



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUDIMILA CARVALHO FEITOSA

**APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA PARA SIMULAÇÃO DE
PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

PAU DOS FERROS - RN

2019

LUDIMILA CARVALHO FEITOSA

**APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA PARA
SIMULAÇÃO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido em cumprimento às exigências legais como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Otávio Paulino Lavor

PAU DOS FERROS-RN

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

**APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA PARA
SIMULAÇÃO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Ludimila Carvalho Feitosa

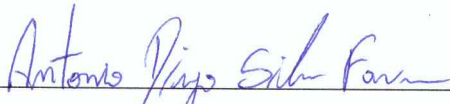
Monografia apresentada à Banca Examinadora
do Curso Engenharia Civil, da Universidade
Federal Rural do Semiárido em cumprimento às
exigências legais como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Civil.

Banca Examinadora:



Prof. Otávio Paulino Lavor

(Orientador – UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)



Prof. Antonio Diego Silva Farias

(UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)



Profa. Mônica Paula de Sousa Martins

(UFERSA – Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros)

Pau dos Ferros - RN

19 de março de 2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Centro multidisciplinar de Pau dos Ferros (BCPDF)
Setor de Informação e Referência (SIR)

F311a Feitosa, Ludimila Carvalho.

Aplicação da realidade virtual e aumentada para simulação
de projeto na construção civil/
Ludimila Carvalho Feitosa. - 2019.
44 f.: il.

Orientador: Otávio Paulino Lavor.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, Curso de Engenharia Civil, 2019.

1. Realidade Virtual. 2. Realidade Aumentada. 3. Imersão.
4. Projetos. 5. Engenharia. I. Paulino Lavor, Otávio, orient. II.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por toda saúde e força durante esta caminhada.

Aos meus amados pais, Degislândia de Carvalho Pessoa Feitosa e Francisco Evandro Duarte Feitosa, pelos seus gestos de afeto e amor incondicional, pela educação que me deram e por não medirem esforços para que eu pudesse ter esta oportunidade.

Ao meu irmão, Murilo Carvalho Feitosa por estar sempre ao meu lado e a minha cunhada Ana Livia Ripardo por todas as palavras. Aos meus avós por todo incentivo, e aos meus tios e tias, primos e primas pela força e pelo carinho.

Ao meu namorado, Jocivan Ferreira Cavalcante, que de forma especial e paciente me deu motivação e acreditou na minha capacidade. Tenho muito a te agradecer amor, obrigada por compartilhar todos os momentos, tristes ou felizes, dessa fase da minha vida.

Agradeço aos meus padrinhos, Maria Elinete D. Feitosa e Né Feitosa por acreditarem em mim e por toda ajuda que sempre me forneceram, pelo carinho que continuamente me dedicam, amo demais vocês.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Otávio Paulino Lavor, que me acompanhou durante essa jornada, pelo empenho, disponibilidade e suporte, foi um privilégio ser novamente sua orientanda.

Agradeço desde já a Antonio Diego e Mônica Paula pela disponibilidade e por toda contribuição que darão ao meu trabalho, sou muito grata.

Agradeço a todos os professores por me proporcionarem o conhecimento, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas universitários que apeteram por esse momento, em especial Alice Costa por todo apoio e carinho dedicado até hoje.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, sei que são muitos e que não citei o nome de todos, mais saibam que no fundo do meu coração sou muito grata por cada palavra, por cada ajuda... o meu muito obrigada.

RESUMO

A Realidade Virtual e a Realidade Aumentada tem sido um destaque no mercado atual de tecnologias, a primeira se trata da imersão do usuário em um ambiente virtual criado pelo computador, já a segunda refere-se à capacidade de colocar objetos virtuais no ambiente real. A possibilidade de gerar sensações, de visualizar algo ainda não existente, de proporcionar otimização de processos, entre outros aspectos, garantem uma maior diversidade de aplicações para essas ferramentas. A partir desse cenário, o trabalho teve seu desenvolvimento na verificação da viabilidade da aplicação da Realidade Virtual e Aumentada na apresentação de projetos arquitetônicos, podendo assim descrever como a tecnologia pode auxiliar no trabalho dos profissionais da área de Arquitetura, Engenharia e Construção - AEC. Para realização desse estudo e êxito do objetivo, adotou-se a metodologia quati-qualitativa, averiguando dados oriundos de bibliografias e produções científicas na área, bem como a demonstração de uma aplicação com essas técnicas e realização de questionários com alunos da UFERSA. Dessa forma, constatou-se que essa aplicação proporciona uma melhor visualização do imóvel e entendimento do empreendimento, conferindo ao usuário uma maior imersão no projeto.

