

LETÍCIA MENDES SANTOS

**Realidade Aumentada em escritórios de arquitetura: o futuro combinando o  
espaço físico e o digital**

São Paulo

2020

LETÍCIA MENDES SANTOS

**Realidade Aumentada em escritórios de arquitetura: o futuro combinando o  
espaço físico e o digital**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo,  
para obtenção do título de Especialista em  
Gestão de Projetos na Construção

Área de concentração: Gestão de Projetos  
na Construção

Orientador: Prof. Dr. Silvio Burrattino  
Melhado

São Paulo  
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

### Catálogo-na-publicação

Santos, Leticia Mendes

Realidade Aumentada em escritórios de arquitetura: o futuro combinando o espaço físico e o digital / L. M. Santos -- São Paulo, 2020.  
90 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Realidade aumentada 2.Processo de projeto 3.Arquitetura 4.Construção civil I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

## DEDICATÓRIA

Ao meu Deus, único digno de toda honra e toda glória. À Ele, meu arquiteto criador, que me sustentou e guiou por toda esta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

“Ainda que eu tenha o dom de profecia e saiba todos os mistérios e todo o conhecimento, e tenha uma fé capaz de mover montanhas, mas se não tiver amor, nada serei.” Por isso, a todos que por amor e com amor me ajudaram e apoiaram, agradeço imensamente.

Aos meus pais, Edvaldo e Liane, e minha irmã Lívia, meus alicerces que muito me apoiaram, dedicando tempo e amor incondicional.

Aos meus familiares que sempre se fizeram presentes em minha vida.

Ao meu orientador, Silvio Burrattino Melhado, pelas palavras de incentivo e confiança depositada na minha proposta de projeto, pelo auxílio e disponibilidade de tempo, sempre com uma simpatia contagiante.

A todos os participantes da pesquisa pelo tempo cedido.

A estes, e a tantos outros que de forma direta ou indireta se fizeram presentes. Muito obrigada por tudo!

## RESUMO

SANTOS, Letícia Mendes. **Realidade Aumentada em escritórios de arquitetura: o futuro combinando o espaço físico e o digital**. 2020. 90 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

A busca por qualidade na representação do projeto arquitetônico é favorecida com a crescente evolução das tecnologias digitais. Neste sentido, modelos digitais proporcionam a exploração do ambiente possibilitando a compreensão das complexidades do projeto. Uma das possibilidades da utilização do modelo digital – maquete eletrônica – são as imagens 3D realista e outra possibilidade é a Realidade Aumentada. O objetivo desta pesquisa é avaliar a compreensão dos usuários quando expostos à apresentação de um projeto arquitetônico, tendo em vista seu programa de necessidades, através de imagens 3D realista e com o uso da Realidade Aumentada. Foi realizada uma pesquisa de campo desenvolvida a partir de um projeto arquitetônico de uma cozinha, em duas situações, 1) na exposição das imagens 3D realista ao participante, 2) na exposição da realidade aumentada no aplicativo Augin®, ao mesmo participante. Ao verificar através de questionários como o participante percebe o ambiente virtual nas duas situações apresentadas, observa-se um ganho e otimização no processo de projeto utilizando a Realidade Aumentada. E com base neste experimento, sugere-se a criação e aplicação de um questionário que verifique o programa de necessidades e melhore a percepção do espaço projetado, eliminando dúvidas e incertezas que possam surgir em etapas mais avançadas comprometendo o processo de projeto.

**Palavras-chaves:** Realidade aumentada. Processo de projeto. Arquitetura. Construção civil.

## ABSTRACT

SANTOS, Leticia Mendes. **Augmented Reality in architecture offices: the future combining physical and digital space**. 2020. 90 p. Monograph (Specialization in Project Management in Construction) – Polytechnic School, University of São Paulo, São Paulo, 2020.

The search for quality in the architectural design representation is enhanced with the evolution of digital technologies. In this sense, digital models provide the exploration of the environment, making the complexities of it possible and easier to be understood for anyone who is not an expert. Examples of usage of the digital model are realistic 3D images and Augmented Reality. The objective of this research is to evaluate the users' understanding when exposed to a presentation of an architectural project, considering their program needs, through realistic 3D images and Augmented Reality. A field research was carried out from an architectural design of a kitchen, in two situations, 1) in the exposure of realistic 3D images to the participant, 2) in the exposure of augmented reality in the Augin® application, to the same participant. Checking through questionnaires how the participants perceive the virtual environment in the two situations presented, there is a gain and optimization in the process using Augmented Reality. Based on this experiment, a questionnaire is suggested to be created and applied to check the program needs and the perception of the projected space to be improved, excluding doubts and uncertainties that may arise in more advanced stages, compromising the design process.

**Key words:** Augmented reality. Design process. Architecture. Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de projeto x fluxo de informações.....	19
Figura 2 – Fases dos projetos.....	21
Figura 3 – Percepção ambiental.....	23
Figura 4 – Métodos/técnicas para estudo da relação pessoa-habitação em função da resposta procurada e do modo de atuação do pesquisador .....	25
Figura 5 – Diagrama funcional do processo de trabalho na cozinha.....	28
Figura 6 – Classificação de espaços de acordo com transporte e artificialidade. ....	33
Figura 7 – Aplicação da RA na construção civil. ....	36
Figura 8 – Planta baixa do ambiente estudado .....	39
Figura 9 – Maquete virtual do ambiente .....	41
Figura 10 – Maquete virtual processada no V-ray – versão 3.4 .....	41
Figura 11 – Passo a passo no aplicativo Augin® .....	42
Figura 12 – Aplicação da pesquisa .....	48
Figura 13 – Faixa etária dos participantes .....	51
Figura 14 – Gênero dos participantes .....	51
Figura 15 – Nível de escolaridade dos participantes.....	52
Figura 16 – Familiaridade dos participantes com recursos 3D.....	53
Figura 17 – Manutenção da Percepção Global .....	55
Figura 18 – Identificação da faixa etária do participante na Manutenção da Percepção Global.....	56
Figura 19 – Identificação do gênero do participante na Manutenção da Percepção Global.....	57
Figura 20 – Identificação do nível de escolaridade do participante na Manutenção da Percepção Global.....	58
Figura 21 – Manutenção da Percepção Questões Objetivas .....	60
Figura 22 – Nível de acerto Questões Objetivas .....	61
Figura 23 – Manutenção da Percepção Questões 2 .....	62
Figura 24 – Manutenção da Percepção Questões 2 .....	62
Figura 25 – Manutenção da Percepção Questões 12 .....	63
Figura 26 – Manutenção da Percepção Questões 12 .....	64
Figura 27 – Manutenção da Percepção Questões Subjetivas.....	65
Figura 28 – Manutenção da Percepção Questões Objetivas e Questões Subjetivas.....	66

Figura 29 – Apresentação de projeto Imagens 3D Realista x Realidade Aumentada .....	67
Figura 30 – Visualização de projeto Imagens 3D Realista x Realidade Aumentada .	68
Figura 31 – Questão 23 – QVPA 3D Realista .....	69
Figura 32 – Questão 23 – QVPA Realidade Aumentada .....	70
Figura 33 – Questão 24 – QVPA Realidade Aumentada .....	70
Figura 34 – Questão 24 – QVPA Realidade Aumentada .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Métodos/técnicas para estudo da relação pessoa-habitação em função da resposta procurada e do modo de atuação do pesquisador .....	24
Tabela 2 – Questões objetivas .....	45
Tabela 3 – Questões subjetivas.....	45
Tabela 4 – Questões opinião dos participantes .....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PMBok	Project Management Body of Knowledge (Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos)
PMI	Project Management Institute
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
RA	Realidade Aumentada

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 Justificativa.....	15
1.2 Objetivos .....	16
1.2.1 Objetivo principal .....	16
1.2.2 Objetivos secundários.....	16
1.3 Estruturação do trabalho .....	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1 O processo de projeto .....	18
2.1.1 O processo de projeto arquitetônico .....	18
2.1.2 Representação no processo de projeto arquitetônico.....	21
2.1.2.1 Ambiente (realidade) x imagem (representação) x sujeito (percepção).22	
2.1.2.2 A percepção ambiental .....	23
2.1.2.3 Metodologia de pesquisa da percepção ambiental.....	24
2.2 Concepção do projeto arquitetônico.....	25
2.3 Programa de necessidades do projeto arquitetônico .....	26
2.3.1 Programa de necessidades da cozinha .....	27
2.4 Informação digital do projeto arquitetônico.....	28
2.4.1 Maquete eletrônica .....	30
2.4.1.1 Renderização.....	30
2.4.2 Realidade Aumentada .....	32
2.4.2.1 Realidade Aumentada na arquitetura .....	34
2.4.2.2 Aplicativo Augin®.....	36
<b>3. MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO.....</b>	<b>37</b>
<b>4. PESQUISA DE CAMPO .....</b>	<b>39</b>
4.1 Definição do ambiente em estudo.....	39
4.2 Definição do local da pesquisa.....	40

4.3	Adequação da maquete eletrônica (ambiente virtual) e desenvolvimento das imagens 3D realista e realidade aumentada no aplicativo Augin® .....	40
4.3.1	Imagens 3D realista .....	41
4.3.2	Realidade aumentada no aplicativo Augin® .....	42
4.4	Elaboração dos questionários .....	42
4.4.1	Questionário de Caracterização do Perfil do Participante.....	43
4.4.2	Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente 3D realista .....	43
4.4.3	Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente Realidade aumentada.....	44
4.5	Pré-teste.....	46
4.6	Aplicação da pesquisa de campo.....	47
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
5.1	Definição da amostra de estudo e perfil do participante.....	50
5.2	Manutenção da Percepção Global – MPG .....	54
5.2.1	Identificação da faixa etária do participante na Manutenção da Percepção Global 56	
5.2.2	Identificação do gênero do participante na Manutenção da Percepção Global 57	
5.2.3	Identificação do nível de escolaridade do participante na Manutenção da Percepção Global .....	57
5.3	Manutenção da Percepção nas questões objetivas e subjetivas .....	59
5.3.1	Manutenção da Percepção nas questões objetivas .....	59
5.3.1.1	Nível de acerto dos participantes nas questões objetivas .....	60
5.3.1.2	Questão 2 .....	61
5.3.1.3	Questão 12 .....	63
5.3.2	Manutenção da Percepção nas questões subjetivas .....	64
5.3.3	Comparação da Manutenção da Percepção entre questões objetivas e subjetivas.....	66

5.4	Ferramentas de projeto: Imagens 3D Realista x Realidade Aumentada.....	66
5.5	Opinião dos participantes.....	68
5.5.1	Questão 23 – QVPA 3D Realista.....	68
5.5.2	Questão 23, 24 e 25 – QVPA Realidade Aumentada .....	69
5.5.3	Questão 26 - QVPA Realidade Aumentada.....	72
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>74</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXO A.....</b>	<b>80</b>
	<b>ANEXO B.....</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO C.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO D.....</b>	<b>90</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Justificativa

Falar de arquitetura e seu processo de projeto envolvem muitos agentes e fases complexas que interagem entre si. A concepção de um projeto é uma delas. Neste sentido, a busca por qualidade na representação e melhor compreensão espacial do projeto pelo cliente é favorecida com a crescente evolução das tecnologias digitais.

A adoção de tecnologias da informação na representação de projetos arquitetônicos se justifica enquanto contribuir para agregar valor e qualidade no processo de projeto.

Projetar com qualidade é, com base nas necessidades e informações do cliente, gerar alternativas (soluções) que realmente resolvam os problemas propostos, que sejam exequíveis e economicamente viáveis, e decidir de forma racional entre elas. Neste processo de tomada de decisão, assim como em todos os outros, a disponibilidade de informação no momento certo, quantidade suficiente e com qualidade, seja em relação às necessidades do cliente, à gama de possibilidades de soluções, às tecnologias disponíveis, à viabilidade da solução em relação a outras disciplinas de projeto, etc., é o fator decisivo para a produção de projetos de qualidade (OLIVEIRA; MELHADO, 2006, p.15).

Neste sentido, a Realidade Aumentada traz benefícios como ferramenta no processo de projeto e melhora na qualidade de representação.

Com hardware e software poderosos, a criação de aplicações de RA tem se tornado viáveis no acréscimo de poder visual de profissionais e clientes, na antecipação de eventos futuros, na otimização de processos, enfim, com tendência à inserção dos recursos em toda a cadeia de desenvolvimento de um edifício. A possibilidade de se sentir imerso em um ambiente a ser construído, de ter suas sensações aumentadas com o acréscimo de elementos virtuais ao mundo real, como possibilita a RA, a faz ser vista como promessa viável para aplicações úteis em Arquitetura e Construção (FREITAS; RUSCHEL, 2010, p.134).

Portanto, este trabalho investiga os benefícios oferecidos pela Realidade Aumentada na compreensão pelo usuário do projeto arquitetônico na fase de anteprojeto e sua utilização como ferramenta no processo de projeto.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo principal

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a compreensão dos usuários quando expostos à apresentação de um projeto arquitetônico, tendo em vista seu programa de necessidades, através de imagens 3D realista e com o uso da Realidade Aumentada. Propõe-se também um comparativo de qual dentre as duas experiências oferece uma percepção do espaço digital mais próxima da percepção do futuro espaço físico ou "real", seu uso como ferramenta de projeto em escritórios de arquitetura e sua contribuição para otimização do processo de projeto.

### 1.2.2 Objetivos secundários

- a) Pesquisar métodos e técnicas de representação utilizadas pelo mercado;
- b) Adequar a maquete digital, extrair as imagens 3D realistas e modelo de visualização da realidade aumentada;
- d) Desenvolver o questionário para coleta de dados;
- e) Definir, preparar, ensaiar e realizar a pesquisa de campo;
- f) Analisar os dados coletados.

## 1.3 Estruturação do trabalho

Esta monografia é subdividida em 6 capítulos com o objetivo de facilitar a leitura e compreensão, conforme descrito a seguir.

No capítulo 1 apresenta-se a justificativa, objetivos e a estruturação do estudo.

Em seguida, no capítulo 2, a revisão bibliográfica que servirá como base para o entendimento dos demais capítulos da monografia e apresentação de conceitos.

No capítulo subsequente é apresentado o método de pesquisa adotado. E no capítulo 4, a explicação da pesquisa de campo e suas etapas, que foram embasadas no método de pesquisa apresentado no capítulo anterior.

Já no capítulo 5, apresenta-se a análise de dados e os resultados obtidos. Finalmente no capítulo 6, as considerações finais da pesquisa.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O processo de projeto

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. A natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos. O término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando o projeto é encerrado porque os seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixar de existir (PMI, 2014).

Independentemente de ações repetitivas presentes nas entregas e atividades do projeto que conferem uniformidade, padrão e eficiência, cada projeto desenvolvido possui natureza única com elementos fundamentais e exclusivos.

Na circunstância apresentada, entende-se o conceito do projeto como a expressão “design”, segundo Liu e Melhado (2009), e abrange toda a documentação gerada para compreensão e posterior execução de uma obra de edificação.

E para a gestão de um projeto, o PMI (2014) explora cinco grupos de processos que interagem entre si e não devem ser vistos de maneira compartimentada, conforme listado abaixo:

- a) Iniciação;
- b) Planejamento;
- c) Execução;
- d) Monitoramento e controle;
- e) Encerramento.

Os processos orientativos apresentados pelo PMI (2014) são abrangentes e aplicáveis em diversos cenários. Portanto, para relacionar com o estudo aqui apresentado, deve-se entender que os processos de projeto de arquitetura possuem características próprias que devem ser incorporadas na gestão e planejamento.

#### 2.1.1 O processo de projeto arquitetônico

Verificam-se as dimensões do conceito de projeto enquanto produto, na forma de documentos contendo discriminações técnicas e geométricas, confundindo-se com o produto final do empreendimento; e enquanto processo, visando atender a necessidade e exigências requeridas, buscando, portanto, soluções

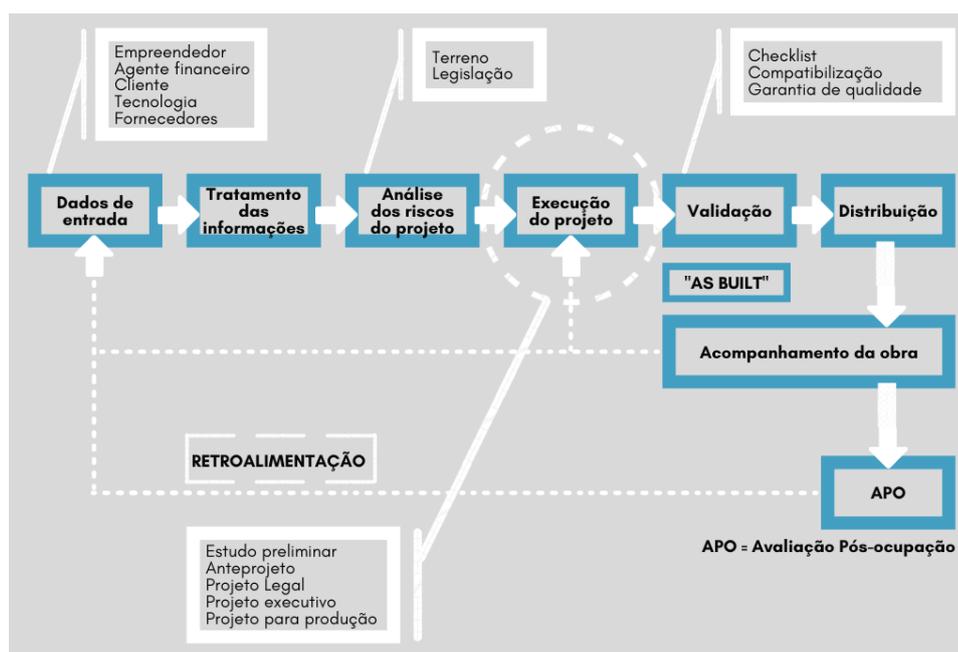
para os problemas de construção do produto final (OLIVEIRA; MELHADO, 2006).

De modo geral, o processo de projeto é o detalhamento progressivo das soluções e a eliminação de incertezas originárias de um problema dado, envolvendo processo decisório complexo, com a participação de diferentes especialidades em momentos distintos (BRASIL; SALGADO, 2012).

Por se tratar de um processo complexo, peculiar e multifatorial, é preciso coordenar as informações trocadas entre os stakeholders para que o processo se torne eficiente e ocorra de maneira mais integrada, segundo Oliveira e Melhado (2006).

A Figura 1 trata das principais fases de execução do processo de projeto e de sua relação com o fluxo de informações durante seu desenvolvimento.

Figura 1 – Processo de projeto x fluxo de informações



Fonte: Adaptado de Oliveira e Melhado (2006)

As fases apresentadas na Figura 1 estão diretamente relacionadas com as preconizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na norma NBR 16636-2:2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanístico - que decorre da revisão da NBR 13.531:1995. Fases que organizam a atividade técnica do projeto de arquitetura, conforme a Figura 2, numa sequência iniciada em:

a) Fases de preparação:

- Levantamento de informações preliminares (LV-PRE);
- Programa geral de necessidades (PGN);
- Estudo de viabilidade do empreendimento (EVE);
- Levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ) a

serem fornecidas pelo empreendedor ou contratadas no projeto.

