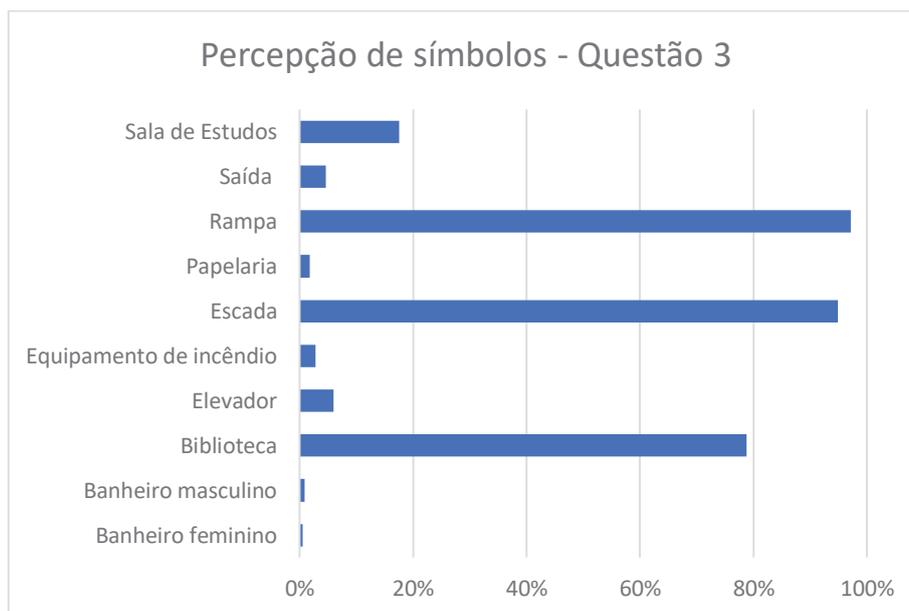
Pontos de referência	Respostas (%)
Banheiro feminino	0,50%
Banheiro masculino	0,90%
Biblioteca	78,80%
Elevador	6%
Equipamento de incêndio	2,80%
Escada	94,90%
Papelaria	1,80%
Rampa	97,20%
Saída	4,60%
Sala de Estudos	17,50%



FONTE - O autor (2020).

O participante era apresentado a uma questão que o orientava a marcar os pontos de referência que conseguia identificar. Neste teste os participantes não foram orientados a buscar pelos símbolos, no entanto, a expectativa para essa questão era que os símbolos pictóricos fossem capazes de orientar o olhar do participante para a direção correta e ajudá-lo a identificar o ponto de referência com base no reconhecimento da forma. A lista continha pontos de referência visíveis e não visíveis na representação e o QUADRO 20 apresenta o percentual de marcação para cada ponto de referência listado. No GRÁFICO 18 é possível observar o padrão de respostas dos participantes.

GRÁFICO 18 - PERCEPÇÃO DE SÍMBOLOS



FONTE - O autor (2020).

Dentre as opções apresentadas para que o participante indicasse os símbolos representados, é possível observar que muitos participantes identificaram pontos de referência que não estavam contemplados na simbologia e tampouco estavam representados na imagem. Esse fenômeno tem relação com o conhecimento prévio, de características culturais de cada participante (KORPI; AHONEN -RAINIO, 2010, 2015; WONG, 2001; MACEACHREN, 1995). Deve -se ressaltar que esta abordagem não se limita aos símbolos pictóricos exclusivamente, sendo também apresentada e caracterizada pelas feições do espaço real representado na imagem.

O processo de reconhecimento associativo, também ressaltado por Gerber (1981) explica o que levou a 18% dos participantes indicarem a sala de estudos como ponto de referência representado. Com exceção da rampa, escada e biblioteca, que foram os pontos de referência mais indicados, conforme o esperado, a sala de estudos possui um comportamento significativo dentre os restantes. Ainda que o teste não tenha tido um mecanismo para arguir o participante sobre o que o levou a marcar determinado ponto de referência, pode -se traçar uma relação do símbolo pictórico da biblioteca, representado por dois livros (QUADRO 20) que pode ter induzido o participante a concluir que se tratava de uma sala de estudos.

Pelos resultados obtidos e representados no GRÁFICO 14, a separação figura-fundo foi efetivada ocorrendo a distinção entre os elementos da forma e o contexto do espaço real representado. Os pontos de referência representados pelos símbolos pictóricos foram os mais indicados pelos participantes o que indica a facilidade de percepção do símbolo, aliado ao reconhecimento das feições e um contraste efetivo com a cena tornando os símbolos destacados.

O contraste é característica fundamental para identificação das formas dos símbolos pictóricos, por esse motivo Andrade (2014) afirma que símbolos pretos dispostos sobre um fundo branco são reconhecidos mais facilmente. Deste modo, é compreensível que a biblioteca seja o ponto de referência representado na imagem com menor número de acerto dentre as três possibilidades. Isso pode ser explicado pelo fato de o símbolo pictórico relativo à biblioteca estar posicionado sobre uma região com o nível de contraste mais baixo, o que pode ter dificultado a compreensão das formas e sua interpretação.

Na questão 4 os participantes deveriam marcar a opção que apresentava o caminho para acessar o piso inferior sem a indicação de informações referente aos pontos de referência representados, ou seja, sem nomeá-los especificamente no comando da questão. Além disso, também não foi informado que o mesmo se encontrava no pavimento superior, por considerar que a informação seria a lógica. O participante, portanto, deveria indicar o caminho dentre as possibilidades apresentadas, conforme pode ser visto no QUADRO 21.

QUADRO 21 - QUESTÃO 4 - TESTE 2

Questão 4:
Indique a direção que você deve seguir até o ponto de referência que lhe dará acesso ao pavimento inferior.

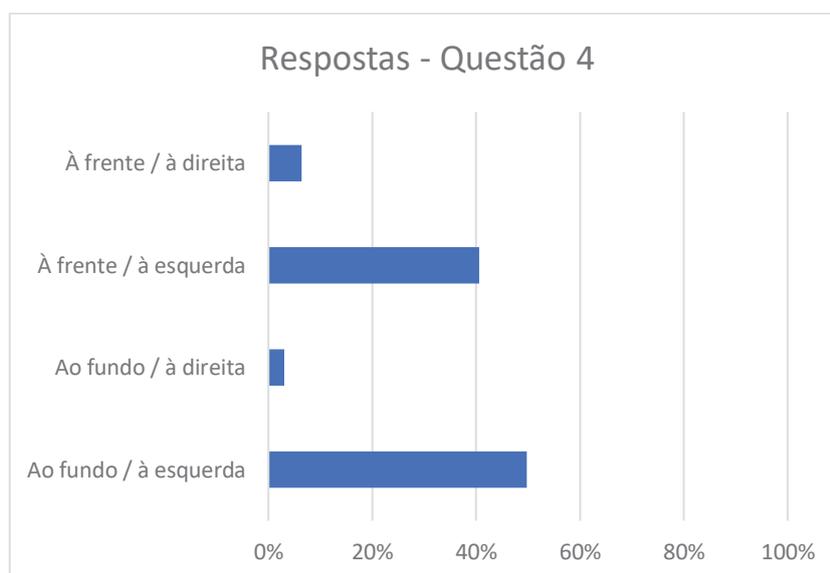
Opções de resposta	Respostas (%)
Ao fundo / à esquerda	49,80%
Ao fundo / à direita	3,20%
À frente / à esquerda	40,60%
À frente / à direita	6,50%



FONTE - O autor (2020).

Ainda que o teste apresentasse em seu início uma breve explicação acerca dos pontos próximos e distantes, os participantes tiveram dificuldade em identificar ou diferenciar termos como “à frente” e “ao fundo”, conforme pode ser visto nos percentuais de resposta do QUADRO 21. Apesar do exemplo apresentado no início do teste para facilitar o entendimento destes termos, fica evidente que ao marcarem “Ao fundo” ou “À frente” os participantes indicavam o símbolo pictórico da escada, essa hipótese é comprovada pelo complemento “à esquerda” que está presente nas duas alternativas. O GRÁFICO 19 apresenta o padrão de respostas concentrado nestas duas alternativas, mas deixa claro que a opção correta “Ao fundo / à esquerda” possui maior incidência.

GRÁFICO 19 - TOTAL DE ACERTOS QUESTÃO 4 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

A confusão aparente de alguns participantes está em consonância com que indicaram Zhou et al. (2017) em sua pesquisa. Segundo os autores, a orientação no espaço Indoor deve ser observada diferentemente do que ocorre no espaço exterior, em que os indicadores geográficos são substituídos por termos como “para frente” e “para trás”. Contudo, a pesquisa do autor apresenta termos incipientes para representar as diferentes possibilidades de orientação no espaço indoor, por esse motivo adotou -se para este teste expressões como “à frente”, “ao fundo”, “próximo”, “distante”, “direita” e “esquerda”. É possível, portanto, avaliar que os erros identificados podem estar relacionados à noção de

orientação assim como a percepção o distanciamento e a proximidade como abordado no teste 1 um relacionado ao tamanho do símbolo.

A questão 5 envolve a relação de proximidade e distanciamento além do reconhecimento de símbolos pictóricos baseado no conhecimento preexistente do participante (QUADRO 22). Nesse sentido, é retomado um aspecto ressaltado no teste1 em que o tamanho do símbolo e a relação espacial entre dois ou mais símbolos dispostos em um espaço representado, pode funcionar como dicas de profundidade para que usuário identifique uma relação de proximidade ou distanciamento (KUBÍČEK ET AL.,2017; LIU et al., 2017 e KRAAK, 1988).

QUADRO 22 - QUESTÃO 5 - TESTE 2

Questão 5:
Do seu ponto de vista, a papelaria está mais distante ou mais próxima que o elevador?