Palavras chaves: Realidade Virtual. Realidade Aumentada. Imersão. Projetos. Engenharia.

ABSTRACT

Virtual Reality and Augmented Reality has been a highlight in the current technology market, the first is the immersion of the user in a virtual environment created by the computer, while the second refers to the ability to put virtual objects in the real environment. The possibility of generating sensations, of visualizing something not yet existent, of providing process optimization, among other aspects, guarantees a greater diversity of applications for these tools. From this scenario, the work had its development in the verification of the feasibility of the application of Virtual and Augmented Reality in the presentation of architectural projects, being able to describe how the technology can assist in the work of Architecture, Engineering and Construction - AEC professionals. To carry out this study and success of the objective, we adopted the quati-qualitative methodology, checking data from bibliographies and scientific productions in the area, as well as demonstrating an application with these techniques and conducting questionnaires with UFERSA students. In this way, it was verified that this application provides a better visualization of the property and understanding of the enterprise, giving the user a greater immersion in the project.

Keywords: Virtual Reality. Augmented Reality. Immersion. Projects. Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Sensorama criado por Morton.....	16
Figura 2- Invenção de Ivan Sutherland, o Sword of Damocles.....	17
Figura 3 - Curva Hype Cycle da Gartner do ano de 2017.	19
Figura 4 - Categoria de Investimentos segundo a Digi-Capital.....	19
Figura 6 – Acesso à planta baixa.	26
Figura 7 – Visualização do imóvel pela planta baixa.	26
Figura 8 – Visualização de imóveis por sites de imobiliárias ou similares.	27
Figura 9 – Conhecimento sobre a Realidade Virtual.....	28
Figura 10 – Conhecimento sobre a Realidade Aumentada.....	28
Figura 11 – Contato com projeto 3D.	29
Figura 12 – Compreensão das informações contidas na planta baixa	30
Figura 13 – Aplicação de Realidade Aumentada.	31
Figura 14 – Aplicação de Realidade Virtual	31
Figura 15 – Utilidade da Realidade Virtual e Aumentada	32
Figura 16 – Representação	33

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Estímulos requeridos às experiências aplicações de RV.....	14
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BIM	Building Information Model
CAD	Computer Aided Design
Dr	Doutor
GPS	Global Positioning System
HMD	Head-Mounted Display
PC	Personal Computer
QR	Quick Response
RA	Realidade Aumentada
RM	Realidade Mista
RV	Realidade Virtual
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	Realidade Aumentada.....	12
2.2	Realidade Virtual.....	13
2.3	Breve Históricos Da Realidade Virtual E Aumentada.....	15
2.4	Crescente Investimento Em Realidade Virtual E Aumentada.....	18
2.5	Aplicação Da Realidade Virtual E Aumentada.....	20
2.5.1	Aplicações nas industriais.....	20
2.5.3	Aplicações na educação.....	21
2.5.4	Aplicações no entretenimento.....	21
2.5.5	Aplicações na construção civil.....	21
3	METODOLOGIA.....	23
4.	RESULTADOS.....	25
5.	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35
	APÊNDICES.....	38
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I.....	38
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO II.....	40
	ANEXOS.....	41
	ANEXO A – MARCADORES PARA VISUALIZAÇÃO DE MAQUETES 3D DOS APARTAMENTOS.....	41
	ANEXO B – MARCADOR PARA VISUALIZAÇÃO DE MAQUETE 3D DA FACHADA.....	42