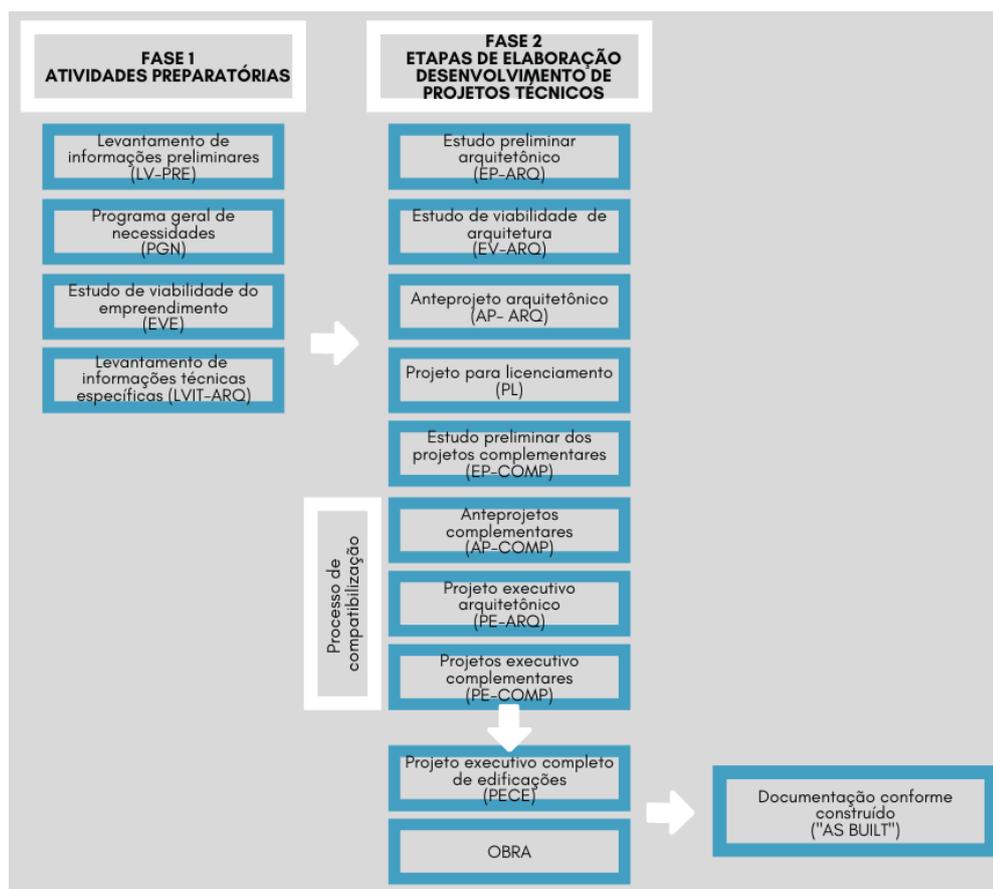
b) Fase de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos:

- Levantamento de dados para arquitetura (LV-ARQ);
- Levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ) a

serem fornecidas pelo empreendedor ou contratadas no projeto;

- Programa de necessidades para arquitetura (PN-ARQ);
- Estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ);
- Estudo preliminar arquitetônico (EP-ARQ);
- Anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ);
- Projeto para licenciamentos (PL-ARQ);
- Estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP);
- Anteprojeto complementares (AP-COMP);
- Projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ);
- Projetos executivos complementares (PE-COMP);
- Projeto completo de edificação (PECE);
- Documentação conforme construído ("AS BUILT").

Figura 2 – Fases dos projetos



Fonte: ABNT (2017)

### 2.1.2 Representação no processo de projeto arquitetônico

“Agora que já discutimos imaginação no tratado na alma concluímos que pensamento é impossível sem imagem” (ARISTÓTELES<sup>1</sup>, 2006 apud OLIVEIRA, 2003, p.6).

Enquanto o pensamento não for formulado é, mais ou menos, parte de nós mesmos. Somente quando formulado em linguagem, ele se torna um objeto que é diferente de nós mesmos e contra o qual poderemos adotar uma atitude crítica (POPPER<sup>2</sup>, 1992 apud GOUVEIA, 1998, p.11).

Com a evolução da sociedade e, conseqüentemente, do processo de projeção, a forma de representação do projeto também sofreu modificações. De acordo com Righetto (2006), a representação gráfica tem se modificado

<sup>1</sup> ARISTÓTELES. De anima. Tradução: Maria Cecília Gomes dos Reis. São Paulo: 34, 2006.

<sup>2</sup> POPPER, K.; ECCLES, J. **O cérebro e o Pensamento**. Campinas: Papyrus, 1992, p. 43.

principalmente na questão do desenho de apresentação do objeto arquitetônico com a introdução da informática. “O desenho que antes teve sua primeira manifestação nos símbolos abstratos da pintura pré-histórica, hoje tem outra configuração, com o uso da computação gráfica” (SANTANA, 2008).

Representar é poder passar de um ponto qualquer de um espaço em três dimensões a seu análogo (seu “transformador”) num espaço de duas dimensões. Mas estabelece também uma relação imediata entre o objeto a figurar, sua imagem e quem organiza o encontro de ambos. A Representação alinha, no espaço e no tempo, o Objeto, a Imagem e o Sujeito (COUCHOT<sup>3</sup>, 1993 apud GOUVEIA, 1998, p.8).

#### 2.1.2.1 Ambiente (realidade) x imagem (representação) x sujeito (percepção)

Assim, a questão da expansividade está ligada à capacidade do indivíduo ver o mundo. Este ver está intimamente relacionado com a vivência do indivíduo. Logo, toda visão de mundo carrega em si uma relação do indivíduo com o meio, que é única e singular, o que implica na singularidade de todo projeto e de todo desenho (GOUVEIA, 1998, p.8).

#### Reafirmando a ideia, Okamoto (2002)

A relação entre o homem e espaço, no contexto do meio ambiente, tem sido objeto de questionamento para a formação do comportamento, pois o homem é constituído de dois universos: um exterior, em constante processo de adaptação ao meio, e outro interior, cujo “Leitmotiv” se exterioriza em ações como resposta à interpretação dessa realidade.

A realidade é percebida através de conceitos, símbolos, mitos, etc., as pessoas não veem a realidade apenas por estar com os olhos abertos, sua apreensão, muitas vezes, requer uma visão mais profunda do que normalmente se tem. Temos na mente apenas o que é perceptível através dos fatos observados e não a realidade absoluta. Os fatos são decorrentes da atenção ocorrida diante do universo de pensamentos, de sua interpretação ou de eventos que ocorrem no espaço considerado real (OKAMOTO, 2002).

---

<sup>3</sup> COUCHOT, E. Da representação à simulação. In: PARENTE, A. (org.). **Imagem – Máquina: A era das tecnologias do virtual**. Rio de Janeiro: 34, 1993, p. 40.

### 2.1.2.2 A percepção ambiental

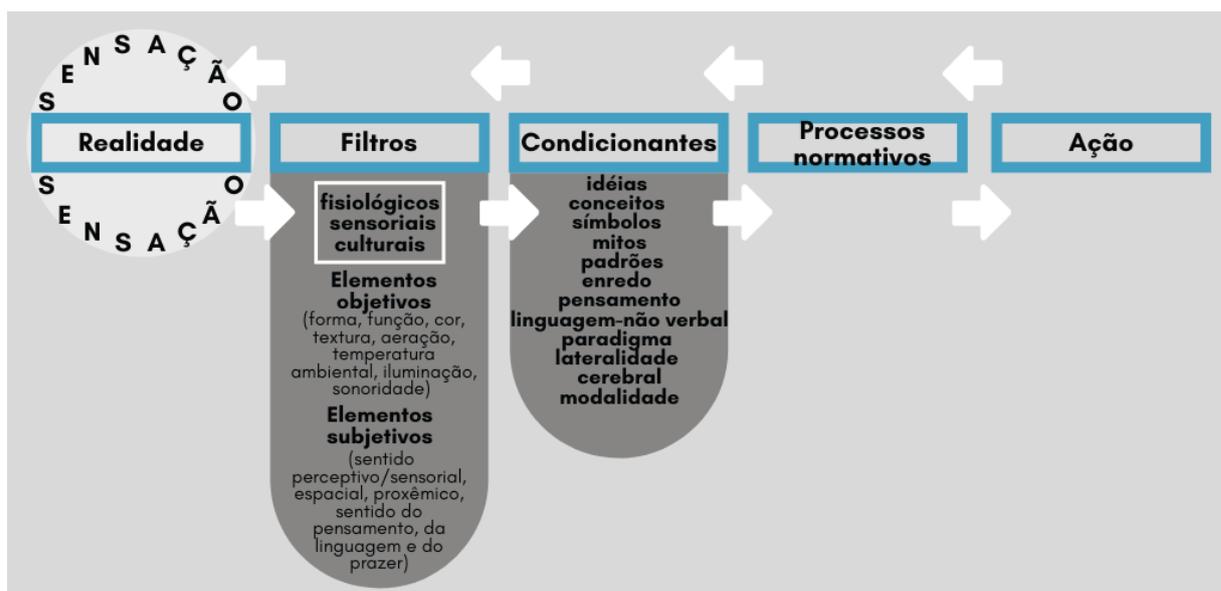
Define-se percepção por:

Ato ou efeito de perceber. 1: faculdade complexa de apreender a realidade exterior pela organização dos dados sensoriais (p. visual, tátil, espacial). 2: obsl. percepção interna (p. opos. à percepção através dos sentidos); consciência. 3: função ou efeito mental de representação dos objetos; sensação, senso (Houaiss, 2009).

Segundo Okamoto (2002) o comportamento humano é resultante de um processo perceptivo em que o ambiente possui papel fundamental. E segundo ele, a percepção ambiental é particular e depende de variáveis, Figura 3, não implicando somente ao que é percebido como também o que pode ser eliminado, conforme os filtros. Para tanto, define-se elementos objetivos (forma, função, acústica, temperatura, luminosidade, ventilação e insolação) e elementos subjetivos (sentido perceptivo/sensorial, espacial, proxêmico (espaço pessoal do indivíduo no meio social), sentido da linguagem e do prazer).

“Os filtros, que selecionam os dados ambientais, podem ser: sensoriais, fisiológicos e culturais” (OKAMOTO, 2002).

Figura 3 – Percepção ambiental



Fonte: Adaptado de Okamoto (2002)

“A percepção decorrente das sensações vai além das simples reações aos estímulos externos, pois são acrescidas de outros estímulos internos, que intervêm e conduzem o comportamento” (OKAMOTO, 2002).

### 2.1.2.3 Metodologia de pesquisa da percepção ambiental

Existem diversos métodos/técnicas para a pesquisa das relações pessoa-habitação sob o ponto de vista da psicologia ambiental, e não é possível, a princípio, identificar qual o melhor método e técnica para avaliar determinado tipo de questão, segundo Villa e Ornstein (2013). Portanto, “define-se uma categorização em função de dois critérios, a resposta humana procurada e o modo de atuação do pesquisador” (VILLA; ORNSTEIN, 2013).

Ao combinar dois ou mais métodos de coleta de dados, enriquece o trabalho efetuado, aumentando o leque dos elementos envolvidos no processo analítico, e se justifica, pois as informações provenientes de uma única fonte são passíveis de dúvida, podendo gerar desvios ou lacunas no conhecimento obtido (MARANS; SPRECKELMEYER<sup>4</sup>, 1987 apud VILLA; ORNSTEIN, 2013).

Observam-se na Tabela 1 os diferentes métodos sugeridos para o estudo da relação pessoa-habitação.

Tabela 1 – Métodos/técnicas para estudo da relação pessoa-habitação em função da resposta procurada e do modo de atuação do pesquisador

RESPOSTA HUMANA	MODO DE ATUAÇÃO	MÉTODOS/TÉCNICAS
Percepção e cognição	Registrados pelo sujeito ou pelo pesquisador após o evento	Representação verbal
		Representação gráfica

Entrevista individual ou grupo focal.  
Mapas cognitivos ou mapas mentais.  
Diagramas sociais.  
Tarefas de recordação seletiva.

Amostra de imagens em base espacial (como nome de ruas, números, posição de móveis).  
Medidas psicofísicas (como distância e direção percebidas).  
Reprodução de imagens.  
Livre associação.  
Diferencial semântico.

Fonte: Villa & Ornstein (2013)

<sup>4</sup> MARANS, R. W.; SPRECKELMEYER, K. F. **Evaluating built environments**. Ann Harbor: University of Michigan, 1987.

## 2.2 Concepção do projeto arquitetônico

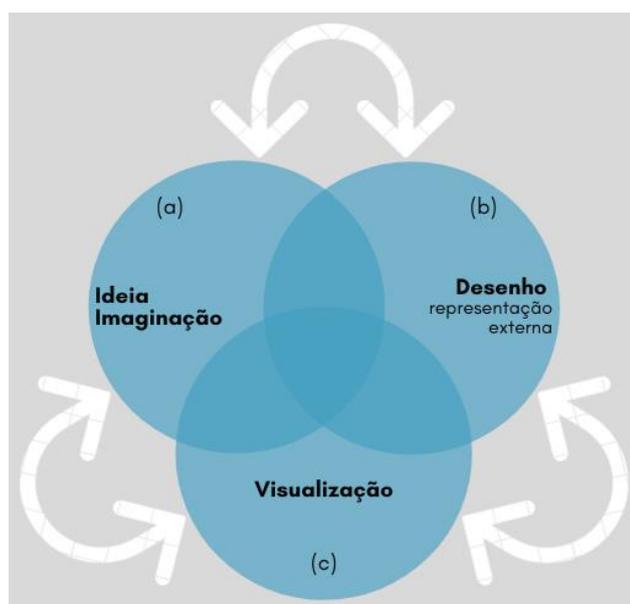
Na concepção de um projeto as ideias iniciais de um profissional são materializadas graficamente através do desenho. Sendo este um processo que caracteriza um ciclo inicial da projeção na qual ocorre interação entre ideias e registro através da representação gráfica e sua interpretação, conforme Santana (2008).

Liu e Melhado (2009) entendem que as principais diretivas do projeto devem ser definidas nas fases iniciais de ideias, concepção do produto, pois servirão de parâmetro para todo o final do processo.

“Objetiva-se nesse processo não só a conformação de um projeto, mas também sua compreensão por demais pessoas após a estruturação e finalização” (SANTANA, 2008).

Na Figura 4, observa-se o fluxo contínuo entre a ideia, desenho e visualização, em que o arquiteto é emissor, detentor das ideias e processos para representá-las, e o contratante é o receptor.

Figura 4 – Métodos/técnicas para estudo da relação pessoa-habitação em função da resposta procurada e do modo de atuação do pesquisador



Fonte: Santana (2008)

Segundo Santana (2008):

- a) Ideia ou imaginação: Acontece no período de reflexão e idealização do projeto – processo inicial da fase de concepção – fase de pensamento do profissional;
- b) Desenho ou representação gráfica: Acontece no período de representação do projeto – durante a fase de concepção – fase de desenvolvimento de desenhos com maior grau de precisão e mais detalhes. Pode-se valer de volumes, formas, cores, texturas, transparência ou qualquer meio gráfico para preparar a base do projeto;
- c) Visualização: Acontece no período de comunicação do projeto – fase de apresentar o modelo gráfico ou virtual ao público alvo.

Geralmente a ideia é concebida, representada graficamente e posteriormente, traduzida ao contratante. As etapas caracterizadas por ideia e representação estão interligadas no processo de concepção de um projeto e a visualização pode ocorrer em todas as fases da criação pelo profissional (SANTANA, 2008, p. 19).

### 2.3 Programa de necessidades do projeto arquitetônico

Os processos da vida, que na casa mínima se desenvolvem num só compartimento, subdividem-se cada vez mais, de acordo com as necessidades e a situação econômica, até chegar ao palácio, no qual para cada função dispõe-se de zonas com forma, localização e dimensões apropriadas (NEUFERT, 1998, p.190).

O projetista desenvolve o processo criativo no sentido de interpretar as expectativas, aspirações e necessidades do usuário, visando fixá-las numa linguagem instrumental, compatível com os procedimentos racionais próprios do processo de projeto. Esta fase, de reconhecimento, interpretação e organização dos elementos do contexto, constituem o que se pode denominar de análise programática. A exteriorização dos requisitos programáticos pode assumir diversas modalidades. Algumas necessidades e aspirações são expressas claramente pelos usuários, entretanto há um elenco numeroso de necessidades e aspirações que deixa de se exteriorizar. Cabe ao projetista transformar os requisitos inconscientes ou latentes em dados expressos e manifestos. Os requisitos podem manifestar-se de maneira explícita ou implícita. No primeiro caso, os dados são textualmente registrados no programa; e no segundo caso, os requisitos

ficam subentendidos, embora não verbalizados diretamente (SILVA, 1998 apud OLIVEIRA, 2003).

Este processo de identificação e verificação das necessidades dos clientes – programa de necessidades - como também quais são os objetivos e prioridades é defendido também por Blyth e Worthington (2001) para que o projeto tenha efetivo sucesso.

Segundo os autores, a verificação feita através dos questionários deve ser realizada em dois momentos do processo de projeto. Numa primeira fase (pré-projeto) na qual serão coletadas informações sobre as necessidades dos usuários e em uma fase posterior (pós-projeto) para constatação de estatísticas, opiniões e comentários. Algumas sugestões de Blyth e Worthington (2001) para a elaboração de questionários:

- a) Não se devem fazer perguntas com respostas impensáveis;
- b) Questões com múltipla escolha ou escala de valores fornecendo aos entrevistados uma vasta opção;
- c) Questões que consultem a opinião e comentários do entrevistado;
- d) Questões padronizadas;
- e) Ao entregar os questionários considerar o período de meia hora a uma hora entre a distribuição e a coleta deles.

### 2.3.1 Programa de necessidades da cozinha

Nesta seção apresenta-se o programa de necessidades da cozinha, ambiente que será realizada a pesquisa de campo.

Segundo Neufert (1998) a cozinha é o principal local de trabalho, e por isso deve ter dimensões mínimas necessárias para que não haja desperdício de superfície e facilite o trabalho. “Ao projetar uma cozinha deve-se estudar o agrupamento dos diversos elementos-tipo formando conjuntos que se adaptem aos espaços e respondam às exigências do serviço” (NEUFERT, 1998).

Aprofundando o assunto, Moia (1995) propõe o funcionamento da cozinha separado por frentes de trabalho, classificando-os em:

- a) Em relação à comida:
  - Recepção e armazenagem dos ingredientes;

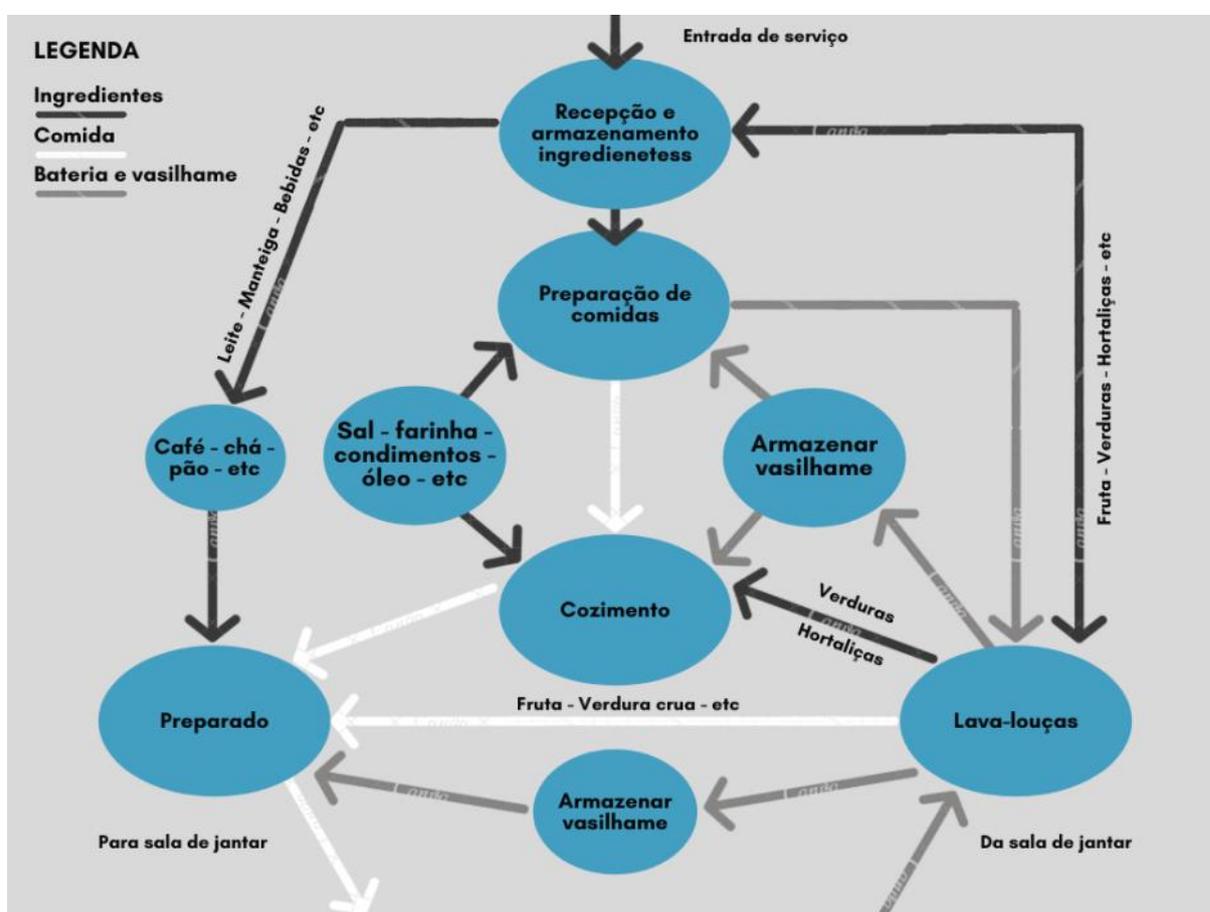
- Preparação das comidas;
- Cozimento;
- Acabamento.

b) Em relação aos utensílios da cozinha e dos vasilhames:

- Limpeza;
- Armazenamento.