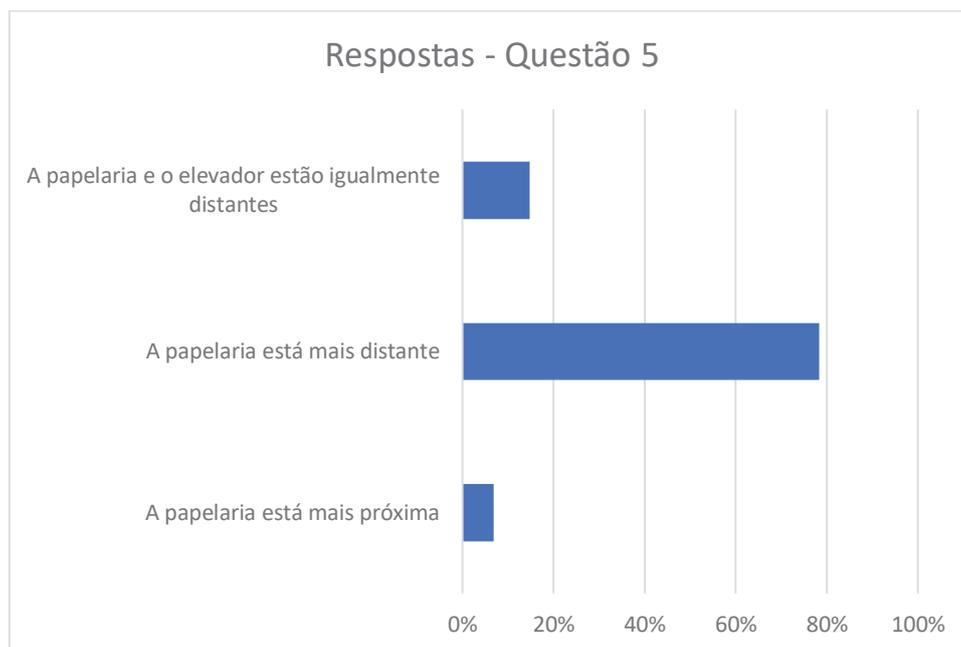
Opções de resposta	Respostas (%)
A papelaria está mais próxima	6,90%
A papelaria está mais distante	78,30%
A papelaria e o elevador estão igualmente distantes	14,70%



FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 20 apresenta a quantidade de acertos dos participantes para esta questão. A capacidade de identificar o símbolo e destacá-lo do todo (ANDRADE, 2014; SANTIL, 2008) também foi avaliada. De modo que, não apenas a identificação das feições do símbolo em relação ao outro seriam suficientes, mas também o reconhecimento das formas para identificar o símbolo referente a papelaria, indicado especificamente na questão.

GRÁFICO 20 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 5 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

As respostas demonstram que a maior parte dos participantes responderam conforme o esperado indicando o símbolo de menor tamanho e também reconhecendo e associando as formas ao conceito de papelaria. Neste caso, conforme os estudos realizados por Andrade (2014) e Santil (2008), vê-se as leis da Gestalt sendo aplicadas na discriminação do símbolo pictórico em relação ao todo e na sua identificação desencadeando o processo de cognitivos acerca de sua relação com o espaço.

Na questão 6 o participante deverá ser capaz de identificar uma posição no espaço buscando um ponto de referência específico. O objetivo é avaliar a capacidade de identificar a melhor descrição possível para posição no espaço de um ponto de referência especificado (QUADRO 23). Mais uma vez o conceito associado ao tamanho dos símbolos aplicados. Conforme aponta Schmidt (2012), símbolos com tamanhos distintos passam a sensação de planos perpendiculares.

QUADRO 23 - QUESTÃO 6 - TESTE 2

Questão 6:
Com relação aos pontos de referência representados, assinale a opção que melhor descreve a localização do banheiro feminino.

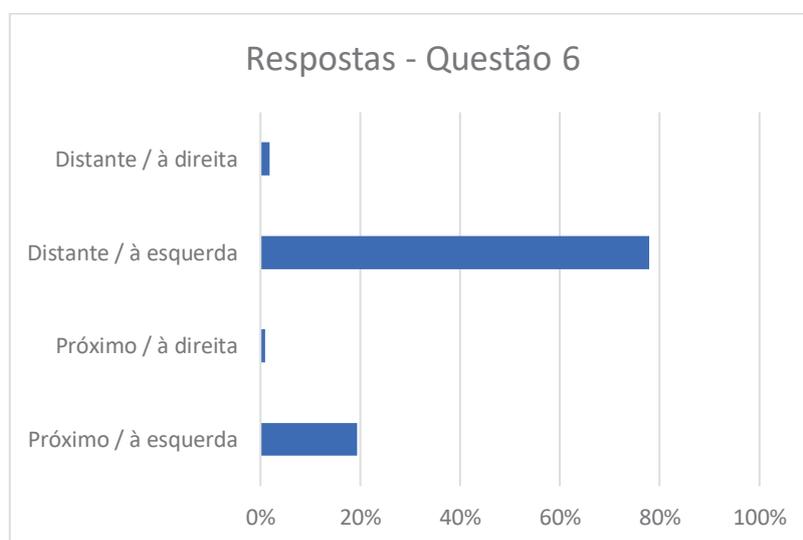
Opções de resposta	Respostas (%)
Próximo / à esquerda	19,40%
Próximo / à direita	0,90%
Distante / à esquerda	77,90%
Distante / à direita	1,80%



FONTE - O autor (2020).

A noção de orientação no espaço indoor também contribui para aumentar o nível de complexidade da tarefa do usuário. O GRÁFICO 21 apresenta os resultados obtidos pelos participantes nessa questão. A maioria dos participantes não teve dificuldades identificar a posição relativa do ponto de referência a imagem representada. Nota -se no QUADRO 23 que 19,40% não conseguiu compreender a relação de proximidade e distanciamento que era esperado.

GRÁFICO 21 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 6 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

Esse fenômeno também pode estar associado à representação do espaço real que, a partir da remoção de fundo dos símbolos pictóricos, fica mais perceptível. O símbolo em destaque se refere ao ponto de referência logo à frente, que é o equipamento de incêndio, o que pode ser observado por detrás do símbolo pictórico ao qual e se refere, facilitando assim o aprendizado do participante.

A questão 7 aborda questões relativas ao raciocínio espacial do participante, em que o mesmo deve identificar se o caminho estipulado é possível (QUADRO 24). Conforme os estudos realizados por HALIK e MEDYŃSKA -GULIJ (2016), os símbolos pictóricos relacionados a representação do espaço real têm a capacidade de proporcionar ao usuário elementos para que proceda com o raciocínio espacial. A questão 7 envolve apenas duas possibilidades de respostas, uma positiva e outra negativa, acerca do caminho especificado. O total de 84,30% dos participantes respondeu que “sim”, conforme o esperado para essa questão.

QUADRO 24 - QUESTÃO 7 - TESTE 2

Questão 7:
Você está no pavimento superior. Do seu ponto de vista, seria possível uma pessoa acessar o mesmo andar que você está pelas escadas e chegar à sala de estudos virando no próximo corredor à direita?

Respostas (%)	Respostas (%)
Sim	84,30%
Não	15,70%



FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 22 apresenta a quantidade de acertos para esta questão. É possível observar que é um número significativo de participante respondeu positivamente conforme o esperado. No entanto, ainda existe um grupo que teve

dificuldade de realizar o raciocínio, ainda que com elementos representativos como os símbolos pictóricos e a descrição do trajeto, pois conforme já especificado em itens anteriores, a descrição espacial no espaço indoor ainda é passível de causar problemas de orientação. A transparência total do fundo do símbolo demonstra um problema do pictograma relacionado à sala de estudos, possuindo baixo contraste.

GRÁFICO 22 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 7 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

Propondo maior nível de dificuldade, a questão 8 retoma o objetivo de identificação dos símbolos e a descrição da sua posição no espaço (QUADRO 25). Neste cenário, símbolos repetidos foram inseridos em tamanhos distintos e um símbolo com contraste inferior foi posicionado no sentido oposto, sempre respeitando a posição real dos pontos de referência. O QUADRO 25 apresenta a configuração dos símbolos na cena com o percentual de respostas para cada alternativa.

QUADRO 25 - QUESTÃO 8 - TESTE 2

Questão 8:
Indique a posição dos pontos de referência representados.

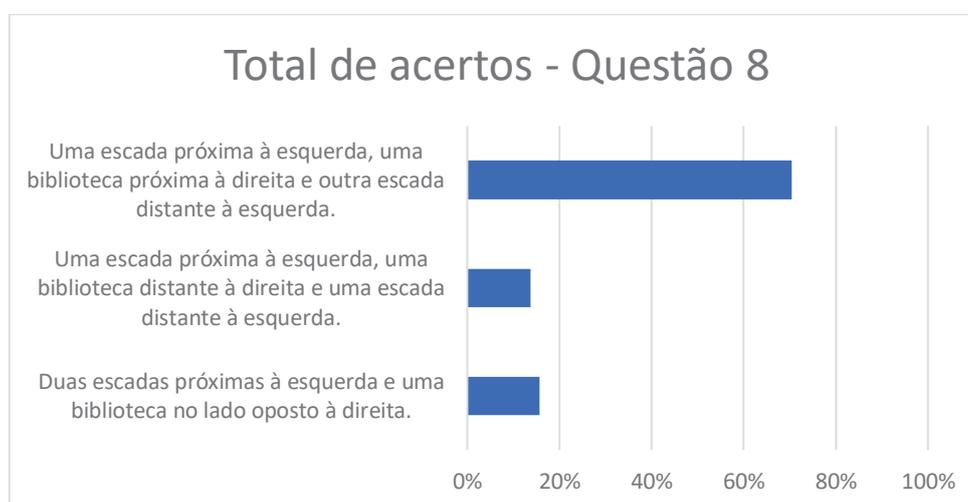
Opções de resposta	Respostas (%)
Duas escadas próximas à esquerda e uma biblioteca no lado oposto à direita.	15,70%
Uma escada próxima à esquerda, uma biblioteca distante à direita e uma escada distante à esquerda.	13,80%
Uma escada próxima à esquerda, uma biblioteca próxima à direita e outra escada distante à esquerda.	70,50%



FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 23 apresenta a proporção dos resultados para cada alternativa. Com aumento do nível de complexidade eleva-se também a confusão gerada pelos participantes na interpretação dos símbolos e na sua disposição no espaço. Ainda que a maior parte dos acertos tenha se concentrado na opção que correspondia às expectativas, nas duas alternativas que apresentavam respostas incorretas observou-se um aumento significativo de erros. Esses erros demonstram que ambiente com maior nível de complexidade não são compreendidos em sua totalidade no que se refere a posição dos pontos de referência representados em RA.

GRÁFICO 23 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 8 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

Para a resolução da questão 9 o participante deveria utilizar sua capacidade de reconhecimento das relações espaciais e o seu raciocínio espacial para indicar a posição de um ponto no espaço (QUADRO 26). Esse teste resgata os conhecimentos trabalhados em perguntas anteriores com maior nível de complexidade.