1 INTRODUÇÃO

Houve uma série de marcos desde que os computadores eram máquinas que ocupavam grandes espaços e que apenas uma minoria poderia ter acesso. Segundo Nunes e Leão (2018), desde a década de 60, o computador se torna mais alcançável e essencial em diversas áreas, principiando a partir de então o desenvolvimento de softwares gráficos e da Tecnologia da Informação. É desse constante desenvolvimento de programas computacionais que se tem o aumento da busca por avanços tecnológicos atualmente, onde se podem citar os smartphones que são acessíveis à maioria da população e colocam o poder da computação na palma da mão, demonstrando como é possível o avanço e melhoria desses dispositivos. Então, é imprescindível debater sobre essa evolução ao longo do tempo para levarmos cada vez mais em consideração a importância da pesquisa por novas ferramentas e aquisição dessas, que podem auxiliar durante o dia a dia, seja em casa ou no trabalho.

A construção civil também evoluiu com a utilização de novas ferramentas e o primeiro marco confirmado por Nunes e Leão (2018) foi à implantação de um programa capaz de realizar desenhos técnicos pelo computador, o *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador) – CAD, pois antes só se utilizavam pranchetas de desenho e projetos realizados manualmente. Daí em diante a construção civil se encontrava, até então, em constante modernização; nos anos 90 conforme relata Cardoso (2013) introduz-se o uso de softwares 3D capazes de produzir projetos tridimensionais trazendo assim uma maior visualização, além disso, com o passar dos anos despertou-se outra tecnologia muito eficiente no mercado, o uso do BIM (*Building Information Model*- tradução do inglês ‘Modelagem da Informação da Construção’), podendo assim não apenas realizar projetos em 3D, mas detalhá-los, com especificação de materiais, custos, além de poder obter quantitativos e muito mais, consequentemente alcança-se o aprimoramento das técnicas computacionais proporcionando aos profissionais da área meios de agilizar sua produtividade garantindo bons resultados.

Um destaque na movimentação de setores em todo o mundo tem sido a Realidade Virtual (RV) que se trata de uma tecnologia de interface com potencial de representar a realidade “enganando” os sentidos do usuário, ou seja, emulando uma experiência através de elementos que são simulados com base em computadores, projetando assim o ambiente virtual em que o usuário estará exposto. De acordo com Freitas e Ruschel (2010) se trata de um ambiente completamente imersivo com a capacidade de vivenciar algo que não existe fisicamente, mais retratando algo que tem potencial para se tornar real, físico, sendo assim uma ferramenta de interesse na projeção de projetos arquitetônicos, hidráulicos, elétricos entre

outros, tornando possível uma melhor visualização, que além da imersão pode permitir a simulação e a interação, chamando assim atenção na área da construção civil e em pesquisas relacionadas a este mercado.

Juntamente com a realidade virtual, a Realidade Aumentada (RA), que se trata de uma tecnologia com capacidade de colocar elementos virtuais no cenário real, também tem tomado grande espaço na construção civil. De acordo com a Gartner, descrito por Panetta (2018) a experiência imersiva tem se destacado, assim tanto a realidade virtual como a realidade aumentada e a junção dessas duas tecnologias, a Realidade Mista (RM), estão mudando a percepção e interação das pessoas com o mundo digital. Entre as capacidades e características dessas tecnologias na construção civil pode-se destacar, conforme Loreto (2017), o design de projetos que vai deixar de ser um trabalho de prancheta ou software isolado e vai passar a ser uma experiência conjunta na RA, podendo capturar medidas através de fotografias, registrando informações, além de proporcionar uma melhor experiência ao usuário. Como já mencionado a RV, pode proporcionar uma visão mais realista do ambiente em que está sendo projetado, possibilitando também tours virtuais e até mesmo realizar a decoração de um ambiente, dando ao cliente um maior entendimento sobre o projeto, conseguindo com que ele interaja e opine antes da fase de execução da obra. Lojas têm disponibilizado aplicativos em que é possível criar o ambiente como se deseja com os móveis disponibilizados da empresa na cor e no local de sua preferência e até mesmo testar móveis no seu ambiente real, ou seja, inserir elementos virtuais no cenário real para uma melhor visualização. Outro destaque de acordo com a Virtual Reality Society (2015) está na simulação, onde a RV desde o princípio foi utilizada para simulações de voos por militares e hoje pode ser utilizada para treinamento de profissionais podendo simular situações de perigo para uma melhor aptidão, simular manuseio de equipamentos e transportes e o desenvolvimento de manutenção virtualmente.