Ainda sobre a o programa de necessidades da cozinha, Moia (1995) sugere atenção para a circulação, tipos de distribuição, ventilação e desenho, conforme Figura 5.

Figura 5 – Diagrama funcional do processo de trabalho na cozinha



Fonte: Moia (1995)

## 2.4 Informação digital do projeto arquitetônico

Nas últimas décadas houve algumas mudanças tecnológicas que influenciaram a representação de projetos, o que fez surgir uma nova forma de representação da linguagem

gráfica. O desenho digital se estabeleceu como instrumento predominante para a concepção e representação de projetos, o que pode ser observado nas diversas transformações ocorridas na prática profissional (BORGES<sup>5</sup>, 2001, apud SANTANA, 2008).

A possibilidade de visualizar o projeto através da geração, interpretação e manipulação das informações permite ao projetista entender os problemas e solucioná-los. E na simulação do mesmo, se permite a verificação e validação do modelo do projeto, segundo Santana (2008).

Este processo de mudanças de representação da informação do projeto arquitetônico, resultado das novas tecnologias, influenciou na forma de comunicação como também no entendimento do projeto tanto por parte dos projetistas como por parte dos clientes.

A possibilidade de se ter uma nova experiência decorrente de ações humanas com relação ao modelo tecnológico é evidente, pois a existência de um novo espaço possibilita uma diferenciada vivência social, mudança nas formas de comunicação e também, de representação de projetos arquitetônicos. As formas percebidas pelas pessoas dos objetos passam da ordem física para a virtual (PIAZZALUNGA<sup>6</sup>, 2005, apud SANATANA, 2008).

Desta forma, a informação digital – comunicação – do projeto entre o profissional e o contratante sofreu uma revolução tecnológica e o profissional passou a se valer de representações gráficas como maquetes eletrônicas e passeios virtuais no interior da edificação ainda não construída.

Para exemplificação de sistemas de visualização de um ambiente virtual no campo de projetos arquitetônicos serão apresentados três sistemas:

- a) Maquete eletrônica ou digital: é a sintetização da informação por simulação volumétrica de um projeto arquitetônico produzido em ambiente gráfico-computacional com a utilização da modelagem tridimensional, sua principal função é gerar imagens em algum dispositivo de apresentação.
- b) Visualização tridimensional não imersiva: é a visualização do ambiente virtual que não busca o afastamento do mundo real e imersão no ambiente

---

<sup>5</sup> BORGES, M. M. Formas de representação do projeto. In: NAVEIRO, R. M.; OLIVEIRA, V. F. de (orgs.). **O projeto de engenharia, arquitetura e desenho industrial: conceitos, reflexões, aplicações, formação profissional**. Juiz de Fora: Universidade de Juiz de Fora, 2001.

<sup>6</sup> PIAZZALUNGA, R. **A virtualização da arquitetura**. Campinas: Papyrus, 2005.

criado artificialmente, sua principal função é inserir elementos virtuais em um cenário real.

- c) Visualização tridimensional imersiva: é a visualização do ambiente virtual no qual os sentidos humanos são simulados, sua principal função é simular as experiências sensoriais com o apoio de dispositivos vestíveis que isolam os elementos do mundo real.

#### 2.4.1 Maquete eletrônica

Um projeto arquitetônico representado em duas dimensões deixa margens a inúmeras interpretações, impossibilitando um perfeito entendimento do que se está querendo transmitir. Representar em uma terceira dimensão, reduz inúmeros erros de interpretação por tornar visível aquilo que se está projetando (HARFMANN<sup>7</sup>, 1993, apud FREITAS, 2000, p.17).

As maquetes eletrônicas, ou modelos digitais, segundo Florio, Segall e Araújo (2007) permitem o teste de uma série de aspectos e características do ambiente projetado, antecipando assim a realidade construída. Tais modelos, segundo os autores, tornam mais fáceis o processo de experimentação e simulação de cores e textura, como também a simulação de diversos tipos de iluminação.

Uma das possibilidades da utilização do modelo digital – maquete eletrônica – são as imagens 3D realista, que são obtidas através da renderização do modelo. E uma outra possibilidade é a Realidade Aumentada (RA), obtida através da sobreposição de objetos virtuais inseridos no mundo real.

##### 2.4.1.1 Renderização

Visualizações geradas digitalmente como as renderizações são comumente usadas hoje em dia por escritórios de arquitetura na representação de criações arquitetônicas, segundo Branco e Leitão (2018). E segundo os autores, esta prática não é aplicada somente nas etapas finais do processo de projeto, mas também no início para expressar conceitos ou ideias, ou seja, no processo de criação.

---

<sup>7</sup> HARFMANN, A. C. Component-Based, Three-Dimensional Working Drawing. *In: ACADIA*, 1993, Washington. **Proceedings** [...]. Washington: ACADIA , 1993.

São imagens, conforme Branco e Leitão (2018), geradas digitalmente e oferecem “experiências visuais” de projetos ainda não construídos, obtidas através de *renders*.

Segundo Baldam<sup>8</sup> (1999, apud OLIVEIRA, 2003, p.47), “Uma imagem com acabamentos reais facilita ainda mais o entendimento do projeto, criando circunstâncias para análise mais apurada”.

O mercado oferece diversos programas para o processamento das renderizações, criando imagens com elevados níveis de realidade muito convincentes. Entretanto, produzir este conteúdo pode não ser um processo rápido a depender do realismo desejado.

Os aplicativos de renderização arquitetônica recentes dispõem de recursos de iluminação e textura capazes de dar profundidade e realismo para os cenários criados, segundo Branco e Leitão (2018).

Softwares de modelagem como o SketchUP, Rhinoceros, ArchiCAD, Revit, Maya, AutoCAD, Vectorworks são exemplos de ferramentas que permitem o usuário produzir o modelo 3D, aprimorar seu cenário e renderizá-lo no mesmo ambiente. E alguns deles suportam plug-ins para este fim, como o V-ray ou Maxwell (BRANCO; LEITÃO, 2018, p.557).

Para o processo final de renderização estão disponíveis normalmente quatro tipos de opções, segundo Rendering (1998), *Gouraud*, *Phong*, *Raytracing* e *Radiosidade*:

- a) *Gouraud*: Técnica desenvolvida no início dos anos 1970, é extremamente rápida e é gerada através do cálculo das médias das intensidades de luz nas bordas do polígono para a formação do objeto;
- b) *Phong*: Esta técnica de renderização é o refinamento da *Gouraud* adicionado destaques espetaculares ao sombreamento “highlights” na suavidade do sombreamento;

Os dois tipos de técnicas citados são denominados “modelos de iluminação local”, conforme Rendering (1998) pois considera luz apenas a superfície que atinge diretamente a fonte de luz.

---

<sup>8</sup> BALDAM, R. L. **AutoCad: Utilizando Totalmente 2000 – 2D, 3D e Avançado**. São Paulo: Érica, 1999.

- c) *Raytracing*: Se tornou o método mais difundido e utilizado para renderizar imagens estáticas usando um modelo global que avalia como as superfícies são afetadas pela luz. Os raios de luz são rastreados somente entre o objeto e a vista – cena 3D. Não calcula a luz que é transmitida entre os objetos;
- d) *Radiosidade*: Técnica desenvolvida no início dos anos 1980. Considera cada superfície do modelo como um recurso de luz potencial, como uma malha, e a quantidade de luz distribuída de cada elemento da malha para os outros é calculada. Esta técnica permite que novas visualizações do objeto sejam desenhadas rapidamente na tela.

Segundo Rendering (1998) não há uma técnica para a renderização perfeita, os melhores softwares são aqueles que permitem a mistura das técnicas conforme o resultado que se deseja obter. Por isso, a escolha da técnica é primordial, já que uma vez mal escolhida se perde tempo e dinheiro.

#### 2.4.2 Realidade Aumentada

“A Realidade Aumentada (*Augmented Reality - AR*) permite o usuário ver o mundo real com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. Portanto a RA complementa o mundo real, ao invés de substituí-lo completamente” (AZUMA,1997, p.356).

Para o autor AZUMA (1997), define-se RA como o sistema que possua três características:

- a) Combinação real e virtual;
- b) Sistema interativo em tempo real;
- c) Registro em três dimensões.

O potencial de exploração da RA abrange diversas classes, “visualização médica; montagem, manutenção e reparo de máquinas; anotação e visualização de informações; planejamento da trajetória do robô; entretenimento; navegação e direcionamento de aeronaves militares” (AZUMA, 1997, p.356).

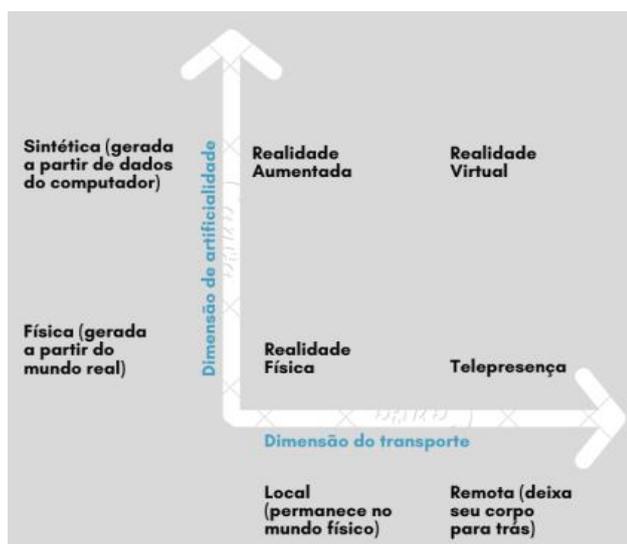
Além dos potenciais mencionados por Azuma (1997), novos estudos e proposições para o uso da RA surgiram, e cada vez mais áreas podem se beneficiar

da tecnologia. “Sistemas de informação pessoal; navegação; tours; narração esportiva; jogos; ambientes colaborativos em escritórios; educação e treinamentos” (VAN KREVELEN; POELMAN, 2010, p.10-14).

Segundo Azuma (1997), a Realidade Aumentada tem potencial para além de adicionar objetos a um ambiente real também removê-los. Esta “remoção” é conseguida através de sobreposições gráficas. E “com a Realidade Aumentada o usuário interage com elementos virtuais, tendo a sensação de que fazem parte do mundo real no cenário onde ele se encontra, aumentando a realidade” (FREITAS; RUSCHEL, 2010, p.128).

Na Figura 6, verifica-se que a Realidade Aumentada tem classificação separada da Realidade Virtual e da telepresença, segundo Benford et al.<sup>9</sup> (1998 apud VAN KREVELEEN; POELMAN, 2010, p.1).

Figura 6 – Classificação de espaços de acordo com transporte e artificialidade.



Fonte: Van Krevelen e Poelman (2010)

Segundo Shoab & Jaffry (2015), o que difere a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual é que, na virtual os usuários são incapazes de distinguir a diferença entre mundo real e mundo simulado. Entretanto, a ideia de Realidade Aumentada não teria chegado ao que é hoje não fosse a Realidade Virtual.

<sup>9</sup> BENFORD, S. *et al.* Understanding and constructing shared spaces with mixed-reality boundaries. *In: ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1997, Atlanta. **Proceeding** [...]. New York: ACM, 1998, v.5, n.3, p. 185-223.

Classificam-se três categorias de visores para exibição mesclada dos ambientes virtual e real, segundo Azuma et al. (2001):

- a) Visores de cabeça (HWD): O equipamento é montado na cabeça do usuário e a imagem é formada na frente de seus olhos. Existem dois tipos de visores de cabeça, um com visualização ótica e outro com transparência de vídeo;
- b) Visores de mão: O equipamento portátil que fica na mão do usuário combina o monitor, processador, memória e tecnologia de interação em um mesmo aparelho. Neste caso, câmeras de vídeo integradas ao aparelho capturam as cenas ao vivo do ambiente e como uma lente de aumento mostra os objetos reais em sobreposição com a RA no monitor;
- c) Visores de projeção: O equipamento projetor mostra as informações virtuais diretamente nos objetos físicos a serem aumentados, usa a projeção em vídeo e exibição de imagem em um monitor.

Ainda segundo Azuma et al. (2001) para a RA trazer a sensação ambiental, ela deve ser eficaz em reconhecer a localização do usuário e a posição de todos os objetos de interesse no ambiente. Outra questão importante apontada pelos autores, é a latência – período entre a criação e projeção do objeto. Quando a latência é baixa, atrasos são gerados na projeção do objeto, e conseqüentemente pior é a experiência do usuário.

Para Azuma et al. (2001, p.43) “os principais obstáculos que limitam o uso mais amplo da RA têm três temas: limitações tecnológicas, limitações da interface do usuário e problemas de aceitação social”.

#### 2.4.2.1 Realidade Aumentada na arquitetura

“RA aplicada à Arquitetura e Urbanismo muda não só a relação homem-computador, mas também o comportamento humano nas cidades, nos locais de trabalho, nas suas próprias casas” (AMIM, 2007, p.110).

Integrando desenhos, análises, fabricação e montagem de edificações em torno de tecnologias digitais, arquitetos, engenheiros e construtores têm uma oportunidade de redefinir fundamentalmente as relações entre concepção e produção. A Realidade Aumentada se apresenta como uma

ferramenta importante e útil para a Arquitetura e o Urbanismo Contemporâneos (AMIM, 2007, p.110).

Segundo Freitas e Ruschel (2010, p.127)

A Realidade Aumentada (RA), que é uma variação da RV, permite inserir elementos virtuais em ambientes reais, agregando versatilidade na visualização de modelos geométricos digitais integrados ao real, melhorando a percepção espacial, por exemplo.

Afirmam Kirner et al.<sup>10</sup> (2004 apud FREITAS; RUSCHEL, 2010) que RA diminui as dificuldades de visualização e localização do usuário no espaço, pois adicionam-se objetos virtuais sem perder a noção do ambiente real e ainda pode-se usar as mãos para mover e atuar sobre os objetos virtuais.

Na arquitetura e construção civil, esta tecnologia pode auxiliar na visualização de formas arquitetônicas projetadas, resultados de diversas simulações e análises, fabricação de componentes estruturais ou diretamente na construção (AMIM, 2007, p. 59).

E para a área da construção civil é possível explorá-la em pelo menos seis principais aplicações, conforme Figura 7:

- a) Design de projeto;
- b) Experiência do cliente;
- c) Manutenção;
- d) Treinamento;
- e) Tour virtuais;
- f) Decoração.

---

<sup>10</sup> KIRNER, C.; TORI, R. (eds.). Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências. São Paulo: Mania de Livro, 2004, v. 1, p. 3-20.

Figura 7 – Aplicação da RA na construção civil.



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

#### 2.4.2.2 Aplicativo Augin®

Aplicativo lançado no ano de 2019 no maior evento de tecnologia para a construção no Brasil, Construtech, o Augin® é um aplicativo gratuito para Android e IOS capaz de trazer modelos e projetos 3D para a Realidade Aumentada de forma rápida e precisa.

Atualmente o aplicativo possui números expressivos, informados pela empresa:

- a) Mais de 80.000 usuários;
- b) Em mais de 160 países ao redor do mundo;
- c) E mais de 90.000 projetos processados.

Além do aplicativo, a empresa lançou no ano de 2020, o Augin AR WEB®, uma solução para apresentação de projetos e visualização de modelos 3D através da Realidade Aumentada facilmente acessada através de qualquer navegador de internet.

Com o Augin AR WEB o setor da construção ganha uma nova forma de visualizar produtos e projetos em 3D e realidade aumentada, sendo possível entender detalhes de projeto vendo e interagindo com o modelo de uma forma muito mais parecida com a vida real do que vídeos, imagens ou renders estáticos (AUGIN, 2020).

### 3. MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO

Para este trabalho, o método de pesquisa adotado é a pesquisa de campo, que avalia a compreensão do projeto arquitetônico pelo usuário como também a otimização do processo de projeto. A pesquisa foi desenvolvida em duas situações, 1) na exposição das imagens 3D realista ao participante, 2) na exposição da Realidade Aumentada no aplicativo Augin®, ao mesmo participante. O objetivo foi verificar como o participante percebe o ambiente virtual nas duas situações apresentadas, com o intuito de orientar uma ferramenta de projeto que contribua e otimize o processo de projeto.

O ambiente estudado foi um cômodo específico de um edifício residencial unifamiliar.

O método de pesquisa seguiu as etapas especificadas abaixo:

- a) Definição do ambiente em estudo;
- b) Adequação da maquete eletrônica (ambiente virtual), desenvolvimento das imagens 3D realista e Realidade Aumentada no aplicativo Augin®;
- c) Elaboração dos questionários de acordo com Blyth e Worthington (2001);
- d) Ensaio da pesquisa = pré-teste;
- e) Avaliação do pré-teste e ajustes necessários;
- f) Aplicação da pesquisa de campo segundo Villa e Ornstein (2013);
- g) Análise dos dados.

A pesquisa de campo foi realizada em três fases, todas desenvolvidas em ambiente virtual. Na primeira fase, o participante respondia um questionário de caracterização de seu perfil, e na sequência lhe eram apresentadas as imagens 3D realista do ambiente em estudo. Então o participante era submetido ao Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente – QVPA 3D Realista. As imagens estavam ao lado do questionário, desta forma, o participante podia verificá-las quantas vezes julgasse necessário para uma melhor percepção do projeto arquitetônico.

Na segunda fase, o participante visitava o projeto através da Realidade Aumentada no aplicativo Augin®, baixado em seu celular, e em seguida respondia ao Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente – QVPA Realidade

Aumentada. Já na terceira fase, foi feito o comparativo da percepção do participante em relação à apresentação do projeto arquitetônico com imagens 3D realistas e com a Realidade Aumentada.

Foram desenvolvidos três questionários: 1) para a caracterização do participante; 2) para verificação da percepção do participante em relação às imagens 3D realistas e 3) para verificação da percepção do participante em relação à Realidade Aumentada no aplicativo Augin®, mesmo questionário utilizado na percepção das imagens 3D realistas até a 21ª questão, modificado da 22ª a 24ª questão, e acrescido da 25ª a 27ª questão.

O questionário de caracterização do perfil do participante foi estruturado conforme indica Okamoto (2002) em sua pesquisa, propondo a capacidade do ser humano em filtrar estímulos que chegam até ele através de filtros condicionantes, que segundo o autor, são: sensoriais, fisiológicos, operativos e culturais.

Os questionários de verificação da percepção do participante tiveram como base o conteúdo programático definido por Moia (1995) e reafirmado por Neufert (1998) para a tipologia do ambiente em estudo. Estes questionários foram aplicados duas vezes para extrair parâmetros sobre a percepção do ambiente virtual pelo participante nas duas situações apresentadas, imagens 3D realista e Realidade Aumentada no aplicativo Augin®.

Foi desenvolvido um pré-teste da pesquisa no mesmo ambiente virtual para definição de amostragem, verificação dos questionários e execução de ajustes necessários.

Após realizar os ajustes identificados, foi iniciada a pesquisa de campo.

Ao finalizar a pesquisa de campo, os dados obtidos foram analisados conforme abaixo:

- a) Definição da amostra de estudos e perfil do participante;
- b) Manutenção da Percepção Global;
- c) Manutenção da Percepção nas questões objetivas e subjetivas;
- d) Ferramentas de projeto: Imagens 3D realista x Realidade Aumentada;
- e) Opinião dos participantes.