QUADRO 26 - QUESTÃO 9 - TESTE 2

Questão 9:
Com relação aos pontos de referência representados, assinale a opção que melhor descreve a localização da sala de estudos.

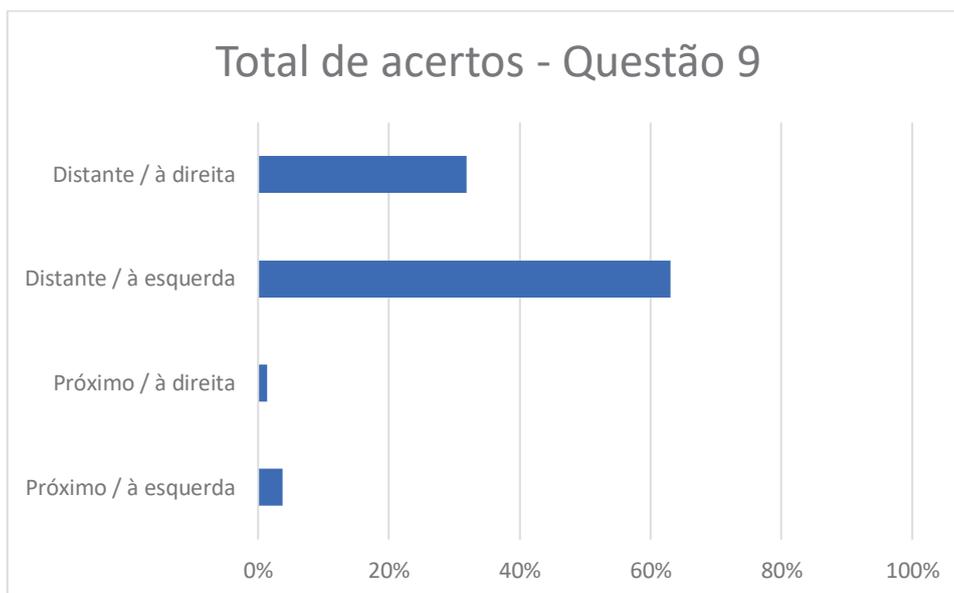
Opções de resposta	Respostas (%)
Próximo / à esquerda	3,70%
Próximo / à direita	1,40%
Distante / à esquerda	63%
Distante / à direita	31,90%



FONTE - O autor (2020).

Observou -se que, conforme é demonstrado no GRÁFICO 24, ocorreu o aumento nos erros cometidos pelos participantes na resolução desta questão. Os participantes demonstraram dificuldade na identificação da posição correta do ponto de referência em relação a direita ou à esquerda do espaço representado. A dimensão dos símbolos, contudo, permitiu que se estabelecesse corretamente a relação de distância entre o ponto de vista do participante e o ponto de referência especificado na questão. O erro de localização ainda ocorreu, o que é devido ao pequeno deslocamento implementado o símbolo pictórico à esquerda. Isso mais uma vez corrobora o que havia apontado Stanek e Friedmannova (2010).

GRÁFICO 24 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 9 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

As questões 10 e 11 abordam a tomada de decisão do participante e, conseqüentemente, o aprendizado espacial (Olson, 1976) para o espaço representado no contexto da RA indoor. Em ambas se observa que um grande número de participantes não correspondeu às expectativas da resposta. É possível observar equívocos acerca da especificação de direita e esquerda expostos nas respostas selecionadas pelos participantes. A questão 10 está representada no QUADRO 27.

QUADRO 27 - QUESTÃO 10 - TESTE 2

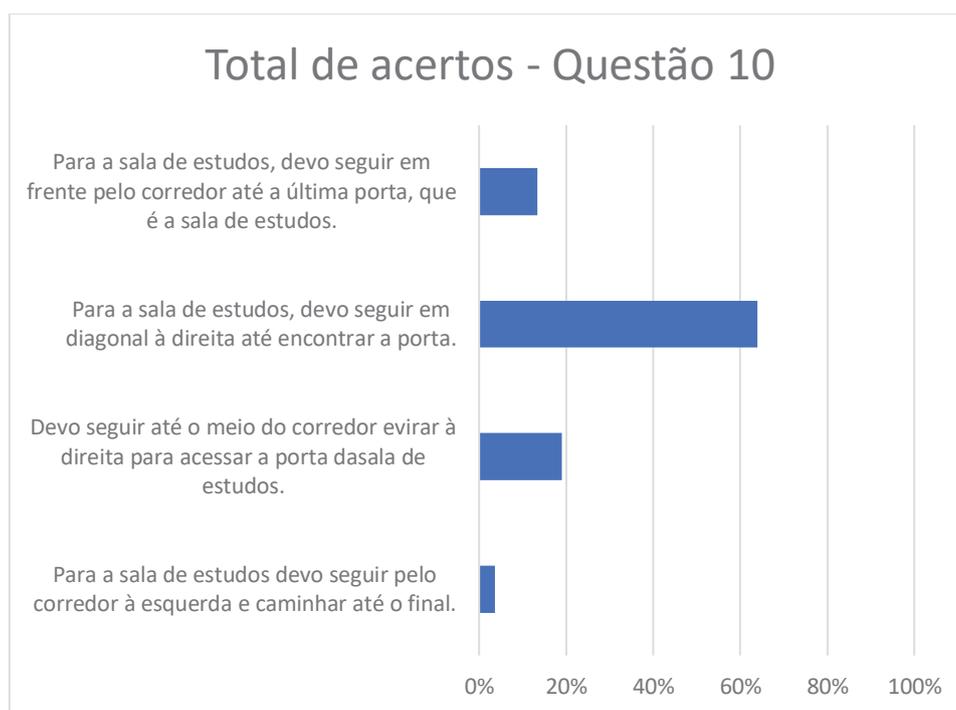
Questão 10:
Considerando as informações do espaço representado e a simbologia aplicada, indique o caminho para chegar à sala de estudos mais próxima.

Opções de resposta	Respostas (%)
Para a sala de estudos devo seguir pelo corredor à esquerda e caminhar até o final.	3,70%
Devo seguir até o meio do corredor e virar à direita para acessar a porta da sala de estudos.	19%
Para a sala de estudos, devo seguir em diagonal à direita até encontrar a porta.	63,90%
Para a sala de estudos, devo seguir em frente pelo corredor até a última porta, que é a sala de estudos.	13,40%

FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 25 apresenta o total de respostas para a questão 10, no qual é possível observar que, apesar da maior parte ter correspondido às expectativas, indicando a orientação de acordo com a imagem representada, quase metade dos participantes escolheu erroneamente as alternativas.

GRÁFICO 25 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 10 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

A questão 11 é que apresenta maior quantidade de erros no processo de tomada de decisão, neste caso, mais da metade dos participantes indicou o trajeto que pela descrição seria considerado o mais longo e de acordo com a imagem representativa da questão. Observa-se que, assim como os participantes se confundiram nas relações espaciais em questões anteriores, neste caso, não compreenderam a relação de proximidade exigida no comando da questão, conforme é possível observar no QUADRO 28.

QUADRO 28 - QUESTÃO 11 - TESTE 2

Questão 11:
Do seu ponto de vista, uma pessoa que está descendo do pavimento superior pelas escadas, deve seguir qual caminho até a saída mais próxima?

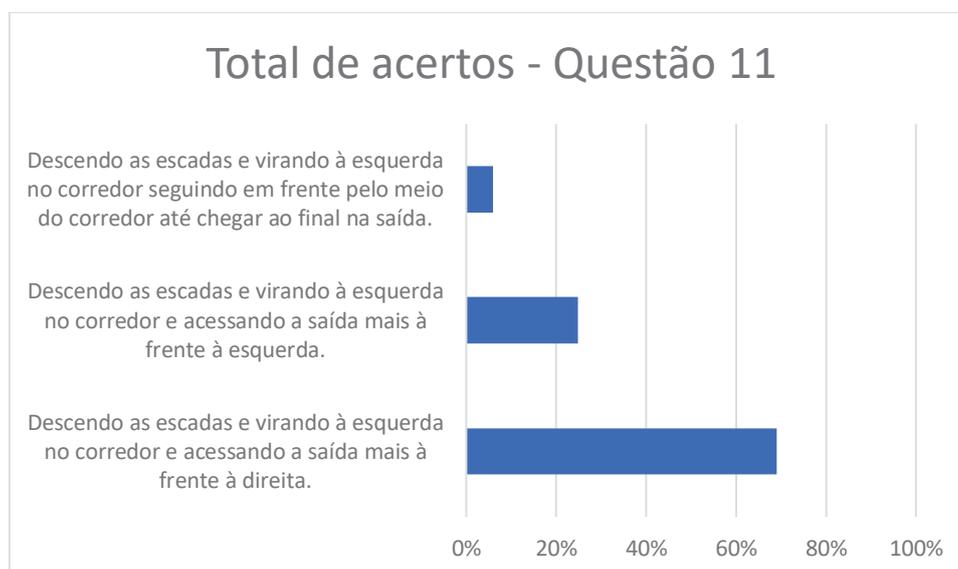
Opções de resposta	Respostas (%)
Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor e acessando a saída mais à frente à direita.	69,10%
Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor e acessando a saída mais à frente à esquerda.	24,90%
Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor seguindo em frente pelo meio do corredor até chegar ao final na saída.	6%



FONTE - O autor (2020).

No GRÁFICO 26 demonstra que os participantes indicaram, em grande maioria, a alternativa que orientava a saída mais próxima à direita. Apenas 24,90% indicaram como saída mais próxima à esquerda, isso pode ter relação com a seta de saída que em todos os símbolos pictóricos, foi usada como padrão sempre apontando para a direita. Neste trabalho não foram implementadas técnicas de espelhamento ou de rotação de símbolos para adequação.