São muitos os destaques que podem ser observados com toda essa tecnologia. Então, diante do exposto, este trabalho propõe-se a verificar a viabilidade da aplicação da Realidade Virtual e Aumentada na apresentação de projetos arquitetônicos, podendo assim descrever como a tecnologia pode auxiliar no trabalho dos profissionais da área além dos tipos de dispositivos que podem ser utilizados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 REALIDADE AUMENTADA

A Realidade Aumentada (RA), que se trata de uma tecnologia com capacidade de colocar elementos virtuais no cenário real, faz a integração da informação digital com o ambiente em que o usuário está presente. Assim, sobrepõe novas informações ou objetos no ambiente já existente, real, diferentemente da realidade virtual que cria um ambiente totalmente virtual, artificial.

De acordo com Tori, Kirner e Siscoutto (2006) ela permite ao usuário ter interações com situações fictícias, com objetos virtuais, estáticos ou em movimento. Ainda segundo eles, a RA usa técnicas computacionais que geram, posicionam e mostram objetos integrados ao cenário fictício e envolve aspectos importantes, como: “renderização de alta qualidade do mundo combinado; calibração precisa, envolvendo o alinhamento dos virtuais em posição e orientação dentro do mundo real; interação em tempo real entre objetos reais e virtuais” (TORI, KIRNER E SISCOOTTO, 2006).

Os aplicativos de RA para smartphones geralmente possuem o sistema de posicionamento global (GPS) para identificar a localização do usuário e sua bússola para detectar a orientação do dispositivo, além de poderem possuir sensores como o acelerômetro, câmera e muitas vezes possuírem capacidade de processamento gráfico 3D. Segundo o Reality (2019), há várias categorias de realidade aumentada, entre elas, as baseadas em marcadores, sem marcadores, projeções e superposições, isto é:

- Baseada em marcadores: utilizam uma câmera e algum tipo de marcador visual que será detectado pelo visor, logo padrões simples podem ser utilizados como um código Qr (*Quick Response*- tradução do inglês ‘resposta rápida’) ou uma imagem comum que queira utilizar;

- Sem marcadores: Baseada na localização através da posição, geralmente com o uso de um GPS, bússola digital, medidor de velocidade ou acelerômetro, que é embutido no dispositivo para fornecer dados com base na sua localização, tecnologia muito encontrada em *smartphones*;

- Baseada em Projeções: é fundamentada no envio de luz para uma superfície real do mundo e por seguinte detectando a interação, ou seja, o toque do usuário nessa luz projetada;

- Baseada em superposição: trata-se da substituição de um objeto pela ampliação do mesmo.

Os aplicativos de realidade aumentada podem conter uma gama de funcionalidades, uma descrição simples, por exemplo, com uso de marcadores, muitos são escritos em programas 3D especiais que permitem ao desenvolvedor vincular informações digitais contextuais ou de animação no programa de computador a um “marcador” que pode ser qualquer imagem escolhida pelo usuário. Quando o aplicativo RA ou o *plug-in* do navegador recebe informações digitais de um marcador conhecido, captando a apresentação do marcador pelo usuário no mundo real, seja por meio de uma câmera ou qualquer dispositivo de visualização, ele começa a executar o código do marcador e aplicar a camada de imagem do objeto que se programou para visualizar.

2.2 REALIDADE VIRTUAL

Remotamente as tecnologias existentes eram insuficientes para desenvolvimentos de técnicas e programas do momento atual, no princípio do progresso científico eram poucos os dispositivos que ajudavam o homem a obter a interação homem-computador, ao decorrer dos anos foram se aprimorando as ferramentas e ficando cada vez mais fácil e natural a obtenção de informações e auxílio de atividades no dia a dia.