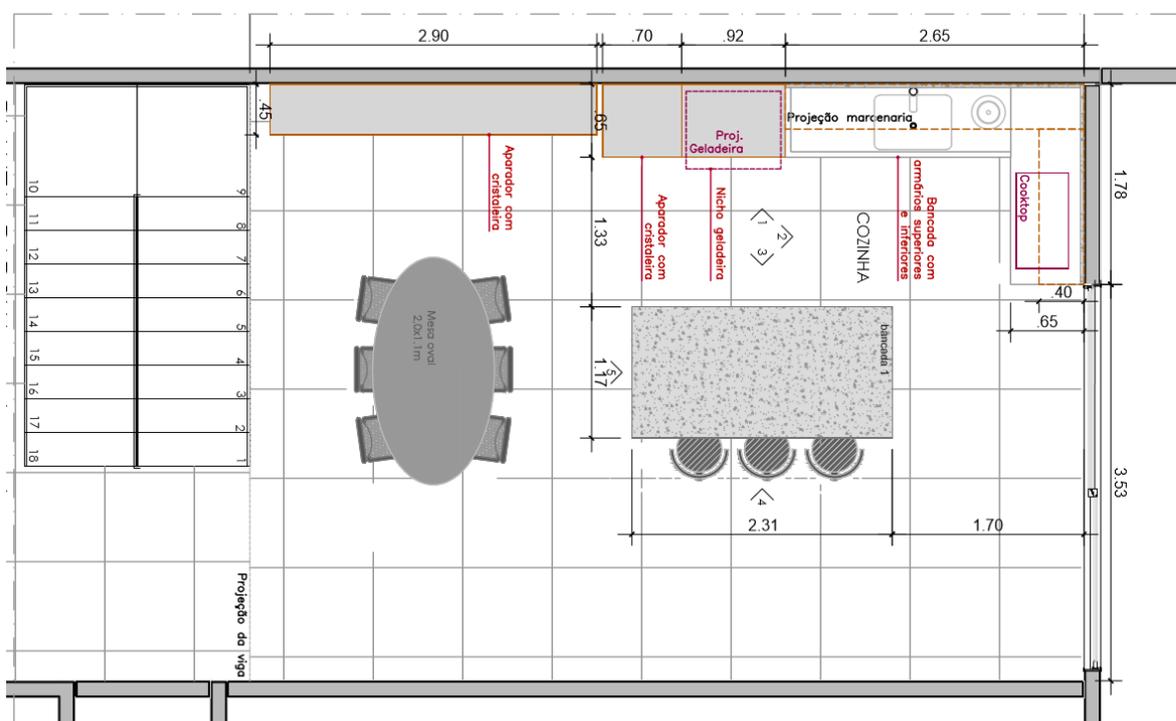
## 4. PESQUISA DE CAMPO

### 4.1 Definição do ambiente em estudo

Estabeleceu-se como ambiente a ser estudado a cozinha de um projeto residencial unifamiliar, desenvolvido no escritório da autora desta monografia (Figura 8). Como critérios de seleção elenca-se a função específica do ambiente, facilidade de coleta de informações (desenhos técnicos e levantamento), vasta literatura sobre o seu programa de necessidades, familiaridade dos participantes com a tipologia do ambiente e similaridade com o escopo desenvolvido por diversos escritórios de arquitetura.

O questionário da pesquisa foi desenvolvido a partir de um programa de necessidades, traduzido em perguntas, proposto por Moia (1995) e reafirmado por Neufert (1998).

Figura 8 – Planta baixa do ambiente estudado



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

O projeto da cozinha possui uma porta de acesso com quatro folhas, sendo duas fixas e duas móveis, seus equipamentos são dispostos em forma de “L” com uma ilha central.

Os eletrodomésticos estão dispostos na seguinte sequência, torre quente (micro-ondas e forno elétrico) e refrigerador na parede perpendicular a escada, e cooktop juntamente com a coifa, na parede lateral. Não há máquina de lavar-louças nem adega climatizada.

#### 4.2 Definição do local da pesquisa

Foi definido o ambiente virtual, através do aplicativo Google Meet®, como local para realizar a pesquisa.

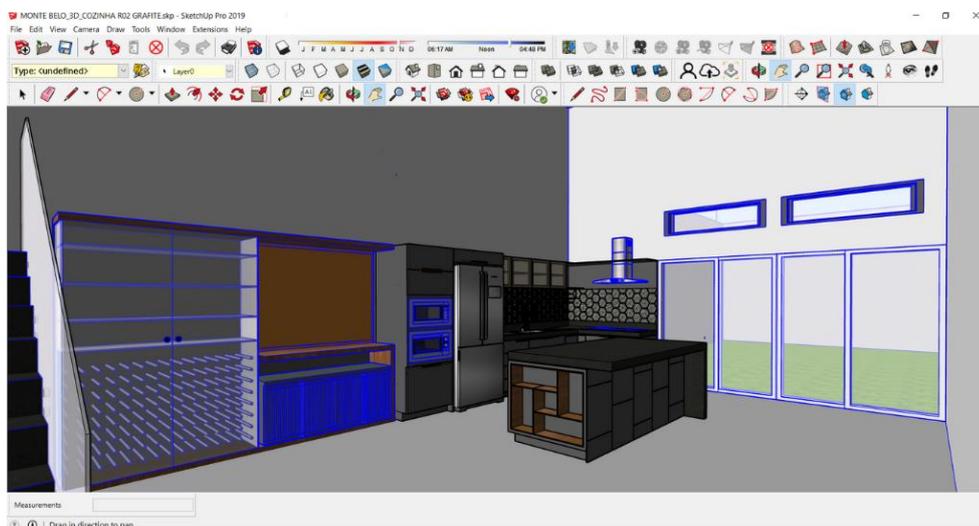
Para a escolha do local considerou-se os seguintes fatores:

- a) Flexibilidade nos horários de aplicação da pesquisa;
- b) Facilidade em contatar os participantes permitindo um número de amostragem significativo;
- c) Interesse da pesquisadora na experimentação de apresentação de projeto 100% online.

#### 4.3 Adequação da maquete eletrônica (ambiente virtual) e desenvolvimento das imagens 3D realista e realidade aumentada no aplicativo Augin®

A partir da maquete eletrônica anteriormente desenvolvida no software SketchUp Pro - versão 2019 - conforme Figura 9, o arquivo foi adequado para a extração das imagens 3D realista e Realidade Aumentada, no aplicativo Augin®. O software SketchUp Pro é uma ferramenta completa para modelagem, texturização, iluminação e render, como também permite um grande número de plug-ins que ampliam sua potencialidade.

Figura 9 – Maquete virtual do ambiente



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

#### 4.3.1 Imagens 3D realista

A maquete eletrônica foi então processada através do plug-in V-ray – versão 3.4 – sendo possível extrair as imagens 3D realista que posteriormente foram usadas no primeiro teste, conforme Figura 10.

Figura 10 – Maquete virtual processada no V-ray – versão 3.4



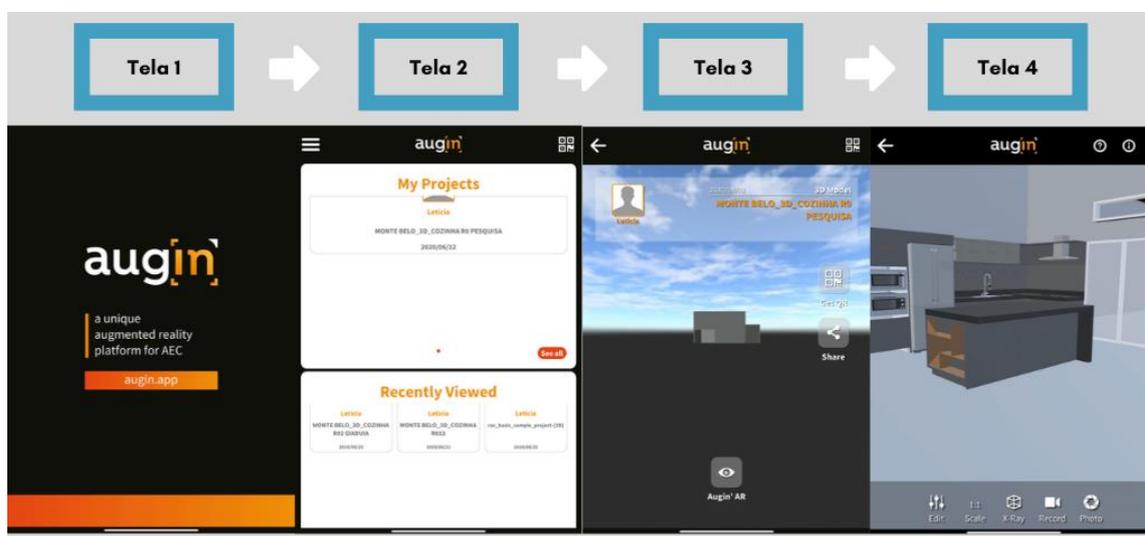
Fonte: Elaborado pela autora (2019)

### 4.3.2 Realidade aumentada no aplicativo Augin®

Em um segundo momento, optou-se pelo desenvolvimento da Realidade Aumentada baseada na visão (SHOAIB; JAFFRY, 2015) que consiste no uso de recursos de processamento da imagem capturada para fazer o rastreamento dos objetos virtuais. E animações do tipo exploratória e simplificada. Exploratória, pois o usuário explora o ambiente virtual definindo o seu próprio percurso como também pontos que deseja focar. E simplificada já que neste caso não possui recursos de renderização como luz, sombra e texturas.

A mesma maquete foi então processada no software Augin®, que a posteriori possibilitou a visualização do segundo teste com a Realidade Aumentada, Figura 11, como indica Azuma (1997), complementando a percepção do mundo real através da sobreposição ou composição de elementos virtuais a ele. A visualização da Realidade Aumentada pode ser experimentada seguindo o passo a passo apresentado no anexo D.

Figura 11 – Passo a passo no aplicativo Augin®



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

## 4.4 Elaboração dos questionários

Os três questionários desenvolvidos serão apresentados a seguir: Questionário de Caracterização do Perfil do Participante, Questionário de Verificação da Percepção do ambiente 3D realista e Questionário de Verificação da

Percepção do Ambiente Realidade Aumentada. Foram elaborados no Google Forms® favorecendo a análise de dados como também a documentação.

#### 4.4.1 Questionário de Caracterização do Perfil do Participante

Este questionário foi desenvolvido de acordo com os estudos de Okamoto (2002). Estruturado em características individuais, que segundo o autor, podem funcionar como filtros condicionantes na percepção do indivíduo em relação ao ambiente. São eles:

- a) Faixa etária e gênero: são considerados filtros fisiológicos e operativos, nesta ordem, e que diferem na interpretação da realidade;
- b) Profissão, nível de escolaridade, familiaridade com recursos tridimensionais e prévio conhecimento do ambiente em estudo: considerados filtros culturais que dependem da origem familiar ou cultural, e que diferem a maneira de enxergar o meio ambiente;
- c) Daltonismo: considerado filtro sensorial que advém de aptidões perceptivas suficientes ou deficientes dos sentidos.

O Questionário de Caracterização do Perfil do Participante encontra-se no anexo A.

#### 4.4.2 Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente 3D realista

O questionário teve como premissa o conteúdo programático indicado por Moia (1995) e afirmado por Neufert (1998) para o ambiente em estudo apresentado na seção 4.1. Villa e Ornstein (2013, p.15) consideram que “o habitar é um conceito que extrapola o objeto edificado, expandindo-se ao entorno imediato da moradia, revestindo-se de características subjetivas inerentes à relação que se estabelece entre o(s) morador(es) e o ambiente sociofísico que o(s) recebe”, e afirmam que “para projetar e executar moradias de modo condizente com as necessidades e aspirações dos seus futuros ocupantes – é essencial entender o papel delas na vida dessas pessoas”.

O Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente 3D realista, denominado QVPA - 3D Realista, é apresentado no anexo B.

Sua elaboração seguiu os parâmetros sugeridos por Blyth e Worthington (2001), com a exploração das necessidades e desejos que atendem o usuário, como também com a comunicação e linguagem clara. As questões 1, 2, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18 e 19 deste questionário, apresentadas na Tabela 2, são questões objetivas de múltipla escolha do tipo certo ou errado, fornecendo aos participantes diversas possibilidades de escolha. As questões 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 16, 20, 21 e 22 do questionário são subjetivas, Tabela 3, e apresentam a escala de valores do tipo: muito ineficiente, ineficiente, regular, eficiente, muito eficiente e não sei. Já a questão 23, indicada na Tabela 4, foi formulada para obter os comentários e opiniões dos participantes a respeito da pesquisa conforme sugere Blyth e Worthington (2001).

#### 4.4.3 Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente Realidade aumentada

O Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente Realidade Aumentada, denominado QVPA - RA, é apresentado no anexo C.

Este questionário é composto pelas mesmas perguntas do QVPA - 3D Realista até a questão de número 20. As questões 21 e 22, são correspondentes as do QVPA - 3D, porém cada qual refere-se ao seu teste. A manutenção das perguntas em ambos os questionários, conforme apresentado nas Tabelas 2 e 3, visa à comparação das respostas em um mesmo participante da pesquisa com o intuito de verificação de manutenção ou não das respostas.

As questões 23 e 24 procuram obter a validação da Realidade Aumentada como ferramenta projetual que melhore o entendimento do projeto por parte do participante, e as questões 25 e 26 as complementam no sentido de obter a visão e opinião do participante, conforme sugere Blyth e Worthington (2001), ambas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Questões objetivas

N°	QVPA	PERGUNTAS OBJETIVAS
1	3D realista   realidade aumentada	Como você identifica este cômodo?
2	3D realista   realidade aumentada	Quais são os equipamentos eletrodomésticos existentes?
10	3D realista   realidade aumentada	Como você identifica a cuba da bancada?
11	3D realista   realidade aumentada	Qual a posição da torneira?
12	3D realista   realidade aumentada	Quais os equipamentos estão ao lado da cuba?
14	3D realista   realidade aumentada	Os armários inferiores possuem base de alvenaria?
15	3D realista   realidade aumentada	Qual a melhor forma define este ambiente?
17	3D realista   realidade aumentada	O número total de portas existentes no ambiente é de  (porta: dispositivo que abre e fecha, tem maçaneta e permite acesso a outro ambiente) é?
18	3D realista   realidade aumentada	A distância máxima entre o piso e o teto do ambiente é de?
19	3D realista   realidade aumentada	O ambiente possui alguma janela?

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Tabela 3 – Questões subjetivas

N°	QVPA	PERGUNTAS SUBJETIVAS
3	3D realista   realidade aumentada	O espaço para acomodar armários e geladeira - equipamentos necessários na conservação dos alimentos - é?
4	3D realista   realidade aumentada	Para preparar e cozinhar alimentos o espaço destinado ao cooktop, microondas, forno elétrico e bancada é?
5	3D realista   realidade aumentada	Como você identifica a circulação entre a bancada da pia , cooktop e ilha durante a preparação dos alimentos?
6	3D realista   realidade aumentada	Como você define a distribuição dos equipamentos (cooktop, forno elétrico, forno microondas, geladeira) durante o cozimento dos alimentos?
7	3D realista   realidade aumentada	Como você identifica a altura das bancadas de trabalho?
8	3D realista   realidade aumentada	Como você identifica a largura das bancadas de trabalho?
9	3D realista   realidade aumentada	Como você identifica o espaço destinado às refeições rápidas?
15	3D realista   realidade aumentada	Como você identifica a distância entre os armários superiores e a bancada?
16	3D realista   realidade aumentada	Em relação ao espaço de circulação do ambiente é?
20	3D realista   realidade aumentada	Em geral como você avalia este ambiente?
21	3D realista	No geral como você avalia a apresentação de projeto através da imagem 3D realista?
21	Realidade aumentada	No geral como você avalia a apresentação de projeto através da realidade aumentada?
22	3D realista	Como você avalia a visualização de projeto através da imagem 3D realista?
22	Realidade aumentada	Como você avalia a visualização de projeto através da realidade aumentada?

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Tabela 4 – Questões opinião dos participantes

N°	QVPA	PERGUNTAS: OPINIÃO DOS PARTICIPANTES
23	3D realista	Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através de imagens 3D realistas?
23	Realidade aumentada	A Realidade aumentada COMPLEMENTA as imagens 3D realistas?
24	Realidade aumentada	A Realidade aumentada SUBSTITUI as imagens 3D realistas?
25	Realidade aumentada	Por quê?
26	Realidade aumentada	Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através da realidade aumentada?

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

#### 4.5 Pré-teste

Para a validação do teste e dos questionários foi realizado um pré-teste com três pessoas, convidadas aleatoriamente. E verificou-se que alguns ajustes eram necessários, conforme listados abaixo:

- a) Melhor controle da iluminação nas imagens 3D realista;
  - As imagens estavam escuras e dificultavam a compreensão do participante;
- b) Criação de e-mail para agendamento das entrevistas através do Google Agenda® e envio do link da reunião online (Google Meet®) ao participante;
  - O participante teve acesso ao link da sala virtual muito antes da reunião acontecer, e recebeu um lembrete virtual, o que aumentou o comprometimento com a pesquisa, como também já estava online no horário marcado;
- c) Criação de acesso único ao aplicativo Augin®;
  - O participante não precisou inserir seus dados pessoais para o acesso no aplicativo Augin®, e ao acessá-lo já encontrava o ambiente em estudo;
- d) Compartilhamento da tela, leitura e preenchimento do questionário feito pela pesquisadora;

- Desta forma o participante não teve que se preocupar em dividir sua tela para visualizar as imagens e o questionário, a pesquisadora desempenhou esta função. E não foi necessário o envio de outro link que pudesse gerar confusões de preenchimento do questionário;

e) Requerimento de obrigatoriedade de resposta;

- Facilitou o controle da pesquisadora para que todas as questões fossem respondidas, não invalidando o questionário;

f) Reformulação do questionário.

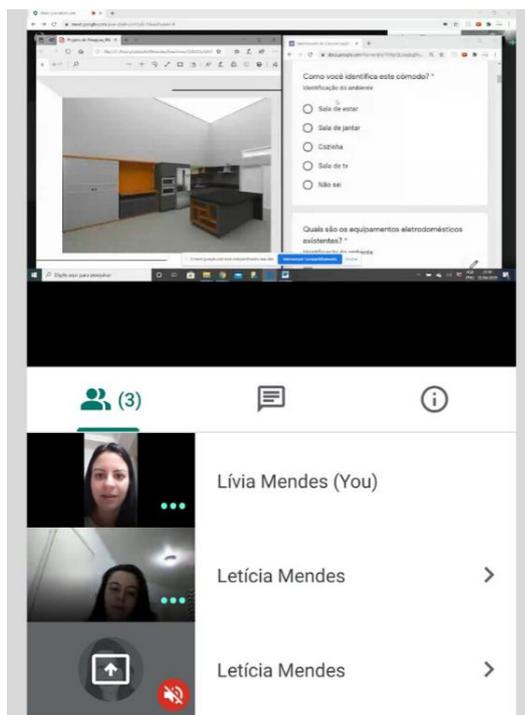
- Os questionários tiveram questões reformuladas para facilitar a comunicação e falar a mesma linguagem do participante conforme sugere Blyth e Worthington (2001).

#### 4.6 Aplicação da pesquisa de campo

Os participantes foram convidados aleatoriamente entre parentes e amigos, como também através de uma ação no Instagram® da autora desta monografia que captou conhecidos e colegas de estudo.

Ao iniciar a reunião online os participantes recebiam a instrução de baixar em seus celulares o aplicativo Augin® para posterior uso. Então a tela da pesquisadora era compartilhada, de forma que no lado direito da tela via-se o questionário, e do lado esquerdo da tela as imagens 3D realista, conforme Figura 12.

Figura 12 – Aplicação da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Primeiramente o participante respondia ao Questionário de Caracterização do Perfil do Participante (anexo A) e em seguida a pesquisadora passava as seguintes instruções:

- a) Procure explorar as imagens com calma enquanto responde ao questionário;
- b) O ambiente em estudo limita-se entre a escada e a parede oposta a ela (onde se localiza a coifa);
- c) Se tiver dúvidas, não hesite em perguntar ao pesquisador.

Em seguida as imagens 3D realista eram passadas e se iniciava a leitura e preenchimento do Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente 3D realista (anexo B). O participante podia solicitar ver determinada imagem quantas vezes julgasse necessário para compreender o ambiente.

Após esta etapa, o participante era instruído para abrir o aplicativo Augin® em seu celular. Na sequência o passo a passo de uso era informado pela pesquisadora. Até que o participante conseguisse enxergar o ambiente através da Realidade Aumentada no aplicativo Augin®, a pesquisadora repassava toda a sequência de ações quantas vezes fossem necessárias. Ao se localizar, o participante ficava livre

para explorar a tecnologia e o ambiente em estudo conforme achasse conveniente. Posteriormente o Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente Realidade Aumentada (anexo C) era preenchido.

## 5. RESULTADOS

A análise dos dados coletados na pesquisa de campo será apresentada nesta seção na forma de textos e gráficos. E seguirá as seguintes etapas: Definição da amostra de estudo e perfil dos participantes, manutenção da percepção global, manutenção da percepção das questões objetivas e subjetivas, ferramentas de projeto e opinião dos participantes.

Durante a pesquisa, diversos participantes expressaram verbalmente suas sensações e opiniões, além das questões apresentadas. Dez participantes se mostraram muito interessados e admirados com o uso da Realidade Aumentada. Doze participantes manifestaram o quanto a ferramenta é interessante, porém que o uso do aplicativo era limitante. E dois participantes foram enfáticos ao dizer que a ferramenta não é algo que lhes agradava.