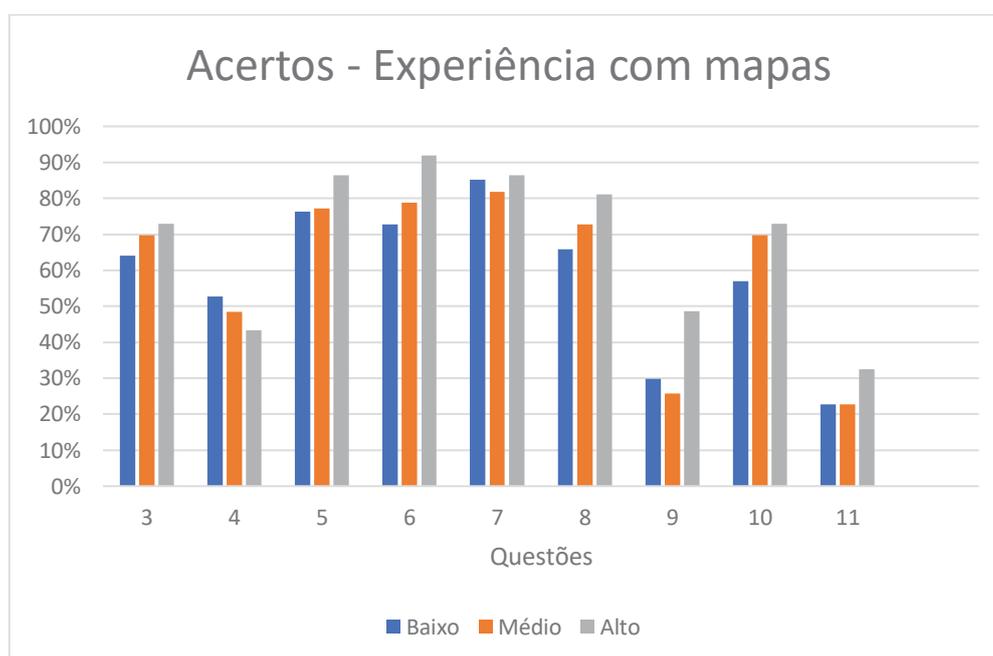
GRÁFICO 26 - TOTAL DE ACERTOS PARA A QUESTÃO 11 DO TESTE 2



FONTE - O autor (2020).

No que se refere a experiência com mapas, observa -se que os participantes que indicaram possuir o nível alto de experiência com mapas possuem também maior índice de acertos do questionário apresentado (GRÁFICO 27). O nível baixo e médio de experiência um comportamento similar entre os grupos, com alternâncias em que os usuários que declararam ter baixam experiência no uso de mapas, acertaram mais que os usuários com conhecimento médio nas questões de número 2, 5, 7 e 9.

GRÁFICO 27 - TOTAL DE ACERTOS QUANTO A EXPERIÊNCIA COM MAPAS



FONTE - O autor (2020).

Para validação das análises representadas e a verificação discrepâncias entre os grupos selecionados quanto a experiência usa mapas foi realizado o teste ANOVA. O QUADRO 29 apresenta o resultado do teste com nível de significância de 0,05. Desta forma, qualquer diferença significativa entre os grupos será identificada por valores -p menores que 0,05.

QUADRO 29 - RESULTADOS DO ANOVA PARA O TESTE 2 – SIG. 5%.

Experiência com mapas		
Questões	F	Valor -p
3	0,63	0,535
4	0,52	0,596
5	0,88	0,417
6	3,02	0,051

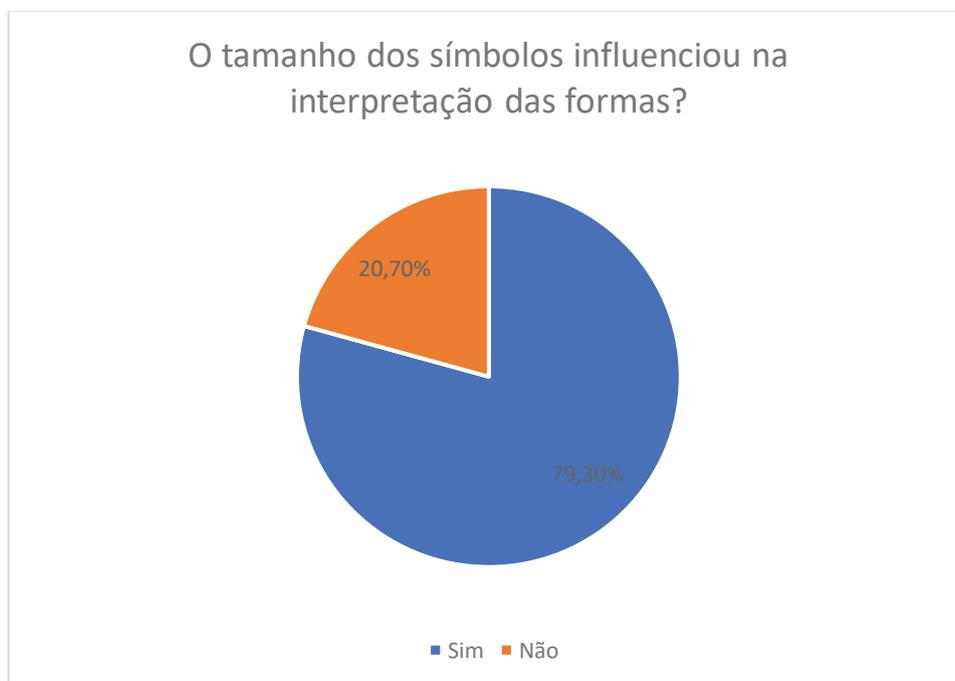
7	0,24	0,783
8	1,69	0,188
9	3,04	0,05
10	2,15	0,119
11	1,04	0,355

FONTE - O autor (2020).

A ANOVA não apresenta diferença significativa entre os grupos nas questões do teste final. É possível observar que o valor de p se aproxima do nível de significância, mas nunca é apresentado inferior a este. Desta forma, considera-se que não existem diferenças consideráveis a serem analisadas entre os grupos divididos por sua experiência do uso de mapas para as 9 questões do questionário 2.

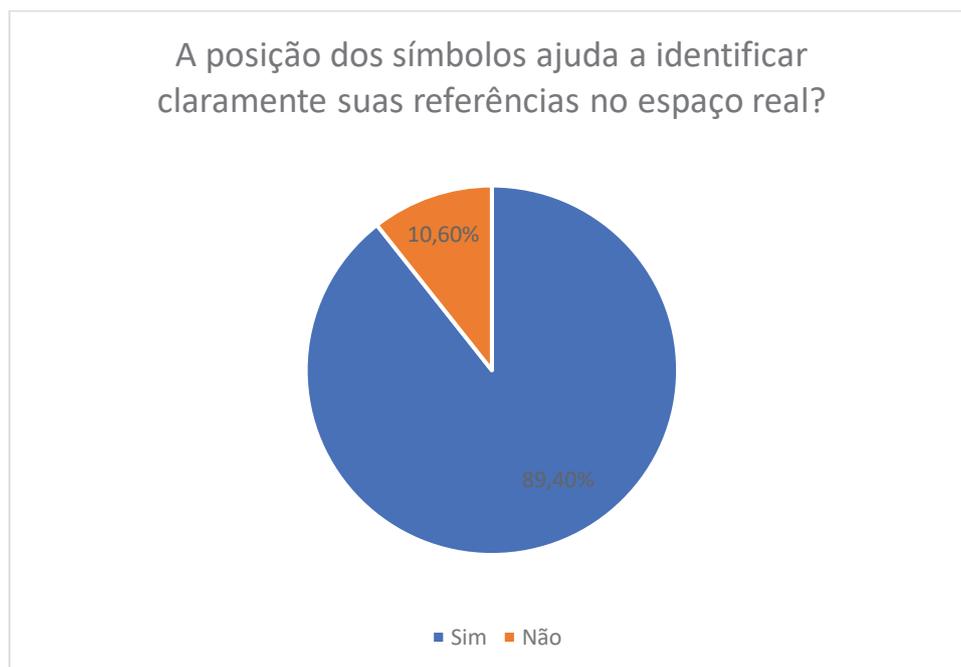
O questionário de finalização realizou os mesmos questionamentos do teste 1, como é possível observar no GRÁFICO 28 e 29. A questão acerca do tamanho dos símbolos para o reconhecimento das formas (GRÁFICO 28), teve um aumento por parte dos usuários que consideraram este fator determinante para interpretação.

GRÁFICO 28 - QUESTÃO 1 - PREFERÊNCIA DO USUÁRIO



FONTE - O autor (2020).

GRÁFICO 29 - QUESTÃO 2 - PREFERÊNCIA DO USUÁRIO



FONTE - O autor (2020).

O GRÁFICO 29 apresenta aumento substancial em relação àquele apresentado no teste 1. Observa-se que 89,40% dos participantes consideraram que a posição dos símbolos ajudou a encontrar suas referências no espaço. Essa mudança tem relação com as tarefas exercidas pelo usuário nas atividades apresentadas, nas quais se fez necessário exercer a capacidade de interpretação dos símbolos e de adquirir o conhecimento espacial por estes.

7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nos testes, é possível concluir que a simbologia pictórica possui a capacidade de auxiliar o processo de navegação e localização de pontos de referência em representações no contexto da RA voltada para a representação do espaço indoor. Os resultados aqui obtidos estão em consonância com trabalhos desenvolvidos por autores como Rantakari et al. (2017), Halik e Medyńska -Gulij (2016), Vanclooster et al. (2016), Nossum (2013), Halik (2012), Stanek e Friedmannova (2010), contribuindo para o estudo de uma linguagem e formas de representação cartográfica que possam orientar o usuário e auxiliá-lo na construção do raciocínio espacial em RA.

É evidente que algumas questões relativas ao processo de navegação não puderam ser avaliadas. Esse trabalho está inserido no âmbito do estudo da percepção dos símbolos e na interpretação das formas. Por esse motivo, ressalta-se mais uma vez, que o movimento não foi contemplado pois a análise das características para construção de uma simbologia adequada às representações em RA precede o estudo da navegação.

Identificou-se neste trabalho que as características dos símbolos pictóricos desenvolvidos com base nas leis da Gestalt e que permitem que usuário identifique e reconheça os símbolos, são válidas para o contexto de uso aqui proposto. Nos testes realizados, poucos erros foram relacionados a essa questão, o que comprova que símbolos pictóricos tendem a resgatar na memória do usuário um conhecimento preexistente. Esse trabalho ainda implementou questões relativas a o contraste e a relação figura-fundo para os símbolos pictóricos. Identificou-se que, assim como ocorre com os mapas tradicionais, o baixo contraste entre os elementos representativos que compõem o símbolo pictórico e o fundo, pode impactar diretamente na capacidade da identificação e interpretação no contexto da RA.

Outra contribuição de trabalho está relacionada à percepção de profundidade das informações cartográficas no contexto da RA. Os testes indicaram que a variação de tamanho dos símbolos pode representar uma relação de profundidade desde que esteja associado a um contraste alto ou moderado em relação ao fundo e existam dois ou mais símbolos pictóricos representados para que seja feita uma análise comparativa. Ainda assim, é

importante ressaltar, que os símbolos com maior discrepância de tamanho indicaram mais facilmente para o usuário a noção de profundidade, corroborando com a hipótese de que símbolos maiores parecem mais próximos e símbolos menores parecem mais distantes.