O termo Realidade Virtual se popularizou por Jaron Lanier, Cientista de computação Nova-iorquino, que atribuiu um nome a área em que pesquisava. Mas o que é Realidade Virtual? Como o próprio nome já se refere, trata-se de uma representação da realidade de um ambiente criado com auxílio de um computador, deixando o homem imersivo em cenários que não são reais, mas que se tem a potencialidade de ser realidade, podendo assim, enganar os sentidos do usuário, ou seja, emular uma experiência através de elementos que vão ser simulados com base no ambiente projetado ao qual estará exposto, aguçando assim alguns sentidos não se limitando apenas ao áudio visual, mas também sendo possível obter outras sensações como as táteis e odores, criados a partir de elementos virtuais conforme relata Rebelo (1999). Segundo Ribeiro e Zorzal (2011) a RV se trata de uma técnica de interface computacional em espaço tridimensional onde o homem interage por meio de seus sentidos.

A uma variação de definições sobre do que se trata a RV, em parte por conta da sua constante evolução, Netto et. al. (2002) afirma que o termo é abrangente e “acadêmicos, desenvolvedores de software e pesquisadores tendem a defini-lo com base em suas próprias experiências, gerando diversas definições na literatura”.

A RV se trata do transporte de uma pessoa para um ambiente virtual, que também é uma realidade só que criada de maneira simulada. Segundo Rebelo (1999), virtual significa

potencial, algo que pode vir a ser, logo um arquivo que está no computador que descreve um mundo virtual é um mundo virtual em potencial. Rebelo (1999) afirma que para vários autores alegam que só será válida a experiência imersiva em RV quando houver estímulos de interação, imaginação e imersão como é observado no Quadro 1.

Quadro 1: Estímulos requeridos às experiências imersivas em RV.

Interação	Imaginação	Imersão
Proporciona uma interação completa com o ambiente, com os objetos e com outras pessoas. Exemplo: Abrir uma porta ou saudar uma pessoa dentro de um ambiente tridimensional.	Os sentidos são estimulados a tal ponto que a aplicação parece ser real. Exemplo: sentir que está realmente pilotando um avião ou passeando por uma igreja antiga, mesmo através de um monitor de computador.	A pessoa sente-se como parte integrante do ambiente digital proposta para a interação. Exemplo: Perceber que ao virar à cabeça a imagem que aparece no display do capacete de RV acompanha o usuário permitindo uma visão 360° do ambiente modelado.

Fonte: Rebelo (1999).

Um importante conceito a ser esclarecido para melhor entendimento é a diferença entre a RV e a RA, pois, esta última se trata de uma sobreposição, em que o computador traz elementos virtuais ao mundo real, mundo físico, permitindo que o usuário interaja com estes elementos, neste caso uma das diferenças entre essas tecnologias é que, segundo Rizzon (2010), na RA haverá ausência completa de imersão. No entanto não é qualquer elemento sobreposto no mundo físico que será considerado RA, por exemplo, a projeção de um *data show* é uma representação virtual no mundo real, mas não permitirá a interação do usuário, para ser RA deve haver a mistura entre o real e virtual com o usuário no ambiente real, havendo a interatividade e um perfeito registro, fazendo com que o elemento realmente esteja presente na cena.

2.3 BREVE HISTÓRICOS DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

Não se tem precisão de quando exatamente a Realidade Virtual foi criada e acredita-se que seu termo sucede a sua criação, Pereira e Nogueira (2015) afirmam que há a crença de que a primeira tentativa foi realizada pelo físico Sir. Charles Wheatstone em 1838 com os Estereoscópios que se tratavam de óculos que utilizavam espelhos em frente aos olhos com uma pequena angulação na lente, ele afirmou que visualizar duas imagens próximas uma da outra ou ver fotos pelo estereoscópio dá uma sensação de profundidade e imersão que na verdade se tratava de uma sobreposição das imagens dando um efeito de ilusão ótica e de volume.