A seguir, são apresentados detalhadamente o perfil dos respondentes e cada uma de suas respostas coletadas.

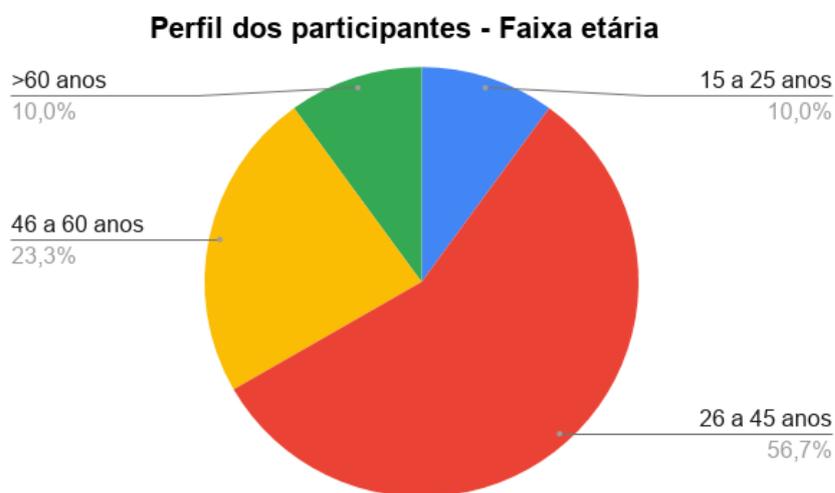
### 5.1 Definição da amostra de estudo e perfil do participante

A pesquisa de campo foi realizada em sua totalidade com trinta participantes. E para a análise do perfil dos mesmos utilizou-se os filtros de percepção sugeridos por Okamoto (2002), são eles: faixa etária, gênero, escolaridade, familiaridade com recursos 3D, conhecimento prévio do ambiente em estudo e daltonismo.

Adicionalmente a amostra é caracterizada segundo a profissão dos participantes. Todos os dados coletados a partir do Questionário de Perfil do Participante (anexo A).

O primeiro parâmetro a ser analisado é o da faixa etária (idade) dos participantes, entre 15 a >60 anos, disposto na Figura 13. Observa-se que 56,7% dos participantes eram da faixa etária entre 26 a 45 anos de idade. Notadamente a representatividade dos participantes da pesquisa pertence à faixa etária que geralmente procuram escritórios de arquitetura para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos.

Figura 13 – Faixa etária dos participantes



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

O segundo parâmetro a ser analisado é o gênero dos participantes. Na Figura 14 demonstra-se que 56,7% dos participantes são mulheres, ou seja, 17 pessoas. E que os 43,3% restantes são homens, 13 pessoas.

Figura 14 – Gênero dos participantes



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

No terceiro parâmetro da análise, nível de escolaridade dos participantes da pesquisa. Observa-se na Figura 15 que a maior fração dos entrevistados é de participantes com pós-graduação. E que 70% de sua totalidade tinha graduação, pós-graduação ou mestrado.

Figura 15 – Nível de escolaridade dos participantes



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A distribuição do nível de escolaridade dos participantes da pesquisa com relação à faixa etária é:

- a) De 15 a 25 anos (2 participantes): 100% dos participantes têm ensino médio completo;
- b) De 26 a 45 anos (18 participantes): 50% dos participantes têm pós-graduação; 33,3% dos participantes têm graduação completa; 5,6% dos participantes têm ensino médio completo e 11,1% dos participantes têm ensino médio incompleto;
- c) De 46 a 60 anos (7 participantes): 28,6% dos participantes têm mestrado; 42,8% dos participantes têm pós-graduação; 14,3% dos participantes têm ensino médio completo e 14,3% dos participantes têm ensino médio incompleto;
- d) >60 anos (3 participantes): 33,4% dos participantes têm pós-graduação; 33,3% dos participantes têm ensino fundamental completo e 33,3% dos participantes têm ensino médio completo.

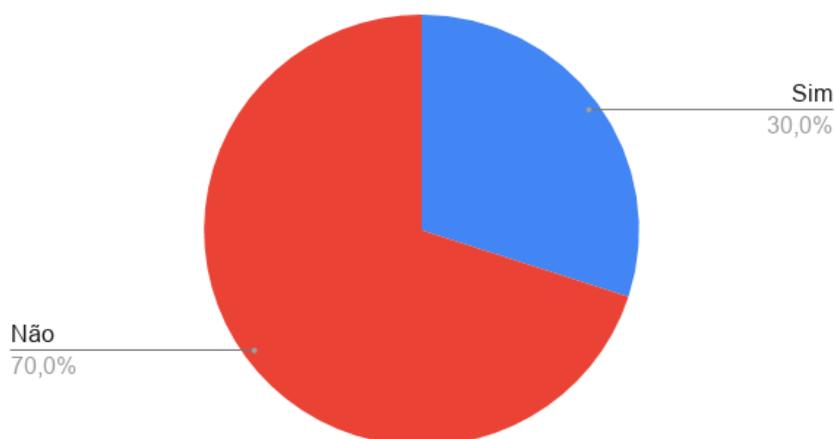
Verifica-se que os participantes mais jovens, 15 a 25 anos, apresentam nível de escolaridade compatível com a idade, ensino médio completo. Já os participantes de 26 a 45 anos apresentam maior porcentagem de participantes com pós-graduação, 50%. Os participantes de 46 a 60 anos são os únicos participantes que

possuem mestrado, representando 28,6% do seu total, e entre os participantes com >60 anos a distribuição é proporcional com relação a pós-graduação, ensino fundamental completo e ensino médio completo. É possível notar que o nível de escolaridade é compatível com a distribuição da faixa etária.

E o quarto parâmetro a ser analisado, familiaridade dos participantes com recursos 3D. A Figura 16 demonstra que a grande maioria dos participantes, 70% da amostra, não possui familiaridade. E que 30% da amostra possuem familiaridade com recursos 3D.

Figura 16 – Familiaridade dos participantes com recursos 3D

**Perfil dos participantes - Familiaridade com recursos 3D**



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Os parâmetros para caracterização do perfil dos participantes segundo filtros culturais e filtro sensoriais, conforme sugerido por Okamoto (2002), não foi efetuada. A seguir as justificativas correspondentes:

- a) Conhecimento prévio do ambiente de estudo (filtro cultural): Nenhuma das pessoas entrevistadas possuía conhecimento prévio do ambiente em estudo;
- b) Daltonismo (filtro sensorial): Nenhum dos participantes da pesquisa alegou ser daltônico;
- c) Profissão: Devido à diversidade de profissões das pessoas entrevistadas não foi possível levar em questão para caracterização.

## 5.2 Manutenção da Percepção Global – MPG

A Manutenção da Percepção Global (MPG) é determinada pela relação entre o índice de Manutenção da Percepção e o índice de Não Manutenção da Percepção.

Para a verificação da Manutenção da Percepção Global dos participantes, foram utilizadas todas as questões dos dois questionários, QVPA 3D realista e QVPA Realidade Aumentada, exceto as seguintes:

- a) Questão 2 (objetiva) – “Quais são os equipamentos eletrodomésticos existentes?” (Anexo B e C);
- b) Questão 12 (objetiva) – “Quais os equipamentos estão ao lado da cuba?” (Anexo B e C);
- c) Questão 21 (subjativa) – “No geral como você avalia a apresentação de projeto através da imagem 3D realista?” (Anexo B);
- d) Questão 21 (subjativa) – “No geral como você avalia a apresentação de projeto através da realidade aumentada?” (Anexo C);
- e) Questão 22 (subjativa) – “Como você avalia a visualização de projeto através da imagem 3D realista?” (Anexo B);
- f) Questão 22 (subjativa) – “Como você avalia a visualização de projeto através da realidade aumentada?” (Anexo C);
- g) Questão 23 (opinião dos participantes) – “Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através de imagens 3D realistas?” (Anexo B);
- h) Questão 23 (opinião dos participantes) – “A Realidade aumentada COMPLEMENTA as imagens 3D realistas?” (Anexo C);
- i) Questão 24 (opinião dos participantes) – “A Realidade aumentada SUBSTITUI as imagens 3D realistas?” (Anexo C);
- j) Questão 25 (opinião dos participantes) – “Por quê?” (Anexo C);
- k) Questão 26 (opinião dos participantes) – “Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através da realidade aumentada?” (Anexo C).

As análises destas questões serão apresentadas nas seções 5.3.1.2, 5.3.1.3, 5.4, 5.5. Portanto, com a exclusão das mencionadas, a análise de Manutenção da Percepção Global foi realizada com base em dezoito questões.

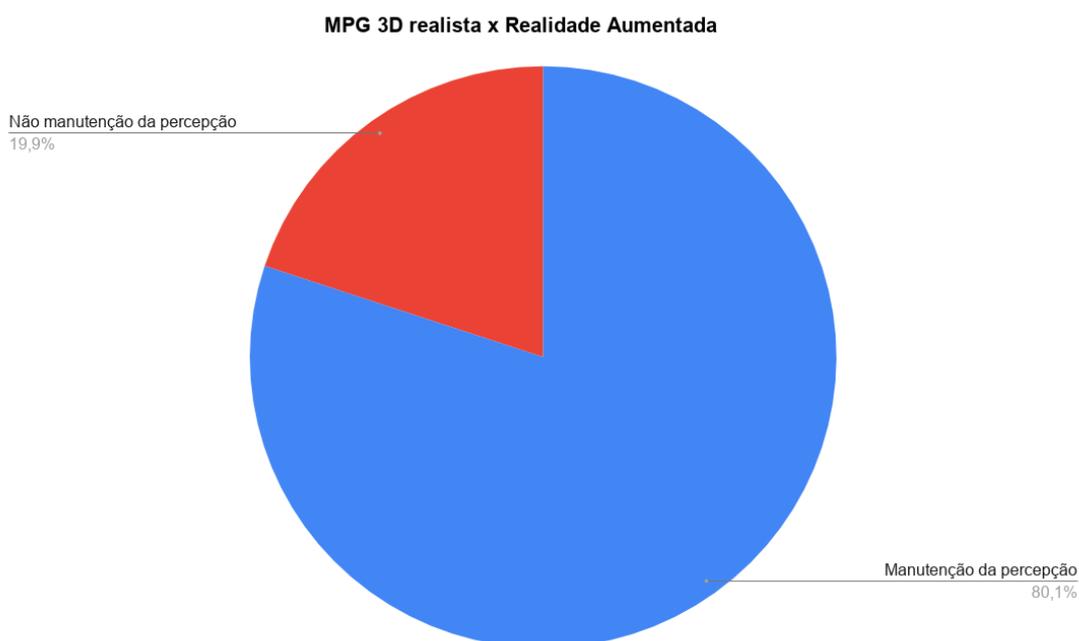
Como apresentado anteriormente, cada uma das questões é respondida em duas situações (QVPA 3D realista e QVPA realidade aumentada). Portanto, seriam obtidos 18 IMP (Índice de Manutenção da Percepção) referentes à comparação das imagens 3D realista x Realidade Aumentada, por participante. Entretanto, cinco participantes da amostra responderam “não sei” para **uma** das questões, um participante respondeu “não sei” para **duas** questões e dois participantes da amostra responderam “não sei” para **três** questões.

Desta maneira, o número de IMP gerados no experimento foi de 527 IMP:

- a) 22 participantes x 18 IMP = 396 IMP;
- b) 5 participantes x 17 IMP = 85 IMP;
- c) 1 participantes x 16 IMP = 16 IMP;
- d) 2 participantes x 15 IMP = 30 IMP.

Dentre todos os IMP analisados para as imagens 3D realista x Realidade Aumentada (527 IMP), 80,1% dos participantes da pesquisa apresentou a manutenção da percepção e 19,9% apresentou não manutenção da percepção, conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 – Manutenção da Percepção Global



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 5.2.1 Identificação da faixa etária do participante na Manutenção da Percepção Global

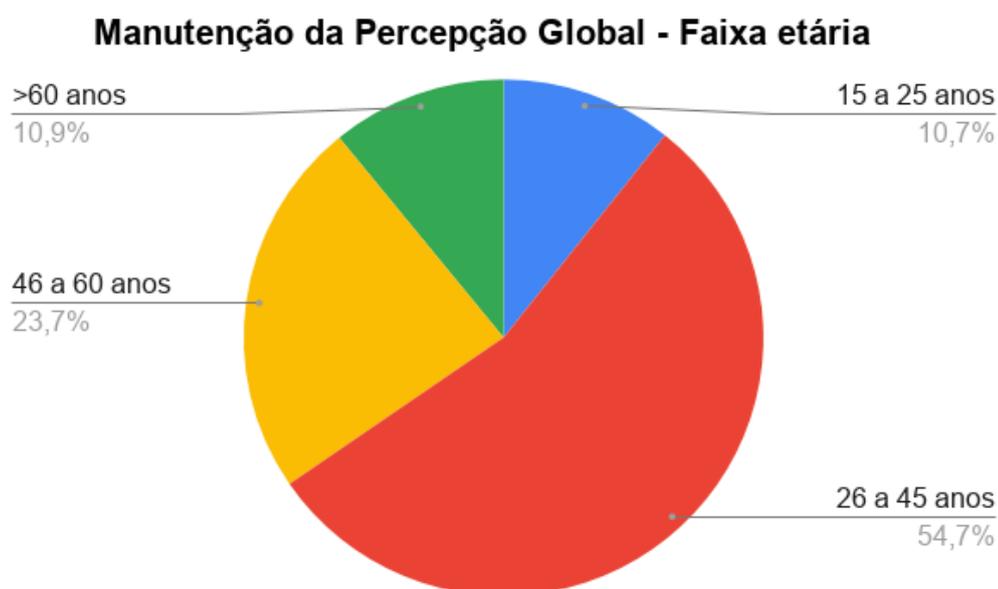
Nesta seção será analisada a Manutenção da Percepção Global relacionada à faixa etária dos participantes da pesquisa. A divisão etária segue a mesma realizada nos filtros condicionantes, 15 a 25 anos, 26 a 45 anos, 46 a 60 anos e >60 anos.

Conforme indica a Figura 18, os participantes com faixa etária entre 26 a 45 anos são os que possuem a mais alta Manutenção da Percepção Global, 54,7%. Já os participantes de faixa etária 15 a 25 anos possuem a mais baixa Manutenção da Percepção Global, 10,7%.

Para a faixa etária >60 anos a Manutenção da Percepção Global é de 10,9% e para participantes de faixa etária 46 a 60 anos apresentam 23,7% da Manutenção da Percepção Global.

Os dados demonstram que esta variação está relacionada com o número de participantes de cada faixa etária e não propriamente com uma influência deste filtro na amostra realizada.

Figura 18 – Identificação da faixa etária do participante na Manutenção da Percepção Global



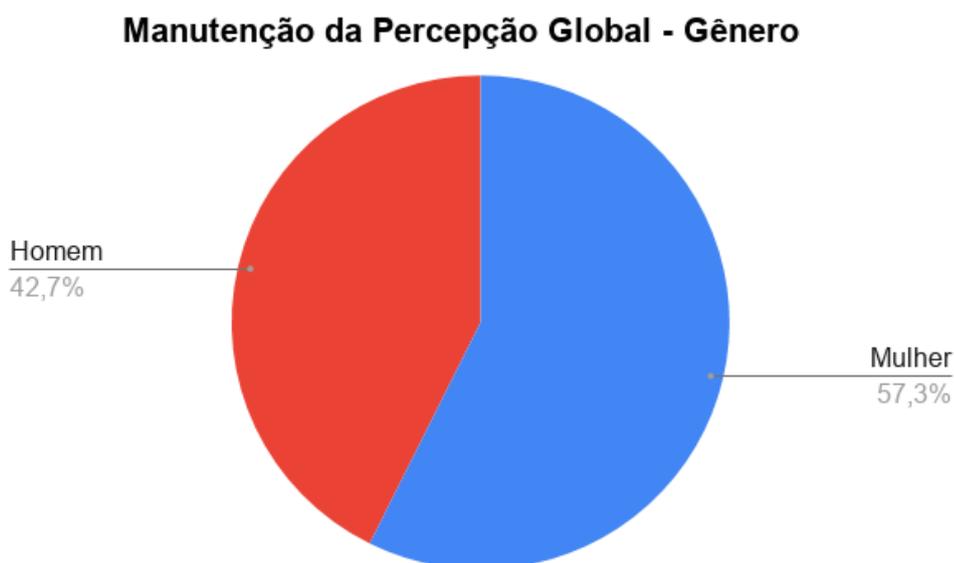
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 5.2.2 Identificação do gênero do participante na Manutenção da Percepção Global

Nesta seção analisou-se a existência de variação na Manutenção da Percepção Global entre o gênero feminino e o masculino.

Nota-se que a Manutenção da Percepção Global no gênero feminino é 14,6% maior que a Manutenção da Percepção Global no gênero masculino, Figura 19. A diferença existente é decorrente do número de mulheres participantes da pesquisa ser maior que o de homens, portanto podemos concluir que o sexo não influi na Manutenção da Percepção de um projeto quando comparado imagens 3D realista e Realidade Aumentada do mesmo projeto na amostra de participantes da pesquisa.

Figura 19 – Identificação do gênero do participante na Manutenção da Percepção Global



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 5.2.3 Identificação do nível de escolaridade do participante na Manutenção da Percepção Global

Nesta seção analisa-se a Manutenção da Percepção Global relacionada à escolaridade dos participantes da pesquisa. A divisão de escolaridade segue a mesma realizada nos filtros condicionantes, ensino fundamental completo, ensino médio incompleto, ensino médio completo, graduação completa, pós-graduação completa e mestrado.

Nota-se que 49,8% da Manutenção da Percepção é de participantes da pesquisa que possuem pós-graduação, e que a menor porcentagem, 3,6% da Manutenção da Percepção é de participantes que possuem ensino fundamental completo e ensino médio incompleto. A Manutenção da Percepção em participantes da pesquisa com graduação completa é de 17,5%, 17,8% em participantes da pesquisa com ensino médio completo e 7,8% em participantes com mestrado, Figura 20.

Figura 20 – Identificação do nível de escolaridade do participante na Manutenção da Percepção Global



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Apresenta-se a porcentagem de participantes que tinham familiaridade com o recurso 3D em cada nível de escolaridade:

- a) 33,3% dos participantes com ensino médio completo;
- b) 11,1% dos participantes com graduação completa;
- c) 44,4% dos participantes com pós-graduação;
- d) 11,1% dos participantes com mestrado;
- e) Nenhum dos participantes com ensino fundamental completo e ensino médio incompleto tinha familiaridade com recursos 3D.

Assim como na análise do filtro faixa etária na Manutenção da Percepção, a variação na Manutenção da Percepção apresentada no filtro níveis de escolaridade também está relacionada com o número de participantes de cada nível e a quantidade de pessoas que tinham familiaridade com recursos 3D.

### 5.3 Manutenção da Percepção nas questões objetivas e subjetivas

Os questionários apresentados nos anexos B e C foram formulados com questões objetivas, subjetivas e opinião dos participantes da pesquisa. Na seção anterior (5.2) foi analisada a Manutenção da Percepção Global. Já nesta seção serão analisadas separadamente as questões subjetivas e objetivas para verificação da existência de diferença da Manutenção da Percepção entre os dois tipos de pergunta.

#### 5.3.1 Manutenção da Percepção nas questões objetivas

As questões objetivas, apresentadas na tabela 2 (seção 4.4.3) possuem respostas do tipo certo ou errado.

Para o cálculo da Manutenção da Percepção das questões objetivas foram utilizadas todas as questões do questionário, exceto as seguintes:

- a) Questão 2 (objetiva) – “Quais são os equipamentos eletrodomésticos existentes?” (Anexo B e C);
- b) Questão 12 (objetiva) – “Quais os equipamentos estão ao lado da cuba?” (Anexo B e C).

As análises destas questões serão apresentadas nas seções 5.3.1.2, 5.3.1.3 . Portanto, com a exclusão das mencionadas, a análise de Manutenção da Percepção Global foi realizada com base em oito questões.