Essa variação de tamanho para representar o distanciamento é similar ao que já é aplicado em mapas tridimensionais. No entanto, a complexidade da RA está no fato de que o espaço real representado possui variações de luminosidade e contexto não controláveis. Ainda assim os testes foram satisfatórios, apresentando um potencial uso desta solução na estimativa de distância entre o usuário e o ponto de referência.

As características técnicas envolvidas na pesquisa realizada demonstram que os problemas mencionados nesse texto, referentes ao uso de símbolos em tons escuros, deve ser melhor estudada. Ainda que construída com base nos preceitos da Gestalt, utilizando uma proposta dissociativa, para que seja contemplada em softwares de navegação em tempo real com o usuário.

Quanto à interação do usuário com as representações desenvolvidas, os testes de finalização indicaram uma aceitação ao apontar a possibilidade no reconhecimento de formas e a compreensão da posição do ponto de referência no espaço. As dificuldades existentes por parte dos usuários ocorreram na parte de tomada de decisão, o que indica um problema a ser estudado com mais profundidade no âmbito da cartografia indoor, já que a falta de pontos de referência para auto localização nesses espaços ainda faz com que usuários cometam erros de raciocínio espacial. Esse problema está relacionado a diferentes fatores desde a mudança de perspectiva até mesmo os símbolos não usuais. estudos relativos à cognição no âmbito desta tecnologia voltada para representação de espaço indoor, são necessários.

Recomenda -se, para trabalhos futuros, a aplicação a aplicação desta pesquisa com símbolos abstratos. É necessário realizar a análise em contraponto com os símbolos pictóricos com grupos distintos de participantes. Deste modo, será possível avaliar também se o potencial de uso dos símbolos pictóricos, verificado neste trabalho, se sobrepõe às características de leitura e interpretação dos símbolos abstratos no contexto da RA. Recomenda -se, inclusive, que sejam realizados testes similares e/ou a replicação dos testes aqui realizados, no âmbito dessa nova proposta para fins de comparação.

Outra recomendação é a aplicação dos símbolos pictóricos com fundo transparente em espaços com texturas com texturas distintas e variações de luminosidade. As condições do espaço influenciam diretamente na percepção do símbolo, podendo obter uma representação com alto, médio ou baixo contraste, elemento fundamental para a separação figura-fundo, possibilitando a percepção dos símbolos ou dificultando dependendo das condições estruturais. É necessário, portanto, a realização de testes em espaços com diferentes cores e em diferentes contextos.

Por fim, recomenda -se como trabalho futuro a aplicação destes símbolos em sistemas de navegação indoor no contexto da RA. O movimento como uma variável e os fatores ambientais, podem colaborar para a obtenção de resultados diferentes. Caso ocorram, é importante investigar os motivos que ocasionaram novos rumos no processo interpretativo, podendo também ser avaliado o raciocínio espacial em tempo real com o usuário, possibilitando o estudo do seu comportamento, dificuldades e estresse, frente a uma representação cartográfica em RA.

Esta pesquisa mostrou que os espaços indoor se apresentam como uma tendência para os estudos cartográficos. Representações aliadas à tecnologia que auxiliam o processo de navegação e orientação nesses espaços, são fundamentais no atual contexto social. As tecnologias de navegação encontram no âmbito do espaço indoor um novo campo que deve ser estudado e avaliado, criando novas categorias de análise para a ciência cartográfica. A realidade aumentada se apresenta com uma tecnologia com uso potencial na cartografia tridimensional, mas ainda carece de uma linguagem que esteja adaptado às suas especificidades. Desta forma este trabalho contribuiu para criação um conhecimento que auxilie implementações futuras e novos estudos relativos ao uso da realidade aumentada para este fim. Contribuindo para o desenvolvimento de estudos diversos na linha da representação de símbolos pictóricos para sistemas de navegação nesses ambientes.

REFERÊNCIAS

AGENCIADDA. Site<www.agenciadda.com.br>, acessado em dezembro de 2017.

AL DELAIL, B. et al. Indoor localization and navigation using smartphones augmented reality and inertial tracking. **Proceedings of the IEEE International Conference on Electronics, Circuits, and Systems**, [s. l.], p. 929–932, 2013.

ALEXANDRE, Dulclerci Sternadt; TAVARES, J. M. R. S. **Factores da percepção visual humana na visualização de dados**. In: CMNE 2007-Congresso de Métodos Numéricos em Engenharia, XXVIII CILAMCE-Congresso Ibero Latino-Americano sobre Métodos Computacionais em Engenharia, Porto, PT. 2007.

ANDRADE, A. F. **A gestalt na avaliação da simbologia pictórica com base em tarefas de leitura de mapas**. 2014. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/36079>>. Acesso em 20 de março de 2020.

ANDRADE, Andrea Faria; SLUTER, Claudia Robbi. Avaliação de símbolos pictóricos em mapas turísticos. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 18, n. 2, p. 242-261, 2012. **Boletim de Ciências Geodesicas**, [s. l.], p. 242–261, 2012.

ANTUNES, A. P. **AVALIAÇÃO DE PONTOS DE REFERÊNCIA COM USO DE QR -CODE PARA POSICIONAMENTO EM AMBIENTE INDOOR**. 2016. UFPR, [s. l.], 2016.

ARCHELA, Rosely S. **Imagem e representação gráfica**. *Revista Geografia*, Londrina, v.8, n.1, p.5-11, jan./jun. 1999.

ARTH, C.; PIRCHHEIM C.; VENTURA J.; SCHMALSTIEG, D.; LEPETIT, V. Instant Outdoor Localization and SLAM Initialization from 2.5D Maps. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, [s. l.], v. 21, n. 11, p. 1309–1318, 2015. a.

ARTH, C. GRASSET, R.; GRUBER, L.; LANGLOTZ, T.; MULLONI, A.; WAGNER, D. **The History of Mobile Augmented Reality**. 2015. Disponível em: < Available online: <http://arxiv.org/abs/1505.01319>>. Acesso em março de 2017.b.

AZUMA, R. T. Survey of Augmented Reality. **Presence - Teleoperators and virtual environments 6.4**, [s. l.], p. 355–385, 1997.

BACK, MARIBETH; COHEN, J.; GOLD, R., HARRISON; S.; MINNEMAN, S. **Listen reader: an electronically augmented paper-based book**. In: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. 2001. p. 23-29.

BAIENSON, J. et al. The effect of interactivity on learning physical actions in virtual reality. **Media Psychology**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 354–376, 2008.

BARREIROS J. **Metodologia da investigação científica**. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

BARRETO, I. M. R. L. **COMIDA DO RIO, COMIDA DA RUA - PROCESSOS SOCIAIS DE APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO URBANO CARIOCA PELA GASTRONOMIA**. 2017. [s. l.], 2017.

BARTZ PETCHENIK, B. COGNITION IN CARTOGRAPHY. **Cartographica - The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, [s. l.], p. 117–128, 1977.

BASIRI, A. et al. Indoor location based services challenges, requirements and usability of current solutions. **Computer Science Review**, [s. l.], v. 24, p. 1–12, 2017. Disponível em - <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cosrev.2017.03.002>>

BEHZADAN, A. H.; DONG, S.; KAMAT, V. R. Augmented reality visualization - A review of civil infrastructure system applications. **Advanced Engineering Informatics**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 252–267, 2014. Disponível em - <[http - //dx.doi.org/10.1016/j.aei.2015.03.005](http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2015.03.005)>. Acesso em abril de 2020.

BERTIN, J. **Semiology of graphics**. Translated William J. Berg. London: The University of Wisconsin Press Ltd., 1983.

BERTIN, J. **A neográfica e o tratamento gráfico da informação**. Trad. Cecília M. Westphalen. Curitiba: Editora UFPR, 1986.

BIEHLER, D. D.; SIMON, G. L. The great indoors - Research frontiers on indoor environments as active political -ecological spaces. **Progress in Human Geography**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 172–192, 2011.

BILLINGHURST, M.; CLARK, A.; LEE, G. **A Survey of Augmented Reality**. V. 8, n.2, p. 73–272, 2015.

BIMBER, O.; RASKAR, R. **Spatial augmented reality - merging real and virtual worlds**. A K Peters LTD, 3th edition, 2005.

BRASIL SHOPPINGS. **Brasil Shoppings**. 2019. Disponível em: <<https://www.brasil-shoppings.com.br/>>. Acesso em setembro de 2019.

CANKAYA, I. A. **Mobile Indoor Navigation System in iOS Platform Using Augmented Reality**. In: 2015 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT). IEEE, 2015. p. 281-284.

CARTWRIGHT, W.; PETERSON, M. P. **Multimedia Cartography**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007. p. 1-10.

CARVALHO, G. A; MOURA, A. C. M. Applying gestalt theories and graphical semiology as visual reading systems supporting thematic cartography. In:

International Cartographic Conference, Santiago, 2009. Anais. Chile, ICC, 2009.

CAWOOD, S.; FIALA, M. **Augmented reality - a practical guide**. Pragmatic Bookshelf, 2007.

CHANG, K. T. Q. W. Location -based augmented reality for mobile learning-Algorithm , system , and implementation. v. 13, n. 2, p. 138–148, 2015.

CHO, Young Ju. **Understanding the relationship between signage and mobile map for indoor wayfinding**. Tese de Doutorado. Iowa State University. 2016.

DAPONTE, P.; DE VITO, L.; PICARIELLO, F.; RICCIO, M. **State of the art and future developments of the Augmented Reality for measurement applications**. Measurement. v. 57, p. 53–70, 2014.

CARVALHO, C. H. R., 2016. **Desafios da mobilidade urbana no Brasil**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Brasília. Disponível:http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td_2198.pdf. Acesso: 08 jul. 2016.

SOUZA, M. L. **ABC do desenvolvimento urbano**. [s.l.] - Bertrand Brasil, 2003.

DENT, B. D. **Cartography - thematic map design**. [s.l.] - WCB/McGraw -Hill, 1999.

DIAKITÉ, A. A.; ZLATANOVA, S. Spatial subdivision of complex indoor environments for 3D indoor navigation. **International Journal of Geographical Information Science**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 213–235, 2018.