Segundo o Virtual Reality Society (2015), já em 1929 houve o implemento do primeiro simulador de voo elaborado por Edward Link, o chamado “*Link trainer*” capaz de emular situações de turbulência entre outras, eficiente para a preparação inicial de treinamento, e em 1935 o conto de ficção científica de Stanley G. Weinbaum sobre os Óculos de Pygmalion foi a maior aproximação da RV, nele a descrição de um óculo que combina hologramas com sons e até tato como se fosse um projetor individual.

Ainda segundo o Virtual Reality Society (2015), na década de 50 surge o Sensorama, que se tratava de uma cabine que trazia ao usuário uma visão com display 3D, além de som, cheiro e inclinações do corpo criado por Morton Heilig, como visto na Figura 1. Nos anos 60 Comeau & Bryan da Philco Corporation criaram o Headsight, que possuía uma tela em cada olho e continha um sensor de movimento magnético ligado a uma câmera que foi criada para ser utilizado por militares mais acabou sendo o primeiro HMD (*Head-mounted Display* – tradução do inglês ‘monitor montado na cabeça’). Essa foi a ideia inicial do monitor de cabeça RV, faltando integração de imagens e computador que foi desenvolvida por Ivan Sutherland e seu aluno Bob Sproull em 1968, criando o primeiro protótipo de cabeça RV/RA conectado a um computador, era suspenso no teto e pesado, mas segundo Castro (2004) já proporcionava visão estereoscópica, audição e sensor de movimentação na cabeça.

Figura 1– Sensorama criado por Morton.



Fonte: Virtual Reality Society (2015).

De acordo com Virtual Reality Society (2015), em 1969 Myron Krueger nomeia suas experiências na área de Realidade Artificial, desenvolvendo o *videoplace*, tecnologia que permitiu a comunicação entre as pessoas mesmo que distantes, por meio de câmeras de vídeo em um ambiente gerado no computador. Castro (2004) explana em 1982, em seu livro publicado: “*Artificial Reality*”, relatos de suas experiências na área. Com o surgimento dos primeiros computadores pessoais no mercado em 1974, começa-se a facilitar a criação dessas novas tecnologias e em 1977 já foi patenteada a primeira luva para interação com o computador pela Universidade de Illinois (ESPINHEIRA NETO, 2004).

Depois de tantos avanços, Jaron Lanier em 1987, enfim, populariza o termo “realidade virtual” tornando este o nome de tal área de estudo descrita, ele fundou um laboratório de programação visual (VPL) e desenvolveu várias tecnologias, trazendo assim vários produtos ao mercado. Juntamente com Tom Zimmerman criaram o *Dataglove* (uma luva de dados), depois disso foi inclusive a primeira empresa a vender óculos de RV, além de capacetes (VIRTUAL REALITY SOCIETY, 2015). Em 1989 a *AutoDesk* exhibe o primeiro sistema de Realidade Virtual baseado em um computador pessoal (PC). Em 1989, também se inicia divulgações sobre a RV como uma inédita e incrível tecnologia, onde em 1990 começa a aparecer artigos e publicações nacionais, acontecendo assim, a primeira conferência profissional dedica a Realidade Virtual (CASTRO, 2004).

Já a Realidade Aumentada possui seu primeiro marco histórico conforme Casseb (2018), com o engenheiro elétrico da universidade de Haward e vencedor do prêmio “Realizações pioneiras no desenvolvimento da computação gráfica e interfaces interativas” - Ivan Sutherland que de acordo com Ribeiro e Zorzal (2011) contribuiu com dois marcos. O primeiro, em 1965, com um artigo constatando a evolução da realidade virtual e seus estímulos no mundo real; o segundo com a criação de um capacete de visão ótica direta para visualização de objetos 3D no ambiente real, conforme Casseb (2018) chamado Sword of Damocles, que possui características para a realidade aumentada, como rastrear a posição do usuário no espaço, além de capturar imagens do mundo real e poder apresentar pelo seu display em tempo real as imagens capturadas sobrepostas por elementos virtuais. Devido às tecnologias limitadas da época o capacete era muito pesado por isso era preso ao teto do laboratório, como se pode observar na Figura 2.