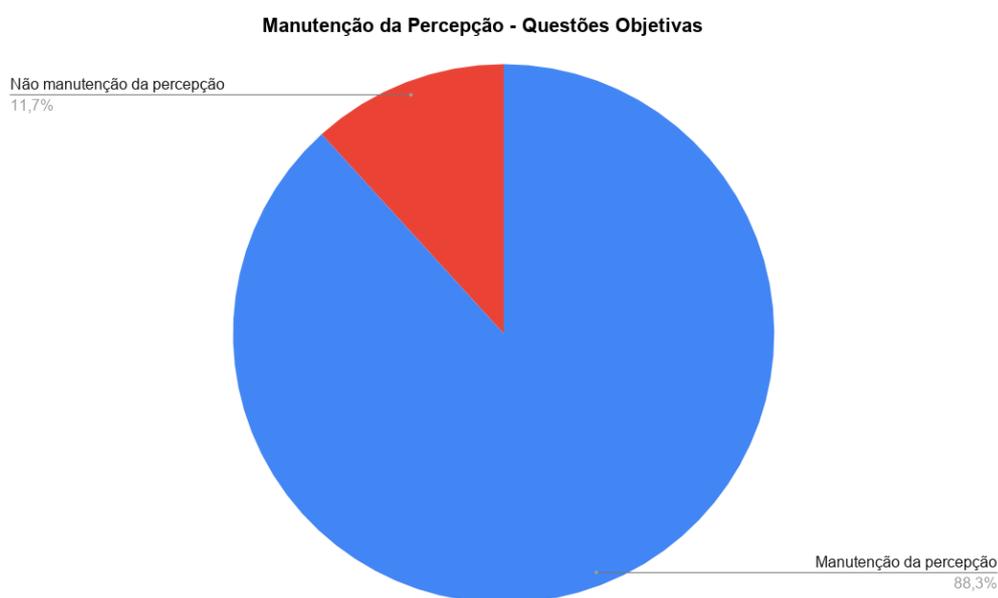
Como apresentado anteriormente, cada uma das questões é respondida em duas situações (QVPA 3D realista e QVPA realidade aumentada). Portanto seriam obtidos 8 IMP referentes à comparação das imagens 3D realista x Realidade Aumentada, por participante. Entretanto, seis participantes da amostra responderam “não sei” para **uma** das questões e dois responderam “não sei” para **duas** questões.

Desta maneira, o número de IMP gerados no experimento foi de 230 IMP:

- a) 22 participantes x 8 IMP = 176 IMP
- b) 6 participantes x 7 IMP = 42 IMP
- c) 2 participantes x 6 IMP = 12 IMP

Dentre todos os IMP analisados para as imagens 3D realista x Realidade Aumentada (230 IMP), 88,3% dos participantes da pesquisa apresentou a manutenção da percepção e 11,7% apresentou não manutenção da percepção, conforme mostra a Figura 21.

Figura 21 – Manutenção da Percepção Questões Objetivas



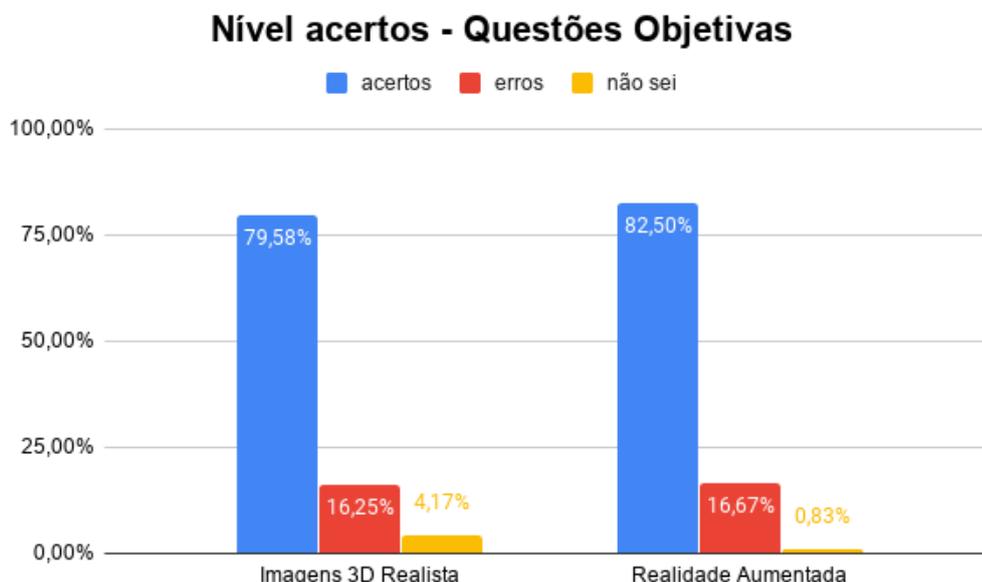
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

#### 5.3.1.1 Nível de acerto dos participantes nas questões objetivas

Além da Manutenção da Percepção também foi possível verificar nas questões objetivas o nível de acerto dos participantes durante a visualização do projeto em imagens 3D realistas e a Realidade Aumentada.

O nível de acerto nas questões objetivas do QVPA 3D realista é de 79,58%, já no QVPA Realidade Aumentada é de 82,5%, Figura 22. Verifica-se que a porcentagem de respostas “não sei” diminui quando respondido o QVPA Realidade Aumentada, indicando que o participante teve uma melhor visualização dos detalhes do projeto, não só pelos dados apresentados abaixo, como também pelo que foi comentado enquanto realizada a pesquisa.

Figura 22 – Nível de acerto Questões Objetivas



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 5.3.1.2 Questão 2

A questão 2 apresentada no QVPA 3D realista e QVPA Realidade Aumentada – “Quais os equipamentos eletrodomésticos existentes” – foi analisada separadamente por apresentar oito opções de alternativas certo x errado, enquanto as demais questões apresentavam apenas uma correta.

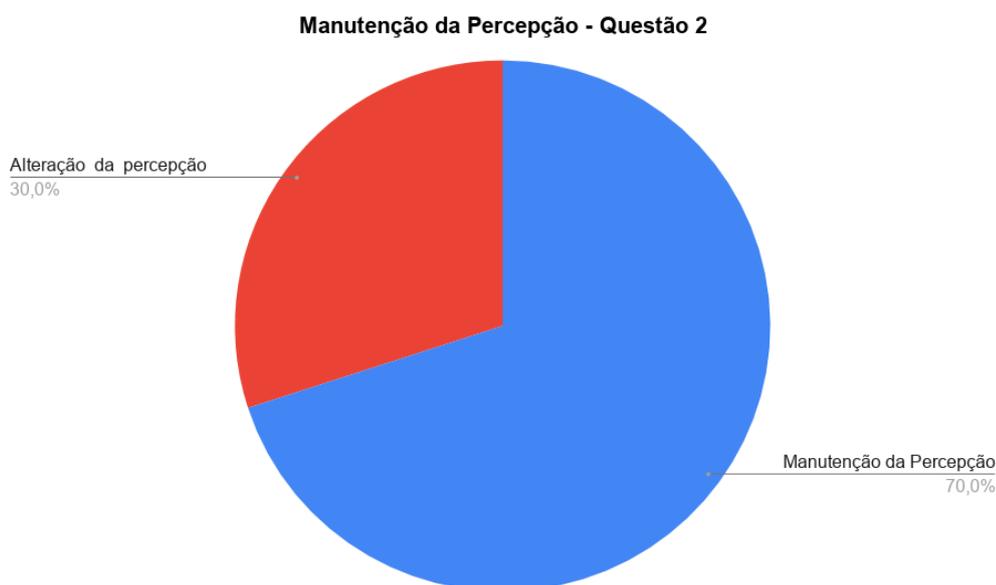
Para a análise desta questão respondida em duas situações (QVPA 3D realista e QVPA realidade aumentada), seria obtido 1 IMP referente à comparação das visualizações, por participante.

Desta maneira, o número de IMP gerados no experimento foi de 30 IMP:

a) 30 participantes x 1 IMP = 30 IMP.

Dentre todos os IMP analisados para as imagens 3D realista x Realidade Aumentada (30 IMP), 70% dos participantes da pesquisa apresentou a manutenção da percepção e 30% apresentou não manutenção da percepção, conforme mostra a Figura 23.

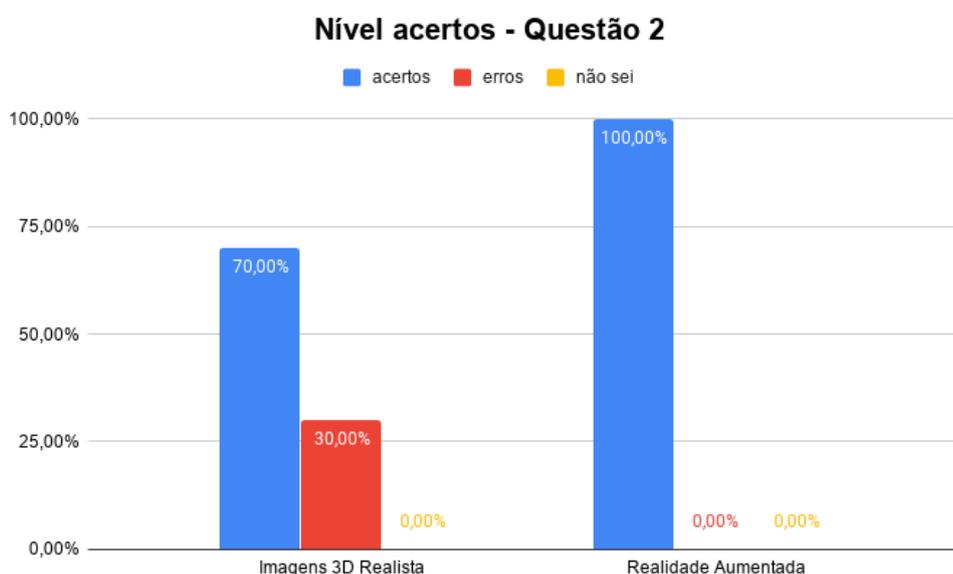
Figura 23 – Manutenção da Percepção Questões 2



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

O nível de acerto na questão objetiva 2 do QVPA 3D realista é de 70%, já no QVPA Realidade Aumentada é de 100%, Figura 24. Verifica-se que não houve respostas “não sei” em nenhum dos questionários. A diferença de 30% no nível de assertividade indica que o participante conseguiu observar os detalhes ao visualizar o projeto em Realidade Aumentada.

Figura 24 – Manutenção da Percepção Questões 2



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 5.3.1.3 Questão 12

Assim como na questão 2, a questão 12 apresentada no QVPA 3D realista e QVPA Realidade Aumentada – “Quais os equipamentos estão ao lado da cuba” – também foi analisada separadamente por apresentar quatro opções de alternativas certo x errado, enquanto as demais questões apresentavam apenas uma correta.

Para a análise desta questão que também foi respondida em duas situações (QVPA 3D realista e QVPA realidade aumentada), seria obtido 1 IMP referente à comparação das visualizações, por participante. Entretanto, cinco participantes da amostra responderam “não sei”.

Desta maneira, o número de IMP gerados no experimento foi de 25 IMP:

a) 25 participantes x 1 IMP = 25 IMP.

Dentre todos os IMP analisados para as imagens 3D realista x Realidade Aumentada (25 IMP), 40% dos participantes da pesquisa apresentou a manutenção da percepção e 60% apresentou não manutenção da percepção, conforme mostra a Figura 25.

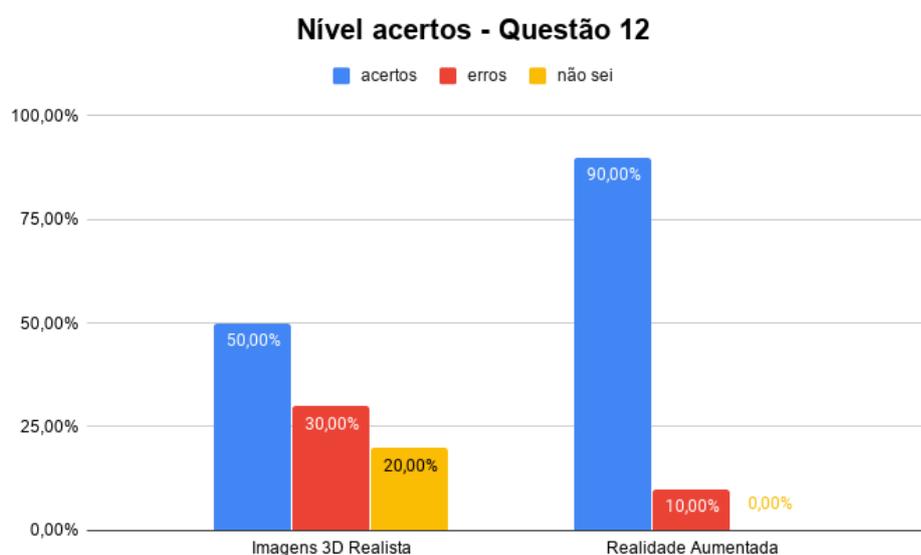
Figura 25 – Manutenção da Percepção Questões 12



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

O nível de acerto na questão objetiva 2 do QVPA 3D realista é de 50%, já no QVPA Realidade Aumentada é de 90%, demonstrado na Figura 26. Verifica-se que ao responder o QVPA 3D realista 20% das respostas foi “não sei” e que ao responder o QVPA Realidade Aumentada foi nulo. A diferença de 40% no nível de assertividade reforça a possibilidade que o participante teve de observar cada detalhe na Realidade Aumentada, e “ver de perto” o que estava gerando dúvidas e incertezas nas imagens 3D realista.

Figura 26 – Manutenção da Percepção Questões 12



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 5.3.2 Manutenção da Percepção nas questões subjetivas

Para o cálculo da Manutenção da Percepção das questões subjetivas, apresentadas na Tabela 2 (seção 4.4.3) foram utilizadas todas as questões do questionário, exceto as seguintes:

- a) Questão 21 (subjetiva) – “No geral como você avalia a apresentação de projeto através da imagem 3D realista?” (Anexo B);
- b) Questão 21 (subjetiva) – “No geral como você avalia a apresentação de projeto através da realidade aumentada?” (Anexo C);
- c) Questão 22 (subjetiva) – “Como você avalia a visualização de projeto através da imagem 3D realista?” (Anexo B);

d) Questão 22 (subjetiva) – “Como você avalia a visualização de projeto através da realidade aumentada?” (Anexo C).

As análises destas questões serão apresentadas na seção 5.5. Portanto, com a exclusão das mencionadas, a análise de Manutenção da Percepção Global foi realizada com base em dez questões.

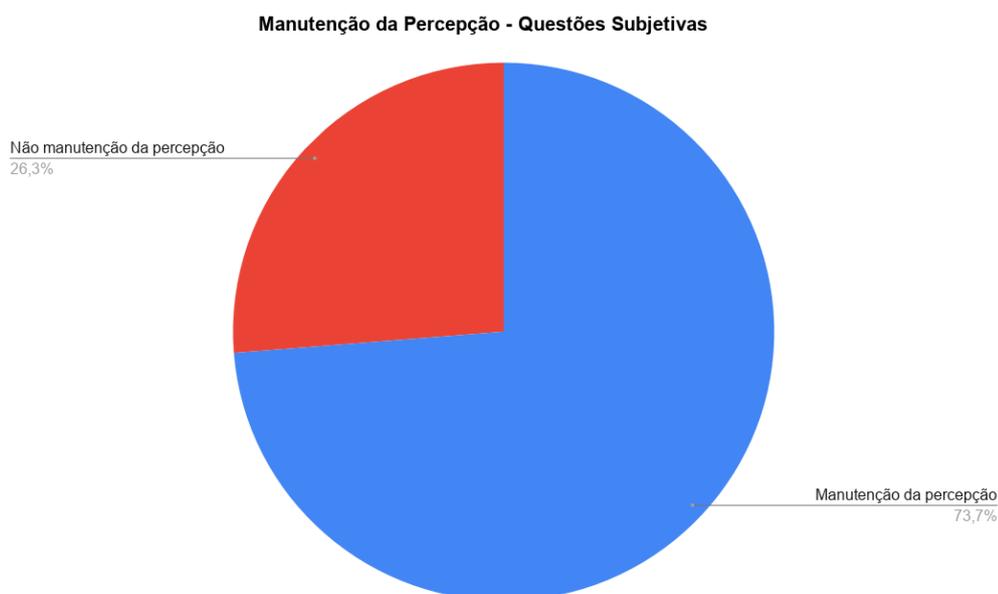
Seriam obtidos 10 IMP referentes à comparação das imagens 3D realista x Realidade Aumentada, por participante. Entretanto, três participantes da amostra responderam “não sei” para **uma** das questões.

Desta maneira, o número de IMP gerados no experimento foi de 297 IMP:

- a) 27 participantes x 10 IMP = 270 IMP;
- b) 3 participantes x 9 IMP = 27 IMP.

Dentre todos os IMP analisados para as imagens 3D realista x Realidade Aumentada (297 IMP), 73,7% dos participantes da pesquisa apresentou a manutenção da percepção e 26,3% apresentou não manutenção da percepção, conforme mostra a Figura 27.

Figura 27 – Manutenção da Percepção Questões Subjetivas



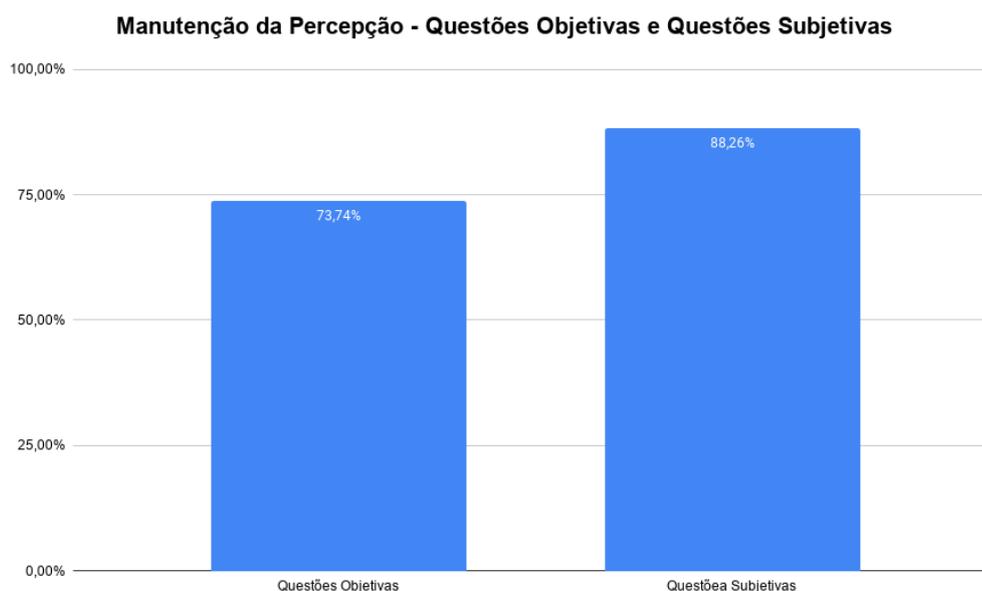
Fonte: Elaborado pela autora (2020)

### 5.3.3 Comparação da Manutenção da Percepção entre questões objetivas e subjetivas

Comparando a Manutenção da Percepção entre os dois grupos de perguntas - objetivas e subjetivas – Figura 28, verifica-se que a Manutenção da Percepção nas questões subjetivas é superior com relação à Manutenção da Percepção nas questões objetivas.

Pode-se concluir que para as questões subjetivas a visualização de detalhes não influi tanto na Manutenção da Percepção, já que estas questões estão mais relacionadas com a noção do participante em relação ao espaço e dimensionamentos.