DICK, M. E.; GONÇALVES, B. S. **A influência dos dispositivos portáteis de leitura no design do livro digital**. [s. l.], p. 761–768, 2016.

DÜNSER, A. et al. Exploring the use of handheld AR for outdoor navigation. **Computers and Graphics (Pergamon)**, v. 36, n. 8, p. 1084–1095, 2012.

MEIRELLES, F.S. Pesquisa Anual do FGVcia: **Uso da TI – Tecnologia de Informação nas Empresas**. 30a ed. São Paulo: FGV-EAESP-CIA, 2019.

FLAVIÁN, C.; IBÁÑEZ -SÁNCHEZ, S.; ORÚS, C. The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. **Journal of Business Research**, , n. October, p. 1–14, 2018.

FORREST, D. **On the design of point symbols for tourist maps - Enclosed or not enclosed is not the question!** *Cartographic Journal*, v. 35, n. 1, p. 79–81, 1998.

FORREST, David; CASTNER, Henry W. **The design and perception of point symbols for tourist maps**. *The cartographic journal*, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1985.

FRAGA -LAMAS, P. et al. A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0 Shipyard. **IEEE Access**, v. 6, p. 13358–13375, 2018.

FUKIAGE, T. Reduction of contradictory partial occlusion in mixed reality by using characteristics of transparency perception. **ISMAR 2012 - 11th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2012, Science and Technology Papers**, p. 129–139, 2012.

FURMANSKI, C.; AZUMA, R.; DAILY, M. Augmented -reality visualizations guided by cognition - Perceptual heuristics for combining visible and obscured information. **Proceedings International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2002**, p. 215–224, 2002.

GAO, Ruipeng; Ye, F.; Luo, G.; Cong, J. **Smartphone-Based Indoor Map Construction: Principles and Applications**. Springer Singapore, 2018.

GARBIN, E. P.; DE PAULA SANTIL, F. L.; BRAVO, J. V. M. Semiótica e a teoria da visualização cartográfica - Considerações na análise do projeto cartográfico. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 18, n. 4, p. 624–642, 2012.

GOOGLE. **ARCore Developers**, Site: <<https://developers.google.com>>. Acessado em junho de 2019.

GOOGLE MAPS. Site: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acessado em março de 2020.

GRAMMENOS, D. et al. **Augmented reality interactive exhibits in Cartographic Heritage: An implemented case-study open to the general public**. *Computer*, v. 6, n. 2, p. 57–67, 2011.

GRUBERT, J. PAHUD, M.; GRASSET, R.; SCHMALSTIEG, D.; SEICHTER, H. **The utility of Magic Lens interfaces on handheld devices for touristic map navigation**. *Pervasive and Mobile Computing*, v. 18, p. 88–103, 2015. Disponível em - <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pmcj.2014.08.005>>. Acessado em janeiro de 2020.

GRUBERT, J.; LANGLOTZ, T.; GRASSET, R. Augmented Reality Browser Survey. **Technical Report**, n. ICG -TR -1101, 2011. Disponível em: <<http://www.icg.tu-graz.ac.at/publications/augmented-reality-browser-survey-1>>. Acessado em janeiro de 2020.

HAEBERLING, C. **Symbolization in topographic 3D-maps: conceptual aspects for user-oriented design**. Anais: 21th International Congress of Cartography, ICA. Ottawa, 1999. V.2.1037–1044.

HAEBERLING, C. **3D-map presentation: A Systematic Evaluation of Important Graphic Aspects**. In: Proceedings of ICA Mountain Cartography Workshop" Mount Hood. 2002. p. 1-11.

HAEBERLING, C. 2004. **Highly focused selected design aspects and graphic variables for 3D mountain maps**. In: Ica Mountain Cartography Workshop. ICC-ICA, 2004.

HALIK, Ł. **The analysis of visual variables for use in the cartographic design of point symbols for mobile Augmented Reality applications**. *Geodesy and Cartography*, v. 61, n. 1, p. 19–30, 2012.

HALIK, Ł.; MEDYŃSKA -GULIJ, B. **The Differentiation of Point Symbols using Selected Visual Variables in the Mobile Augmented Reality System**. *The Cartographic Journal*, v. 0, n. 0, p. 1–10, 2016.

HOGG, Jerri Lynn. Cognitive design considerations for augmented reality. In: **EEE International Conference on e-Learning, e-Business, Enterprise Information Systems, and e-Government, Las Vegas, NV**. 2012.

HOHL, Wolfgang. **Interactive Environments with Open-Source Software: 3D-walk-throughs and Augmented Reality with Blender 2.43, Dart 3.0 and Artoolkit 2.72 for Architects**. Springer Wien New York, Vienna, 2010.

HOMETEKA DO BRASIL. Site <<https://www.hometeka.com.br/>> Acessado em setembro de 2019.

HU, P. Y.; TSAI, P. F. **Mobile Outdoor Augmented Reality Project for Historic Sites** in Tainan, p. 509–511, 2016.

HUANG, Haosheng; GARTNER, Georg. Collaborative filtering-based route recommendation for assisting pedestrian wayfinding. In: **7th International Symposium on Location-Based Services and Tele Cartography, Guangzhou CN**. 2010.

HUANG, H.; GARTNER, G.; SCHMIDT, M. Spatial Knowledge Acquisition with Mobile Maps, Augmented Reality and Voice in the Context of GPS -based Pedestrian Navigation - Results from a Field Test. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 39, p. 107–116, 2012.

ILKOVIČOVÁ, Ľ.; ERDÉLYI, J.; KOPÁČIK, A. Positioning in indoor environment using QR codes. Disponível em: <https://www.svf.stuba.sk/buxus/docs/>, 2014. Acessado em setembro de 2019.

INDOOR360. Site <<https://indoor360.com/>>. Acesso em junho de 2019.

JOLY, Fernand. **A Cartografia**. Campinas: Papirus, 1990.

KANG, J. S.; ROH, B. H. Development of tangible user interface for linking context modeling and 3D map in smartphone. **2010 International Congress on Ultra-Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops, ICUMT 2010**, p. 44–49, 2010.

KASPRZAK, S.; KOMNINOS, A.; BARRIE, P. Feature -Based Indoor Navigation Using Augmented Reality. **2013 9th International Conference on Intelligent Environments**, p. 100–107, 2013.

KEATES, J. S. **Cartographic design and production**. New York - Longman Group Limited, 1973.

KIRNER, C. **BasAR**. 2011. Site <<http://www.ckirner.com/basar/>>. Acesso em - 12 de dezembro de 2019.

KLEIN, Georg. **Visual tracking for augmented reality: Edge-based tracking techniques for ar applications**. VDM Verlag Müller, 2009.

KOCH, C. et al. Natural markers for augmented reality -based indoor navigation and facility maintenance. **Automation in Construction**, v. 48, p. 18–30, 2014. Disponível em - <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.08.009>>. Acesso em julho de 2017.

KORPI, J.; AHONEN-RAINIO, P. Cultural constraints in the design of pictographic symbols. **The Cartographic Journal**, v. 47, n. 4, p. 351-359, 2010.

KORPI, J.; AHONEN-RAINIO, P. Design Guidelines for Pictographic Symbols - Evidence from Symbols Designed by Students. **Conference Paper EuroCarto 2015**, n. November, p. 1–19, 2015.

KRAAK, M.J. **Computer-assisted cartographical three-dimensional imaging techniques**. Delft University Press, Delft. 1988. Disponível em: <<https://elibrary.ru/item.asp?id=6844304>>. Acessado em dezembro de 2018.

KUBÍČEK, P. et al. Identification of altitude profiles in 3D geovisualizations - the role of interaction and spatial abilities. **International Journal of Digital Earth**, p. 1–17, 2017. Disponível em <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/>>. Acesso em maio de 2018.

KYSELA, J.; ŠTORKOVÁ, P. Using Augmented Reality as a Medium for Teaching History and Tourism. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, , v. 174, p. 926–931, 2015.

LACOSTE, Yves. **A geografia-isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. Papirus, 1993.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia científica**. São Paulo - Atlas, 1991.

LI, Y.; ZHU, Q.; FU, X.; FENG, B.; LIU, M.; ZHANG, J.; YANG, W. Semantic Visual Variables for Augmented Geovisualization. **The Cartographic Journal**, 1-14. 2019.

LIU, K. et al. Multi-floor Indoor Navigation with Geomagnetic Field Positioning and Ant Colony Optimization Algorithm. **2016 IEEE Symposium on Service - Oriented System Engineering (SOSE)**, p. 314–323, 2016.

Liu, K.; Motta, G.; Tunçer, B.; Abuhashish, I. A 2d and 3d indoor mapping approach for virtual navigation services. In: **2017 IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering (SOSE)**. IEEE, 2017. p. 102-107.

LONDON METRO. Site <<https://www.londonpass.com/>>. Acesso em setembro de 2019.

LOW, C. G.; LEE, Y. L. Sunmap +: an Intelligent Location-Based Virtual Indoor Navigation System Using Augmented Reality. **The IET International Conference on Frontiers of Communications, Networks and Applications (IET ICFCNA)**, 2014.

LUO, C. et al. From mapping to indoor semantic queries - Enabling zero -effort indoor environmental sensing. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 80, n. May 2016, p. 141–151, 2017.

MACEACHREN, A. M. **Some truth with maps: a primer on symbolization and design**. Association of American Geographers, 1994.

MACEACHREN, A. M. **How maps work: representation, visualization, and design**. Guilford Press, 1995.

MANN, Steve. Mediated Reality. *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*. **arXiv preprint quant-ph/0611061**, p. 295-328, 1994.

MAPBOX. Site < <https://www.mapbox.com/>>. Acessado em abril de 2020.

MASSIGLI, M. Nunes, M. E. D. S.; Freudenheim, A. M.; Corrêa, U. C. Estrutura de prática e validade ecológica no processo adaptativo de aprendizagem motora. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. 1, p. 39-48, 2011.

MASSIRONI, M. **Ver pelo desenho - aspectos técnicos, cognitivos, comunicativos**. Lisboa - Edições 70, 2015.

MIDTBØ, T. NOSSUM, A. S.; HAAKONSEN, T. A.; NORDAN, R. P. Are indoor positioning systems mature for cartographic tasks? Evaluating the performance of a commercial indoor positioning system. **Proceedings of AutoCarto 2012**, n. 2007, 2012.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994.