Figura 28 – Manutenção da Percepção Questões Objetivas e Questões Subjetivas



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

## 5.4 Ferramentas de projeto: Imagens 3D Realista x Realidade Aumentada

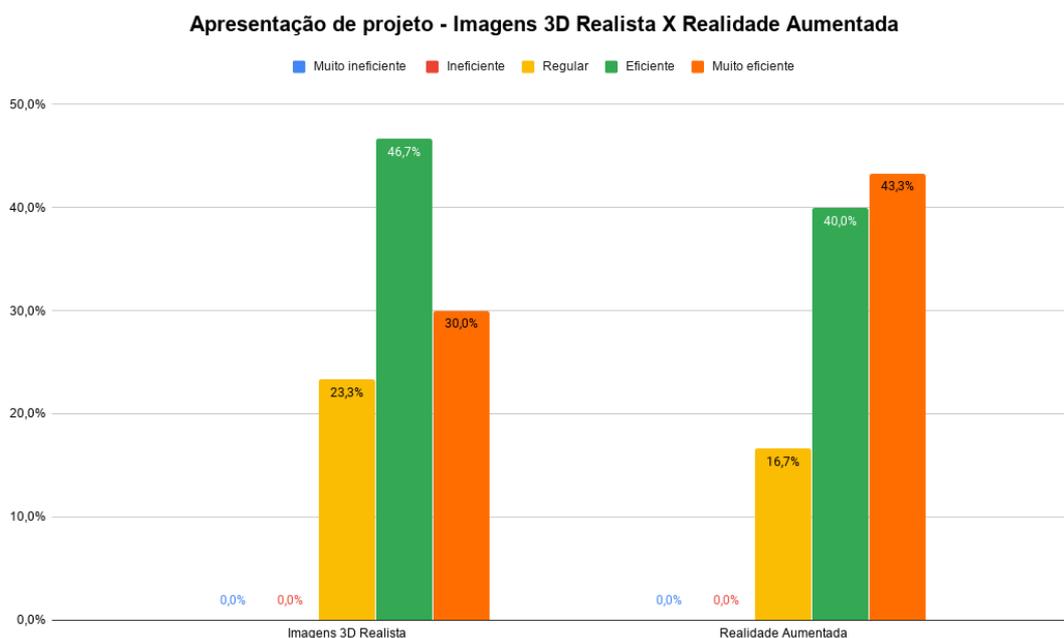
As questões subjetivas de número 21 e 22 de ambos os questionários, QVPA 3D Realista e QVPA Realidade Aumentada, foram formuladas com a intenção de analisar a visão/satisfação do participante sobre as duas ferramentas de projeto:

- a) Questão 21 (subjetiva) – “No geral como você avalia a apresentação de projeto através da imagem 3D realista?” (Anexo B);

- b) Questão 21 (subjativa) – “No geral como você avalia a apresentação de projeto através da realidade aumentada?” (Anexo C);
- c) Questão 22 (subjativa) – “Como você avalia a visualização de projeto através da imagem 3D realista?” (Anexo B);
- d) Questão 22 (subjativa) – “Como você avalia a visualização de projeto através da realidade aumentada?” (Anexo C).

Na questão 21, sobre a apresentação de projeto há uma variação considerável entre as respostas, conforme Figura 29. Principalmente o aumento de 13,3% na resposta “muito eficiente” quando analisada a Realidade Aumentada. Sendo possível afirmar que a ferramenta cumpre seu papel de comunicação do projeto arquitetônico ao usuário.

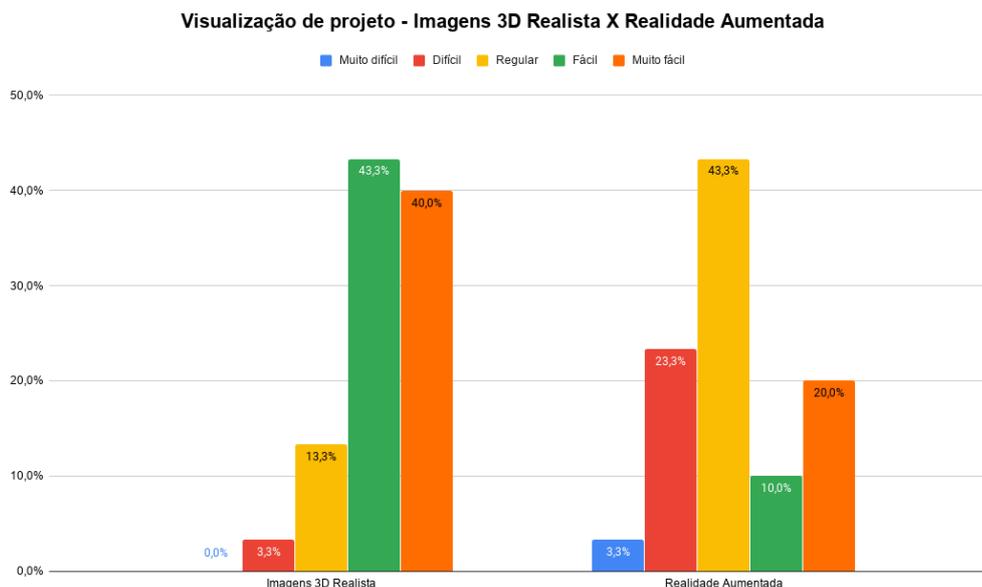
Figura 29 – Apresentação de projeto Imagens 3D Realista x Realidade Aumentada



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na questão 22, sobre a visualização do projeto há uma variação muito expressiva entre as duas amostras. Conforme a Figura 30, a resposta “muito difícil” aparece com 3,3% na análise da Realidade Aumentada e as respostas “fácil” e “muito fácil” caem 33,3% e 20%, nesta ordem, ao visualizar o projeto na Realidade Aumentada. Entende-se que o participante encontrou dificuldade em utilizar a tecnologia da Realidade Aumentada.

Figura 30 – Visualização de projeto Imagens 3D Realista x Realidade Aumentada



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

## 5.5 Opinião dos participantes

As questões 23, em ambos os questionários (anexo B e C), e as questões 24, 25 e 26, no QVPA Realidade aumentada (anexo C), foram analisadas separadamente para identificar comentários e opiniões dos participantes da pesquisa.

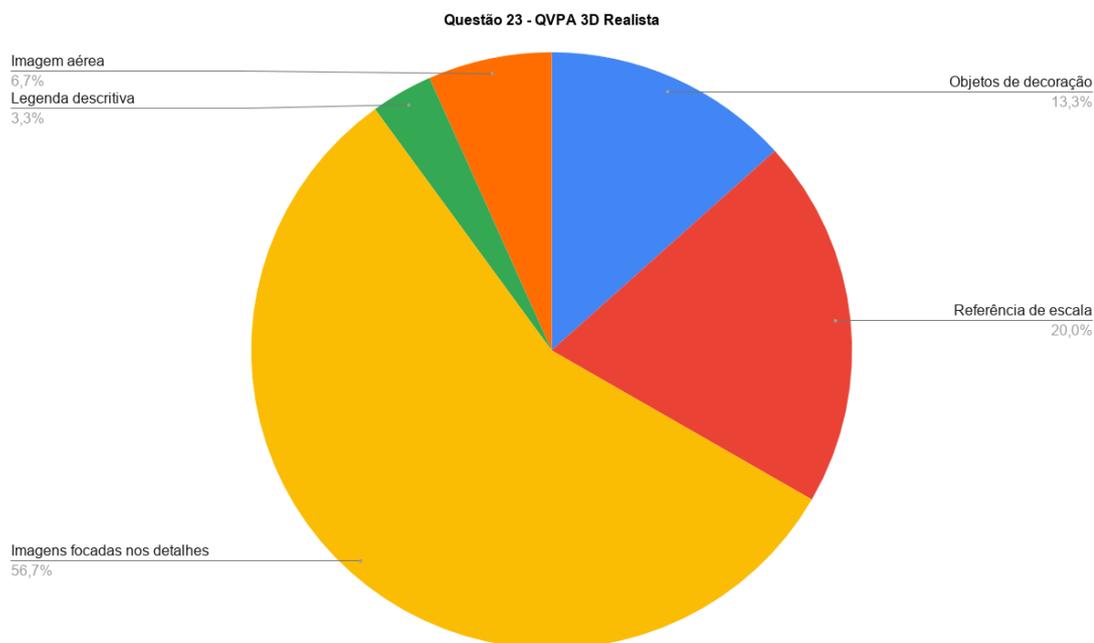
### 5.5.1 Questão 23 – QVPA 3D Realista

A questão 23 apresentada no questionário QVPA 3D Realista, “Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através de imagens 3D realistas?” foi analisada e as sugestões apresentadas pelos participantes da pesquisa são listadas:

- a) Objetos de decoração para aumento da percepção;
- b) Referência de escala;
- c) Imagens focadas nos detalhes;
- d) Legenda descritiva;
- e) Imagem aérea.

Para a lista de sugestões apresentada foi estabelecido qual a porcentagem que cada uma delas se apresenta em relação ao total de participantes, Figura 31.

Figura 31 – Questão 23 – QVPA 3D Realista



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

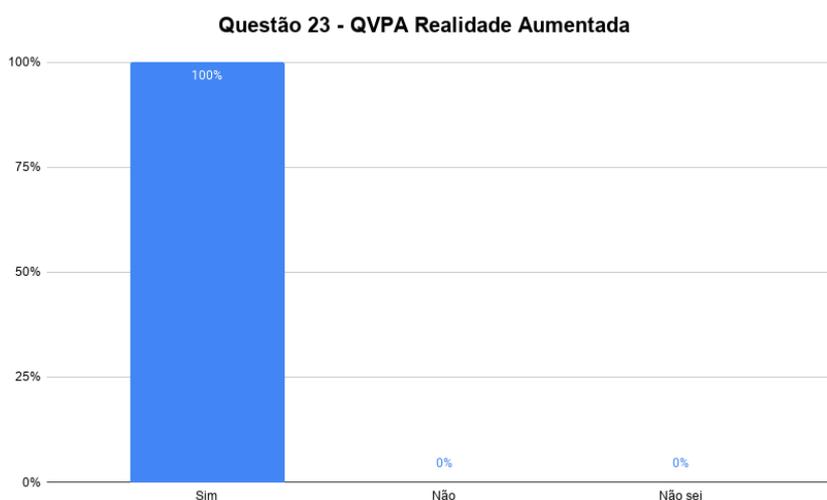
Os dados obtidos mostram que 56,7% dos participantes da pesquisa sugerem imagens focadas nos detalhes para conseguirem entender o projeto como um todo, mas também entender os detalhes. Outra sugestão de relevância, 20% da amostra, foi a referência de escala para entendimento das medidas e proporções. 13,3% sugeriram objetos de decoração para o aumento da percepção do espaço, 6,7% da amostra sugeriu imagens aéreas para analisar o todo e 3,3% sugeriram uma legenda descritiva.

#### 5.5.2 Questão 23, 24 e 25 – QVPA Realidade Aumentada

As questões 23, 24 e 25, todas do Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente Realidade Aumentada, foram formuladas para obter dos participantes da pesquisa suas opiniões sobre a Realidade Aumentada como ferramenta de projeto. Para tanto, eles foram questionados se a ferramenta Realidade Aumenta COMPLEMENTA, SUBSTITUI as imagens 3D, e por quê.

Na questão 23, “A Realidade aumentada COMPLEMENTA as imagens 3D realista?”, 100% dos participantes da amostra responderam que sim, conforme Figura 32. Em sua totalidade veem a Realidade Aumentada como uma ferramenta de projeto possível de ser utilizada.

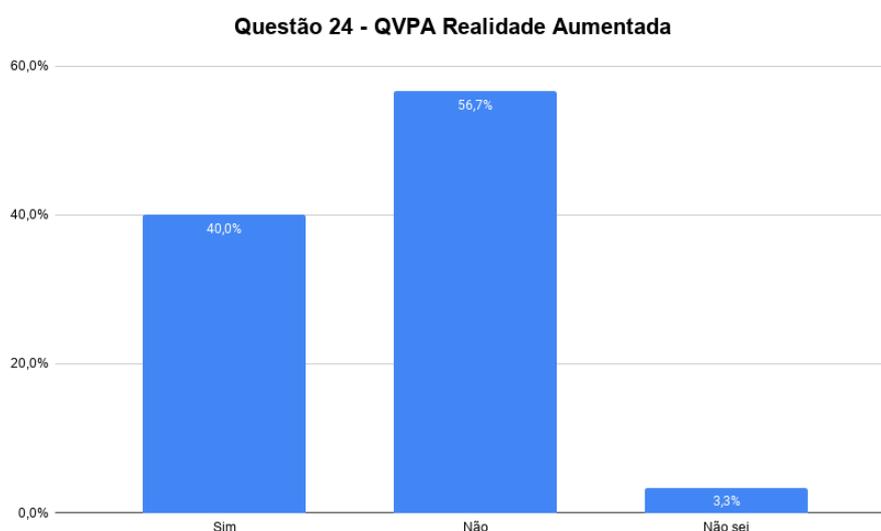
Figura 32 – Questão 23 – QVPA Realidade Aumentada



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Na questão 24, “A Realidade Aumentada SUBSTITUI as imagens 3D realista?”, 56,7% da amostra responderam que não, a Realidade Aumentada não SUBSTITUIU as imagens 3D realista, apenas se complementam. Já 40% dos participantes da pesquisa responderam que sim, SUBSTITUI. E 3,3% da amostra não soube responder, conforme Figura 33.

Figura 33 – Questão 24 – QVPA Realidade Aumentada



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

E para entender o que os fizeram responder positivamente ou negativamente, a questão 24, “Por que”?, foi formulada. As opiniões são apresentadas separadamente por respondidas positivamente e negativamente:

a) Positivamente:

- “Porque a realidade aumentada permite que o usuário passeie por todo o projeto, visualizando detalhes e minimizando dúvidas que existiam na “visualização da imagem 3D”;
- “Porque é possível visualizar detalhes, circulação. Ter noção de bancadas, espaços e até fazer alterações. Tem riquezas na visualização. Sinto dentro do espaço”;
- “Porque o cliente pode verificar e observar todos os detalhes, tirar dúvidas que possam surgir e entender o projeto como um todo”;
- “Porque eu posso andar e olhar o que eu quiser. Posso verificar os detalhes que achar suficientes e importantes para mim”;
- “Porque posso estar no ambiente sem estar. Posso passear por todos os lados e verificar os detalhes que me interessam”;
- “Pois podemos andar para todos os lados, ver os detalhes que interessam. Realmente explorar o ambiente”;
- “Porque na realidade aumentada é mais detalhado, real e é possível visualizar o que se quer, não depende de ângulos”;
- “Porque ando para todos os lados do projeto, meu olhar não é direcionado somente para o que uma imagem mostraria”;
- “Porque a visualização é mais ampla, como me sinto no ambiente concebo a ideia do projeto”;
- “Porque é possível ver tudo o que vê na imagem e até detalhes”;
- “Porque posso me mover e ver o detalhe que eu quiser”;
- “Porque consigo andar no ambiente, passear por todo lado. Muito legal a experiência”.

b) Negativamente:

- “Porque senti dificuldades em me localizar no projeto e sem o auxílio de alguém não saberia mexer no aplicativo”;

- “Porque eu não saberia mexer sozinha. Se não tivesse alguém para me ajudar eu não conseguiria ver o projeto”;
- “Porque a pessoa quer revisitar várias vezes, o que é mais fácil olhando algo estático do que móvel”;
- “Porque na imagem 3D temos noção de como é o ambiente e na realidade aumentada vemos os detalhes”;
- “Porque eu senti dificuldades em mexer, sem o auxílio da pesquisadora não conseguiria nem abrir”;
- “Porque o arquiteto pode querer destacar algum detalhe específico do ambiente”;
- “Porque tive dificuldade de me colocar no ambiente”
- “Pois na imagem tenho mais controle, é estático”;
- “Porque as imagens 3d complementam a visualização”;
- “Por uma questão de visão generalizada do projeto”;
- “Porque as imagens são fixas e nos permite olhar com atenção”;
- “Porque as imagens são fixas e nos permite olhar com atenção”;
- “Porque nem todo mundo tem facilidade com a tecnologia”;
- “Porque não são todas as pessoas que têm facilidade em mexer com aplicativos”;
- “Porque existe a limitação do uso do aplicativo”;
- “Porque senti dificuldades em mexer no aplicativo. Sozinho talvez não conseguisse usar”;
- “Porque não é tão simples ver o projeto, tive dificuldade e não saberia mexer sozinha”;
- “Porque não são todas as pessoas que sabem mexer em aplicativos”.

### 5.5.3 Questão 26 - QVPA Realidade Aumentada

A questão 26 do Questionário de Verificação da Percepção Realidade Aumentada – “Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através da realidade aumentada?” – assim como a 23 do QVPA 3D Realista, foi formulada para obter a visão dos participantes da pesquisa de quais seriam as sugestões para melhor uso e comunicação do projeto arquitetônico

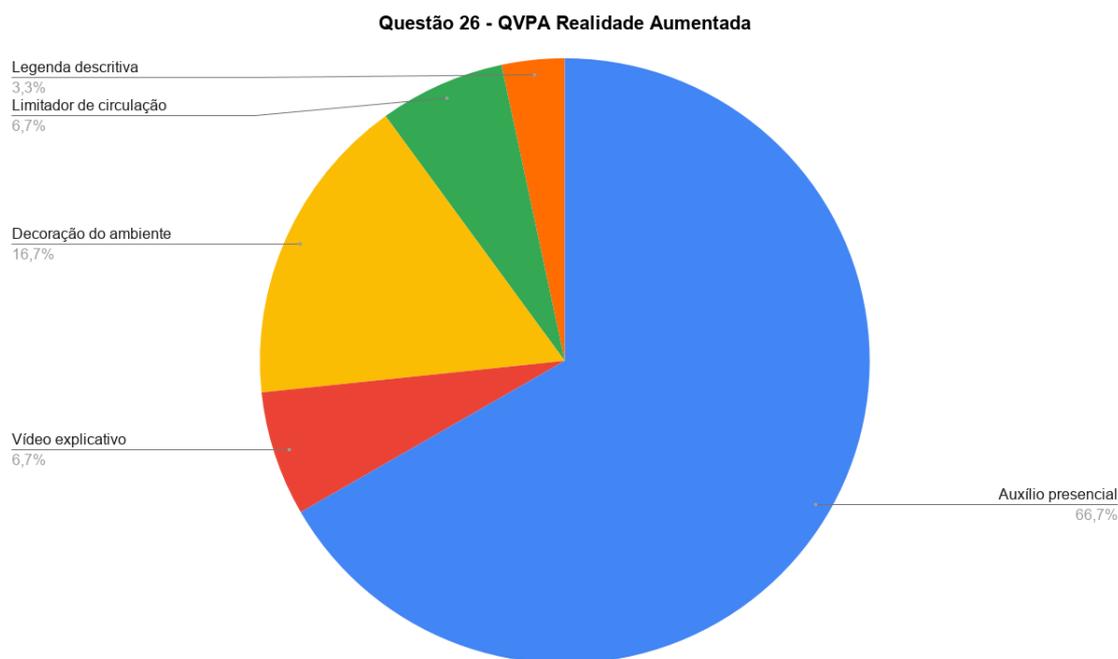
com a ferramenta. As sugestões apresentadas pelos participantes da pesquisa foram agrupadas e listadas:

- a) Auxílio presencial para uso do aplicativo;
- b) Vídeo explicativo;
- c) Decoração do ambiente;
- d) Limitador de circulação no aplicativo;
- e) Legenda descritiva.

A análise dos dados, conforme a Figura 34, aponta que 66,7% dos participantes da pesquisa sugerem um auxílio presencial para o primeiro uso do aplicativo, permitindo assim futuros acessos independentes. Já 16,7% da amostra reafirmou a necessidade de decoração para melhor entendimento do projeto. A sugestão de limitador de circulação e vídeo explicativo representam 6,7% da amostra cada uma delas, e 3,3% sugere uma legenda descritiva.

Os resultados demonstram que o maior limitador do uso da Realidade Aumentada é a tecnologia, mas que a utilização desta ferramenta permite a liberdade de circulação no espaço, visualização dos pontos importantes para o espectador e mais, permite a visualização dos detalhes.

Figura 34 – Questão 24 – QVPA Realidade Aumentada



Fonte: Elaborado pela autora (2020)

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa foi desenvolvida com a intenção de contribuir com os estudos sobre a combinação do espaço físico e o digital, utilizando como ferramenta de representação no processo de projeto arquitetônico a Realidade Aumentada, hoje em dia pouco explorada no mercado da construção civil. Neste sentido, o estudo feito se insere na área de pesquisas sobre a Gestão de Projetos na Construção. Dando enfoque para discussões acerca do uso de novas tecnologias, especialmente no que tange a capacidade do usuário em compreender o projeto arquitetônico através do uso da Realidade Aumentada.

Neste contexto a análise baseia-se na usual ferramenta de representação de projetos arquitetônicos em escritórios de arquitetura, as imagens 3D realista, em comparação com a ferramenta da Realidade Aumentada.

Os participantes da pesquisa tiveram média de 80,1% da Manutenção da Percepção Global levando à conclusão de que o projeto foi bem representado digitalmente através da Realidade Aumentada, indicando seu potencial uso como ferramenta de representação do projeto arquitetônico a ser inserido nos escritórios de arquitetura.

As imagens 3D Realista foram desenvolvidas com recurso de renderização em alta resolução e no modo rasterização, que aumenta a velocidade na geração de imagem e diminui o custo de produção, sendo processada em uma média de 30 minutos. Já a Realidade Aumentada é obtida através do processamento do arquivo dentro do aplicativo Augin®, este gratuito, sendo processado em uma média de 3 minutos, ou seja, 10% do tempo total para o processamento das imagens 3D realista.

Ambas as ferramentas partem do mesmo arquivo no SketchUp® para a geração dos produtos, imagens 3D realista ou Realidade Aumentada. Observa-se então o fato de a Realidade Aumentada ser gerada com redução de 90% do tempo em relação à imagens 3D realista, o que sugere uma otimização do processo de projeto, uma vez que o escritório de arquitetura não apresenta apenas uma imagem ao cliente.

Na análise dos dados do Questionário de Verificação da Percepção do Participante - filtros de percepção propostos por Okamoto (2002) – nota-se que não influenciaram significativamente a Manutenção da Percepção Global. Em relação às faixas etárias, gênero e escolaridade a variação aconteceu devido ao número de participantes de cada filtro de seleção, entretanto, os dados obtidos dizem sobre uma amostra específica, podendo ser variável em outras pesquisas.

Na análise das questões objetivas formuladas com a múltipla escolha do tipo certo ou errada, assegura-se que elas permitem maior controle na extração dos dados e percepção do participante na verificação do programa de necessidades do projeto arquitetônico. As questões objetivas apresentam média da Manutenção da Percepção, 88,3% da amostra, mais alta do que as questões subjetivas, 73,3% da amostra. As questões subjetivas elaboradas sob a métrica de conforto, escalas e medidas, sugerem a dados mais subjetivos, devendo ser evitadas em trabalhos futuros.

Para tanto, pode-se dizer que os participantes da amostra têm maior dificuldade em perceber as dimensões e escalas do projeto arquitetônico do que verificar quais os elementos presentes no espaço.

A questão 12 - “Quais os equipamentos estão ao lado da cuba?” – foi a questão com maior porcentagem de não Manutenção da Percepção e assim como a questão 2 - “Quais os equipamentos eletrodomésticos existentes”-, possuem níveis de acerto muito altos quando o participante analisa a Realidade Aumentada, 100% de acerto na questão 2 e 90% na questão 12. Entende-se que ao analisar o projeto através da Realidade Aumentada o participante da pesquisa tem um nível de detalhamento e liberdade muito maior do que nas imagens 3D realista, que são estáticas, mostram apenas o que o projetista destacou e podem gerar dúvidas.

Com isso, sugere-se que escritórios de arquitetura devam elaborar questionários com questões objetivas para a verificação da percepção do projeto arquitetônico junto ao cliente na demonstração do projeto utilizando a Realidade Aumentada. A chamada da atenção dos clientes aos detalhes do programa de necessidades, utilizando questionários, durante o processo de projeto mostrou-se essencial, principalmente na fase de anteprojeto, momento em que as alterações não geram altos custos.

Este fato pode ser constatado na medida em que as questões eram apresentadas, principalmente na primeira etapa – imagens 3D realista - e o participante da pesquisa solicitava mais uma vez a visualização das imagens. As dúvidas se extinguiram no momento em que o participante da pesquisa pode percorrer o ambiente digital através da Realidade Aumentada.

O senso de presença no ambiente que é fornecido pela Realidade Aumentada, através da inclusão de elementos virtuais ao mundo real, possibilitou que os participantes da pesquisa identificassem determinados aspectos do espaço como também dúvidas fossem sanadas, o que não foi obtido nas imagens 3D realista. Isto implica uma melhor compreensão do projeto e elementos existentes no espaço.

Ainda que exista uma barreira tecnológica que pode ser vencida com a demonstração presencial no uso do aplicativo, os escritórios de arquitetura podem se beneficiar muito com a ferramenta de projeto Realidade Aumentada, não só no tempo, mas também no custo, como vimos anteriormente.

Conclui-se que há um ganho e otimização no processo de projeto e que a Realidade Aumentada quando acompanhada de um questionário de verificação da percepção com questões objetivas que traduzam o programa de necessidades, incrementa a percepção do espaço projetado e elimina dúvidas e incertezas que possam surgir em etapas mais avançadas, comprometendo o processo de projeto.

Neste contexto, sugere-se a utilização da Realidade Aumentada como ferramenta de projeto na fase de anteprojeto e não apenas como um meio de visualização e valoração do produto como marketing.

## REFERÊNCIAS

AMIM, R. R. **Realidade Aumentada Aplicada à Arquitetura e Urbanismo**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007. 120p. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp030851.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636**: elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Rio de Janeiro, 2017, v2, p.17.

AUGIN. **Augin app**. Disponível em:<<https://augin.app/sobre-nos/>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. **MIT Press**, Cambridge, v. 6, n. 4, p.355-385. Aug. 1997. DOI:10.1162/pres.1997.6.4.355 . Disponível em: < <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/pres.1997.6.4.355>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

AZUMA, R. T. et al. Recent Advances in Augmented Reality. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v.21, n.6, p.34–47. Nov.-Dec. 2001. DOI: 10.1109/38.963459. Disponível em:<<https://ieeexplore.ieee.org/document/963459>>. Acesso em: 22 fev. 2020.

BLYTH, A.; WORTHINGTON, J. **Managing the Brief for Better Design**. 2nd. Abingdon: Routledge, 2010. 275p. ISBN 0415460301.

BRANCO, R. C.; LEITÃO, A. Algorithmic Architectural Visualization. *In*: CAADRIA, 2018, Beijing. **Proceedings** [...]. Beijing: Tsinghua University, 2018. p.557-566. Disponível em:< [http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2018\\_086.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/caadria2018_086.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BRASIL, Paula de Castro; SALGADO, Mônica Santos. A influência da gestão do processo de projeto na durabilidade das edificações, Juiz de Fora. *In*: XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012. **Anais** [...]. Juiz de Fora: UFJF, 2012. Disponível em:<<https://www.ufjf.br/entac2012/>>. Acesso em: 21 fev. 2020.

FLORIO, W.; SEGALL, M. L.; ARAÚJO, N. S. A contribuição dos protótipos rápidos no processo de projeto em arquitetura, Curitiba. *In*: Graphica, 2007. **Anais** [...]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. Disponível em: <[http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs\\_degraf/artigos\\_graphica/ACONTRIBUICAO.pdf](http://www.exatas.ufpr.br/portal/docs_degraf/artigos_graphica/ACONTRIBUICAO.pdf)>. Acesso em: 08 mar. 2020.

FREITAS, M. R. **Comunicação no processo de projeto arquitetônico e relação cad-rendering-animação-multimídia**. Campinas: Unicamp, 2000, 132p. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp030851.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2020.

FREITAS, M. R. de; RUSCHEL, R. C. Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura. *Arquitetura Revista*, São Leopoldo, 2010, v.6, n.2, p.127-135. DOI: 10.4013/arq.2010.62.04 . Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4553>>. Acesso em: 07 mar. 2020.

GOUVEIA, A. P. S. **O croqui do arquiteto e o ensino do desenho**. São Paulo: FAU USP, 1998, p.64, v.1. DOI: 10.11606/T.16.1998.tde-03052010-090659. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16131/tde-03052010-090659/publico/tese\\_V1.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16131/tde-03052010-090659/publico/tese_V1.pdf)>. Acesso em: 02 maio 2020.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. São Paulo: Objetiva, 2009.

LIU, A.; MELHADO, S. O papel do briefing na gestão de projetos de edifícios de escritório. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v.4, n1, p.3-30. 30 maio 2009. DOI: <https://doi.org/10.4237/gtp.v4i1.93>. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50950/55031>>. Acesso em: 14 fev. 2020.

MOIA, J. L. **Projectar uma vivenda**. 4.ed. Lisboa: Editorial Presença, 1995, 158p.

NEUFERT, P. **Arte de projetar em Arquitetura**. 13. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1998, p.432. ISBN 84-252-1691-5.

OKAMOTO, J. **Percepção Ambiental e Comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação**. São Paulo: Mackenzie, 2002, p.264. ISBN 8587739093.

OLIVEIRA, A. A. S. de. (2003). **Utilização da animação computacional na verificação do programa arquitetônico de necessidades**. Campinas: Unicamp, 2003, p.154. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/257881>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

OLIVEIRA, O. J.; MELHADO, S. B. **Como administrar empresas de projeto de arquitetura e engenharia civil**. 1.ed. São Paulo: Pini, 2006. ISBN 85-7266-167-0.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (guia PMBOK)**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2014. ISBN 978-85-02-22372-1.

RENDERING: let there be light. **Architects Journal**, London, 24 sep. 1998. Disponível em: <<https://www.architectsjournal.co.uk/home/rendering-let-there-be-light/780517.article>>. Acesso em: 21 mar. 2020.

RIGHETTO, A. V. **Do desenho ao modelo: a apresentação do projeto arquitetônico**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001523703>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

SANTANA, L. F. **Projeto e Comunicação: estudo das representações no contexto do projeto de arquitetura**. Brasília: Universidade de Brasília, 2008, p.171. Disponível em:<<https://repositorio.unb.br/handle/10482/1471>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

SHOAIB, H.; JAFFRY, S. W. A survey of Augment Reality. In: International Conference on Virtual and Augmented Reality, 2015, Singapore. **Proceedings** [...]. Singapore: ICVAR, 2015. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/269464134\\_A\\_Survey\\_of\\_Augmented\\_Reality](https://www.researchgate.net/publication/269464134_A_Survey_of_Augmented_Reality)>. Acesso em: 14 mar. 2020.

VAN KREVELEN, R.; POELMAN, R. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. **The International Journal of Virtual Reality**, v.9, n.2, p.1-20. 2010. DOI: 10.20870/IJVR.2010.9.2.2767. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/279867852\\_A\\_Survey\\_of\\_Augmented\\_Reality\\_Technologies\\_Applications\\_and\\_Limitations/link/595b48cfa6fdcc36b4da9b48/download](https://www.researchgate.net/publication/279867852_A_Survey_of_Augmented_Reality_Technologies_Applications_and_Limitations/link/595b48cfa6fdcc36b4da9b48/download)>. Acesso em: 22 fev. 2020.

**ANEXO A**

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Especialização em Gestão de Projetos na Construção

Projeto de Pesquisa

“REALIDADE AUMENTADA EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA: O FUTURO  
COMBINANDO O ESPAÇO FÍSICO E O DIGITAL”

Questionário de Caracterização de Perfil do Participante – QCPP

Nº do participante: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_|\_\_\_\_|\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Gênero: ( ) Feminino ( ) Masculino

Profissão: \_\_\_\_\_

Nível de escolaridade: ( ) Ensino fundamental incompleto  
( ) Ensino fundamental completo  
( ) Ensino médio incompleto  
( ) Ensino médio completo  
( ) Graduação completa  
( ) Pós-graduação  
( ) Mestrado  
( ) Doutorado  
( ) Pós-doutorado

Daltônico?

( ) Sim ( ) Não

Tem familiaridade com recursos 3D?

( ) Sim ( ) Não

Conhece previamente o ambiente estudado?

( ) Sim ( ) Não

## ANEXO B

### Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente – QVPA 3D Realista

Horário início do teste: \_\_\_\_:\_\_\_\_

1. Como você identifica este cômodo?

Identificação do ambiente

- ( ) Sala de estar ( ) Sala de jantar ( ) Cozinha ( ) Sala de tv ( ) Não sei

2. Quais são os equipamentos eletrodomésticos existentes?

Identificação do ambiente

- ( ) Coifa ( ) Máquina de lavar louça ( ) Máquina de lavar roupa



- ( ) Cooktop



- ( ) Micro-ondas embutido



- ( ) Forno elétrico embutido



- ( ) Adegas climatizadas



- ( ) Fogão de piso



- ( ) Não sei



3. O espaço para acomodar armários e geladeira - equipamentos necessários na conservação dos alimentos - é?

Armazenagem de alimentos

- ( ) Muito ineficiente ( ) Ineficiente ( ) Regular ( ) Eficiente ( ) Muito eficiente ( ) Não sei

4. Para preparar e cozinhar alimentos o espaço destinado ao cooktop, micro-ondas, forno elétrico e bancada é?

Área de preparação e cocção de alimentos

- ( ) Muito ineficiente ( ) Ineficiente ( ) Regular ( ) Eficiente ( ) Muito eficiente ( ) Não sei

5. Como você identifica a circulação entre a bancada da pia, cooktop e ilha durante a preparação dos alimentos?

Área de preparação e cocção de alimentos

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa ( ) Ótima ( ) Não sei

6. Como você define a distribuição dos equipamentos (cooktop, forno elétrico, forno micro-ondas, geladeira) durante o cozimento dos alimentos?

Área de preparação e cocção de alimentos

( ) Péssima ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa ( ) Ótima ( ) Não sei

7. Como você identifica a altura das bancadas de trabalho?

Área de preparação e cocção de alimentos

( ) Muito baixa ( ) Baixa ( ) Regular ( ) Alta ( ) Muito alta ( ) Não sei

8. Como você identifica a largura das bancadas de trabalho?

Área de preparação e cocção de alimentos

( ) Muito estreita ( ) Estreita ( ) Regular ( ) Larga ( ) Muito larga ( ) Não sei

9. Como você identifica o espaço destinado às refeições rápidas?

Área de alimentação

( ) Péssimo ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Bom ( ) Ótimo ( ) Não sei

10. Como você identifica a cuba da bancada?

Área de limpeza

( ) Simples

( ) Dupla

( ) Não sei



11. Qual a posição da torneira?

Área de limpeza

( ) Na bancada

( ) Na parede

( ) Não sei

## 12. Quais os equipamentos estão ao lado da cuba?

Área de limpeza

- ( ) Lixeira embutida ( ) Calha úmida ( ) Dispenser de detergente ( ) Lixeira ( ) Não sei



## 13. Como você identifica a distância entre os armários superiores e a bancada?

Área de armazenagem de louças e utensílios

- ( ) Muito pequena ( ) Pequena ( ) Regular ( ) Grande ( ) Muito grande ( ) Não sei

## 14. Os armários inferiores possuem base de alvenaria?

Área de armazenagem de louças e utensílios

- ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei



## 15. Qual a melhor forma define este ambiente?

Percepção geral do projeto



- ( ) Retângulo ( ) Quadrado ( ) Trapézio ( ) Losango ( ) Forma em "L" ( ) Não sei

## 16. Em relação ao espaço de circulação do ambiente, é?

Percepção geral do projeto

- ( ) Muito desconfortável ( ) Desconfortável ( ) Regular ( ) Confortável ( ) Muito confortável ( ) Não sei

## 17. O número total de portas existentes no ambiente é de (porta: dispositivo que abre e fecha, tem maçaneta e permite acesso a outro ambiente)?

Percepção geral do projeto

- ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) Não sei

18. A distância máxima entre o piso e o teto do ambiente é de?

Percepção geral do projeto

Até 3 metros  Até 4 metros  Até 5 metros  Até 6 metros  Até 7 metros  Não sei

19. O ambiente possui alguma janela?

Percepção geral do projeto

Sim  Não  Não sei

20. Em geral como você avalia este ambiente?

Percepção geral do projeto

Muito desconfortável  Desconfortável  Regular  Confortável  Muito confortável  Não sei

21. No geral como você avalia a apresentação de projeto através da imagem 3D realista?

Apresentação do projeto

Muito ineficiente  Ineficiente  Regular  Eficiente  Muito eficiente  Não sei

22. Como você avalia a visualização de projeto através da imagem 3D realista?

Apresentação do projeto

Muito difícil  Difícil  Regular  Fácil  Muito fácil  Não sei

23. Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através de imagens 3D realistas?

Apresentação do projeto

---

---

---

---

Horário término do teste: \_\_\_\_: \_\_\_\_

Questionário completo disponível: <https://forms.gle/JqZtYFZDRngPuybm9>

## ANEXO C

### Questionário de Verificação da Percepção do Ambiente – QVPA RA

Horário início do teste:\_\_\_\_:\_\_\_\_

1. Como você identifica este cômodo?

Identificação do ambiente

- ( ) Sala de estar ( ) Sala de jantar ( ) Cozinha ( ) Sala de tv ( ) Não sei

2. Quais são os equipamentos eletrodomésticos existentes?

Identificação do ambiente

- ( ) Coifa

- ( ) Máquina de lavar louça

- ( ) Máquina de lavar roupa



- ( ) Cooktop

- ( ) Micro-ondas embutido

- ( ) Forno elétrico embutido



- ( ) Adegas climatizadas

- ( ) Fogão de piso

- ( ) Não sei



3. O espaço para acomodar armários e geladeira - equipamentos necessários na conservação dos alimentos - é?

Armazenagem de alimentos

- ( ) Muito ineficiente ( ) Ineficiente ( ) Regular ( ) Eficiente ( ) Muito eficiente ( ) Não sei

4. Para preparar e cozinhar alimentos o espaço destinado ao cooktop, micro-ondas, forno elétrico e bancada é?

Área de preparação e cocção de alimentos

- ( ) Muito ineficiente ( ) Ineficiente ( ) Regular ( ) Eficiente ( ) Muito eficiente ( ) Não sei

5. Como você identifica a circulação entre a bancada da pia, cooktop e ilha durante a preparação dos alimentos?

Área de preparação e cocção de alimentos

)Péssima     )Ruim     )Regular     )Boa     )Ótima     )Não sei

6. Como você define a distribuição dos equipamentos (cooktop, forno elétrico, forno micro-ondas, geladeira) durante o cozimento dos alimentos?

Área de preparação e cocção de alimentos

)Péssima     )Ruim     )Regular     )Boa     )Ótima     )Não sei

7. Como você identifica a altura das bancadas de trabalho?

Área de preparação e cocção de alimentos

)Muito baixa     )Baixa     )Regular     )Alta     )Muito alta     )Não sei

8. Como você identifica a largura das bancadas de trabalho?

Área de preparação e cocção de alimentos

)Muito estreita     )Estreita     )Regular     )Larga     )Muito larga     )Não sei

9. Como você identifica o espaço destinado às refeições rápidas?

Área de alimentação

)Péssimo     )Ruim     )Regular     )Bom     )Ótimo     )Não sei

10. Como você identifica a cuba da bancada?

Área de limpeza

)Simples

)Dupla

)Não sei



11. Qual a posição da torneira?

Área de limpeza

)Na bancada

)Na parede

)Não sei

## 12. Quais os equipamentos estão ao lado da cuba?

Área de limpeza

- ( ) Lixeira embutida ( ) Calha úmida ( ) Dispenser de detergente ( ) Lixeira ( ) Não sei



## 13. Como você identifica a distância entre os armários superiores e a bancada?

Área de armazenagem de louças e utensílios

- ( ) Muito pequena ( ) Pequena ( ) Regular ( ) Grande ( ) Muito grande ( ) Não sei

## 14. Os armários inferiores possuem base de alvenaria?

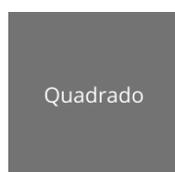
Área de armazenagem de louças e utensílios

- ( ) Sim ( ) Não ( ) Não sei



## 15. Qual a melhor forma define este ambiente?

Percepção geral do projeto



- ( ) Retângulo ( ) Quadrado ( ) Trapézio ( ) Losango ( ) Forma em "L" ( ) Não sei

## 16. Em relação ao espaço de circulação do ambiente, é?

Percepção geral do projeto

- ( ) Muito desconfortável ( ) Desconfortável ( ) Regular ( ) Confortável ( ) Muito confortável ( ) Não sei



26. Quais as melhorias, sugestões ou funcionalidades você sugere para a apresentação de projeto através da realidade aumentada?  
Apresentação do projeto

---

---

---

---

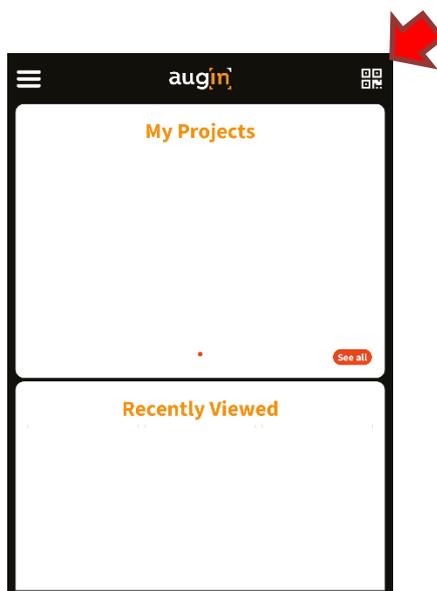
Horário término do teste: \_\_\_\_:\_\_\_\_

Questionário completo disponível: <https://forms.gle/JqZtYFZDRngPuybm9>

## ANEXO D

Passo a passo para visualização do projeto em estudo na Realidade Aumentada

1. Baixe o aplicativo Augin® no celular ou tablet através da Apple Store® ou Google Play®.
2. Faça seu cadastro no aplicativo.
3. Com o aplicativo logado, clique no símbolo de QR Code no canto superior direito.



4. Aponte a câmera para o QR Code abaixo para acessar o projeto em estudo na Realidade Aumentada.