MIYASHITA, T.; MEIER, P.; TACHIKAWA, T.; ORLIC, S.; EBLE, T.; SCHOLZ, V.; LIEBERKNECHT, S. An augmented reality museum guide. **Proceedings - 7th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2008, ISMAR 2008**, p. 103–106, 2008.

MUHANNA, M. A. Virtual reality and the CAVE - Taxonomy, interaction challenges and research directions. **Computer and Information Sciences**, v. 27, n. 3, p. 344–361, 2015.

MULLINS, R. S. Interpretive uncertainty and the evaluation of symbols and a taxonomy of symbol evaluation methods and mobile evaluation tool. Tese de Doutorado, The Pennsylvania State University, 2014.

MULLONI, A.; SEICHTER, H.; SCHMALSTIEG, D. Handheld augmented reality indoor navigation with activity -based instructions. **13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services - MobileHCI '11**, p. 211– 220, 2011.

NATEPHRA, W. et al. Integrating building information modeling and virtual reality development engines for building indoor lighting design. **Visualization in Engineering**, v. 5, n. 1, 2017.

NEGES, M. et al. Combining visual natural markers and IMU for improved AR based indoor navigation. **Advanced Engineering Informatics**, v. 31, p. 18-31, 2015.

NIVALA, Annu-Maaria; SARJAKOSKI, L. Tiina. Adapting map symbols for mobile users. In: **Proc. of the International Cartographic Conference**. p. 9-16. 2005.

NOSSUM, Alexander Salveson. IndoorTubes a novel design for indoor maps. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 38, n. 2, p. 192-200, 2011.

NOSSUM, Alexander Salveson. Developing a framework for describing and comparing indoor maps. **The Cartographic Journal**, v. 50, n. 3, p. 218-224, 2013.

NOUN PROJECT. Site <<https://thenounproject.com/term/canteen/214011/>>. Acessado em janeiro de 2020.

OLIVEIRA, E. C. De et al. **Reconhecimento De Imagens Naturais Em Realidade Aumentada Utilizando Redes Neurais Artificiais**. p. 1–6, 2016. Disponível em <http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos/ceel2016_artigo049> Acessado em maio de 2018.

OOMS, K.; DE MEYER, P.; FACK, V. Listen to the the Map User: Cognition, Memory, and Expertise. **The Cartographic Journal**, vol. 52., n. 1, 2015. pp. 3-19.

OVIEDO, S. P. D. **Verificação do uso das variáveis visuais tom de Cor e textura em representações 3d de ambientes indoor**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2014.

PADUA, Rafael Faleiros de. Produção e consumo do lugar: espaços de desindustrialização na reprodução da metrópole. Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**. 2011.

PAL, M.; THAKRAL, A.; CHAWLA, R.; KUMAR, S. Indoor maps: Simulation in a virtual environment. In: **2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation**. IEEE, 2017. p. 967-972. p. 4–9, 2017.

PINTO, F. S.; CENTENO, J. A. S. A realidade aumentada em smartphones na exploração de informações estatísticas e cartográficas. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 18, n. 2, 2012.

PIPELIDIS, G. et al. A novel approach for dynamic vertical indoor mapping through crowd -sourced smartphone sensor data. **2017 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, IPIN 2017**, v. 2017-Janua, p. 1–8, 2017.

PIXABAY. Site <<https://pixabay.com/pt>>. Acessado em maio de 2019.

POESTER, T. Sobre o desenho. **PORTO ARTE: Revista de Artes Visuais**, v. 13, n. 23, 2005. Disponível em <<https://www.seer.ufrgs.br/PortoArte/article/>>. Acessado em fevereiro de 2019.

RAISZ, E. Cartografia geral. **Rio de Janeiro: Cientifica**, 1969.

RANTAKARI, J.; VÄYRYNEN, J.; COLLEY, A.; HÄKKILÄ, J.; Exploring the design of stereoscopic 3D for multilevel maps. **Proceedings of the 6th ACM International Symposium on Pervasive Displays - PerDis '17**, p. 1–6, 2017.

ROBINSON, A. C.; PEZANOWSKI, S.; TROEDSON, S.; BIANCHETTI, R.; BLANFORD, J.; STEVENS, J.; MACEACHREN, A. M. Symbol Store: sharing map symbols for emergency management. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 40, n. 5, p. 415-426, 2013.

ROBINSON, A. C.; ROTH, R. E.; BLANFORD, J.; PEZANOWSKI, S.; MACEACHREN, A. M. Developing map symbol standards through an iterative collaboration process. **Environment and Planning B - Planning and Design**, v. 39, n. 6, p. 1034– 1048, 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impactos Ambientais :Conceitos e métodos.** Oficina de Textos, 2015.

SANCHES, S. R. R. et al. Handling occlusions in augmented reality for mobile devices. **Proceedings - 2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality, SVR 2019**, p. 112–119, 2019.

SANTIL, F. L. de P. **Análise da percepção das variáveis visuais de acordo com as leis da Gestalt para representação cartográfica.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, 2008.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo - Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** São Paulo - Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado - fundamentos teóricos e metodológicos da geografia.** São Paulo - Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SAROT, R. V. **Avaliação de mapas indoor para dispositivos móveis para auxílio à tarefa de orientação.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2015.

SAROT, R. V. **Determinação dos elementos considerados marcos de referência em ambientes indoor para auxílio a navegação com uso de sistema de navegação indoor.** Tese de Doutorado (in press). Universidade Federal do Paraná, 2020.

SCHABUS, S.; SCHOLZ, J.; LAMPOLTSHAMMER, T. J. A Space in a Space - Connecting Indoor and Outdoor Geography. **18th AGILE International**

Conference on Geographic Information Science, 9 -12 June 2015 - Lisbon, Portugal, , p. 1–5, 2015.

SCHALL, G.; SCHÖNING, J.; GARTNER, G. A survey on augmented maps and environments - Approaches, interactions and applications. **Advances in Web - based GIS, Mapping Services and Applications**, p. 207–226, 2011.

SCHMIDT, M. A. R. **Uso de mapas 3D para navegação virtual: uma abordagem cognitiva**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

SEKHAVAT, Y. A.; PARSONS, J. The effect of tracking technique on the quality of user experience for augmented reality mobile navigation. **Multimedia Tools and Applications**, v. 77, n. 10, p. 11635–11668, 2018.

SILVA, Ermerson; SEIXAS, Andréa. O estabelecimento de padrões de referência metrológica: controle e análise da qualidade de estruturas geodésicas altimétricas implantadas no campus recife da UFPE. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 9, 2017.

SLOCUM, T. A.; MC MASTER, R.; KESSLER, F.; HOWARD, H. **Thematic Cartography and Visualization**. Nova Jersey, EUA: Prentice Hall, 1999., 2009.

STANĚK, K. FRIEDMANNOVÁ, L.; KUBÍČEK, P.; KONEČNÝ, M. Selected issues of cartographic communication optimization for emergency centers. **International Journal of Digital Earth**, v. 3, n. 4, p. 316–339, 2010.

STANEK, K.; FRIEDMANNOVA, L. Cartographically Augmented Reality. **The 3rd ISDE Digital Earth Summit-Digital Earth in the Service of Society: Sharing Information, Building Knowledge–proceedings**. Nessebar, Bulgaria: ISDE, p. 1-9, 2010.

STEVENS, J.; ROBINSON, A.; MACEACHREN, A. Designing Map Symbols for Mobile Devices - Challenges, Best Practices, and the Utilization of Skeuomorphism. In - INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE, ICC2013 2013, **Anais...** [s.l - s.n.]

TATZGERN, M. et al. Exploring real world points of interest - Design and evaluation of object -centric exploration techniques for augmented reality. **Pervasive and Mobile Computing**, v. 18, p. 55–70, 2015.

TEIXEIRA, J.; TEICHRIEB, Veronica; KELNER, Judith. Hardwire: uma solução de renderização para realidade aumentada embarcada. In: **Workshop de Realidade Aumentada**. 2006. p. 27-29.

TIAN, Y. et al. Handling occlusions in augmented reality based on 3D reconstruction method. **Neurocomputing**, v. 156, p. 96–104, 2015.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém - PA - Editora SBC, 2006.

VANCLOOSTER, A.; VAN DE WEGHE, N.; DE MAEYER, P. Integrating Indoor and Outdoor Spaces for Pedestrian Navigation Guidance - A Review. **Transactions in GIS**, v. 20, n. 4, p. 491–525, 2016.

VERMA, S. OMANWAR, R.; SREEJITH, V.; MEERA, G. S. A Smartphone Based Indoor Navigation System. **Indoor Navigation and Location Based Services (UPINLBS), 2016 Fourth International Conference on. IEEE**, p. 345–348, 2016.

WANG, Z.; NIU, L. A Data Model for Using OpenStreetMap to Integrate Indoor and Outdoor Route Planning. **Sensors**, v. 18, n. 7, p. 2100, 2018.

WEBER, A. et al. Cartography Meets Gaming - Navigating Globes, Block Diagrams and 2D Maps with Gamepads and Joysticks. **Cartographic Journal**, v. 47, n. 1, p. 92–100, 2010.

WIKITUDE GMB. Site < <https://www.wikitude.com/>>. Acessado em dezembro de 2018.

WONG, W. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo - Martins FONTES, 2001.

YEH, Y.; LIN, H. 3D Reconstruction and Visual SLAM of Indoor Scenes for Augmented Reality Application. **2018 IEEE 14th International Conference on Control and Automation (ICCA)**, p. 94–99, 2018.

YONG -XU, Q.; Q., JIA-MIN; L., HUI; Q., BO; Y., CHANG-XU, J. Campus Navigation System Based on Mobile Augmented Reality. **6th International Conference on Intelligent Networks and Intelligent Systems**, p. 139–142, 2013.

YOVCHEVA, Z. **User-Centred Design of Smartphone Augmented Reality in Urban Tourism Context**. Tese de Doutorado. Bournemouth University., 2015.

YU, K.; CHIU, J. C.; LEE, M. G.; CHI, S. S. A mobile application for an ecological campus navigation system using Augmented Reality. In: **2015 8th International Conference on Ubi-Media Computing (UMEDIA)**. IEEE, 2015. p. 17-22.

ZHOU, Y. ZENG, G.; HUANG, Y.; YANG, X. Indoor Space Location Model Based on Location Service. **ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLII -4/W7, n. October, p. 49–53, 2017.

ŻYSZKOWSKA, W. Visual features of cartographic representation in map perception. **Polish Cartographical Review**, v. 48, n. 1, p. 5-15, 2016.

APÊNDICE

Teste 1: Dimensionamento do símbolo para estimativa de distância.

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

Proponentes:

João Victor Pacheco Gomes – Doutorando. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR. E-mail: joaovictorpac@gmail.com

Profa. Dra. Luciene Stamato Delazari – Docente. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR. E-mail: luciene@ufpr.br

Prof. Dr. Marcio Augusto Reolon Schmidt - Docente. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR. E-mail: marcio.schmidt@gmail.com

Termo de consentimento

Prezado(a) a pesquisa a seguir é parte de um estudo, cujo objetivo é analisar a dimensionalidade da simbologia pictórica em realidade aumentada (RA) na percepção da profundidade e distanciamento em espaços indoor. Este estudo é parte de uma pesquisa de doutorado que está em andamento, investigando representações cartográficas em sistemas de RA para espaços indoor. Para a realização dessa pesquisa, os proponentes garantem que: usuário não terá nenhum custo, nenhum dado pessoal será divulgado e somente os pesquisadores envolvidos na pesquisa terão acesso aos dados enviados por você. A sua participação é voluntária e a recusa não acarretará em qualquer penalidade. Caso sinta algum desconforto, você está livre para recusar ou interromper a participação a qualquer momento. Ao aceitar este termo você concorda em participar da pesquisa. Reiteramos que a utilização dos dados coletados somente serão utilizados para fins acadêmicos.

* Required

Você aceita participar do referido estudo? *

Sim

Não

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

1- Qual o seu grau de instrução? *

- Fundamental
- Médio
- Superior
- Pós-graduação

2- Possui experiência com mapas? *

- Sim
- Não

3- Se a resposta anterior for "sim", qual o seu nível de experiência? *

- Baixo, uso esporádico
- Médio, uso moderado (algumas vezes na semana)
- Alto, uso diário

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

4- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Escada
- Banheiro masculino
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Untitled Section

5- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Rampa
- Escada
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Untitled Section

6- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Saída
- Elevador
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Untitled Section

7- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Rampa
- Escada
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Untitled Section

8- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Saída
- Elevador
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Untitled Section

9- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Escada
- Banheiro masculino
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

10- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Rampa
- Escada
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Untitled Section

11- Analise a imagem abaixo. Qual simbolo está mais próximo? *



- Saída
- Elevador
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

12- Analise a imagem abaixo. Qual símbolo está mais próximo? *



- Escada
- Banheiro masculino
- Nenhum

Back

Next

Pesquisa UFPR: simbologia em RA

* Required

Questionário de Finalização

Responda ao questionário final

13- O tamanho dos símbolos influenciou na interpretação das formas? *

- Sim
- Não

14- Conforme análise das imagens, a posição dos símbolos ajuda a identificar claramente suas referências no espaço real? *

- Sim
- Não

Back

Submit

This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Privacy Policy](#)

Google Forms

Teste 2: percepção, orientação e conhecimento espacial

Pontos de referência em RA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa intitulada Pontos de referência em realidade aumentada (RA) para espaços Indoor, desenvolvida pelo doutorando João Victor Pacheco Gomes do Programa de Pós Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná. O objetivo desta pesquisa é analisar a aplicabilidade da simbologia pictórica em realidade aumentada (RA) para tomada de decisões em um ambiente simulado de navegação em ambientes indoor. A sua participação nesta pesquisa consiste em analisar imagens de áreas internas do campus Politécnico da UFPR e responder algumas perguntas baseadas nas imagens apresentadas. A pesquisa é realizada em plataforma online, podendo ser realizada do seu smartphone ou computador e não apresenta riscos de ordem física ou de constrangimentos, sendo a sua participação totalmente anônima. Por isso, não é necessário informar dados pessoais e os riscos de identificação são pequenos. Os benefícios esperados com essa pesquisa são o de entender como símbolos pictóricos podem ser usados para auxiliar às pessoas a navegar em ambientes restritos desconhecidos por meio de representações cartográficas desenvolvidas com a tecnologia de realidade aumentada. Os pesquisadores estão à disposição para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira sobre o estudo. A sua participação é totalmente voluntária e não acarreta em nenhum tipo de ônus a qualquer uma das partes. Você pode interromper sua participação a qualquer momento. As informações coletadas são de inteira responsabilidade do pesquisador e serão restritas ao âmbito da pesquisa não podendo ser publicadas na íntegra e de forma individual, mas apenas as conclusões relativas à análises realizadas com base nelas sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar o pesquisador principal.

Equipe de pesquisadores (responsável) João Victor Pacheco Gomes – Doutorando. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR. E-mail: joaovictorpac@gmail.com; orientadora: Profa. Dra. Luciene Stamato Delazari – Docente. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR. E-mail: luciene@ufpr.br; Co-orientador: Prof. Dr. Marcio Augusto Reolon Schmidt - Docente. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, UFPR. E-mail: marcio.schmidt@gmail.com.

Ao clicar em aceitar você aceita os termos descrito neste documento de forma totalmente voluntária.

* Required

Você aceita participar do referido estudo? *

Sim

Não

Pontos de referência em RA

Orientações iniciais

As imagens serão apresentadas simulando um ambiente de navegação com dispositivo móvel em um espaço interno (indoor). Cada imagem terá uma pergunta que deve ser respondida pelo participante da pesquisa. Os termos utilizados para indicar sua orientação no espaço indoor são: à frente, ao fundo, à direita e à esquerda. Conforme a Figura 1:

Figura 1



Pontos de referência em RA

* Required

Perfil do participante

1- Possui experiência com mapas? *

Sim

Não

2- Qual o seu nível de experiência no uso de mapas? *

Baixo, uso esporádico

Médio, uso moderado (algumas vezes na semana)

Alto, uso diário

Back

Next

This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Privacy Policy](#).

Google Forms

Pontos de referência em RA

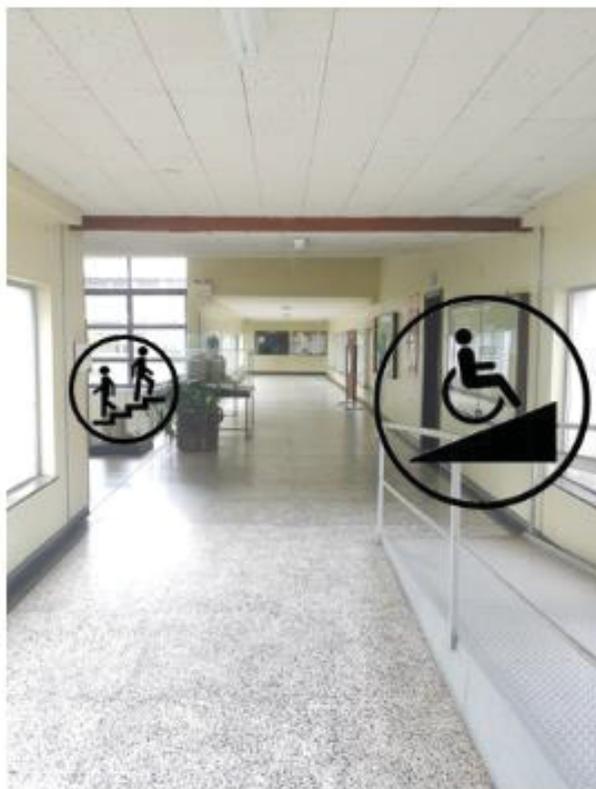
* Required

3-Observe atentamente a imagem abaixo. Considerando as informações do espaço representado e a simbologia aplicada, marque abaixo os pontos de referência.



- Banheiro feminino
- Banheiro masculino
- Biblioteca
- Elevador
- Equipamento de incêndio
- Escada
- Papelaria
- Rampa
- Saída
- Sala de estudos

4-Indique a direção que você deve seguir até o ponto de referência que lhe dará acesso ao pavimento inferior. *



- Ao fundo / à esquerda
- Ao fundo / à direita
- À frente / à esquerda
- À frente / à direita

Back

Next

* Required

5-Do seu ponto de vista, a papelaria está mais distante ou mais próxima que o elevador? *



- A papelaria está mais próxima
- A papelaria está mais distante
- A papelaria e o elevador estão igualmente distantes

Back

Next

6-Com relação aos pontos de referência representados, assinale a opção que melhor descreve a localização do banheiro feminino. *



- Próximo / à esquerda
- Próximo / à direita
- Distante / à esquerda
- Distante / à direita

Back

Next

* Required

7-Você está no pavimento superior. Do seu ponto de vista, seria possível uma pessoa acessar o mesmo andar que você está pelas escadas e chegar à sala de estudos virando no próximo corredor à direita? *



Sim

Não

Back

Next

* Required

8-Indique a posição dos pontos de referência representados. *



- Duas escadas próximas à esquerda e uma biblioteca no lado oposto à direita.
- Uma escada próxima à esquerda, uma biblioteca distante à direita e uma escada distante à esquerda.
- Uma escada próxima à esquerda, uma biblioteca próxima à direita e outra escada distante à esquerda.

Back

Next

9-Com relação aos pontos de referência representados, assinale a opção que melhor descreve a localização da sala de estudos.



- Próximo / à esquerda
- Próximo / à direita
- Distante / à esquerda
- Distante / à direita

Back

Next

10- Considerando as informações do espaço representado e a simbologia aplicada, indique o caminho para chegar à sala de estudos mais próxima.



- Para a sala de estudos devo seguir pelo corredor à esquerda e caminhar até o final.
- Devo seguir até o meio do corredor e virar à direita para acessar a porta da sala de estudos.
- Para a sala de estudos, devo seguir em diagonal à direita até encontrar a porta.
- Para a sala de estudos, devo seguir em frente pelo corredor até a última porta, que é a sala de estudos.

Back

Next

11- Do seu ponto de vista, uma pessoa que está descendo do pavimento superior pelas escadas, deve seguir qual caminho até a saída mais próxima? *



- Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor e acessando a saída mais à frente à direita.
- Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor e acessando a saída mais à frente à esquerda.
- Descendo as escadas e virando à esquerda no corredor seguindo em frente pelo meio do corredor até chegar ao final na saída.

Back

Next

Pontos de referência em RA

* Required

Questionário de Finalização

Responda ao questionário final

12- O tamanho dos símbolos influenciou na interpretação das formas?

- Sim
- Não

13- Conforme análise das imagens, a posição dos símbolos ajuda a identificar claramente suas referências no espaço real? *

- Sim
- Não

Back

Submit

This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Privacy Policy](#)

Google Forms