Figura 2- Invenção de Ivan Sutherland, o Sword of Damocles.



Fonte: Casseb (2018)

No entanto, só em 1980 é que surgiu o primeiro projeto de realidade aumentada, onde consistia de um simulador de *cockpit* de avião desenvolvido pela Força Aérea Americana, com visão ótica direta, misturando elementos virtuais com o ambiente físico do usuário (RIBEIRO E ZORZAL, 2011).

O nome realidade aumentada foi inicialmente pronunciado por Thomas Caudell entre os anos de 1990 e 1991. “Caudell estudava maneiras de auxiliar os manuais de montagem e

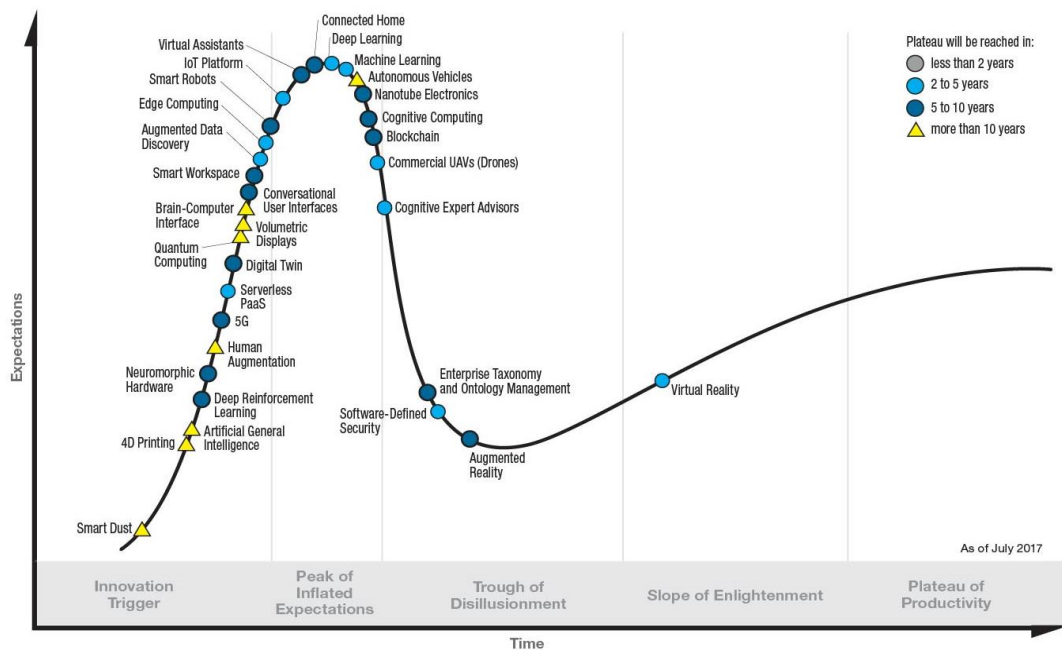
manutenção de aeronaves da Boeing usando feixes de luz” (CASSEB, 2018). Ainda conforme Casseb (2018), outros momentos foram marcados como a disponibilidade do ARToolKit para comunidade em 1999, que se tornou uma das bibliotecas mais utilizadas com a tecnologia de realidade aumentada, que foi desenvolvido pelo Dr. Hirokazu Kato no Human Interface Technology Laboratory (HIT Lab) na Universidade de Washington.

Dessa forma, muitas outras aplicações estão sendo geradas com a tecnologia de RA, como utilização de filtros de imagens ou jogos como o PokemonGo da Nintendo, mas a muito a se pesquisar e muito a se descobrir sobre essa tecnologia que cada vez mais tem despertado o interesse e curiosidade da população.

2.4 CRESCENTE INVESTIMENTO EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

O Gartner todo ano produz o chamado Hype Cycle, que se trata de uma curva de evolução das principais tecnologias e através dele conseguimos acompanhar em qual tempo que essas tendências devem chegar ao mercado, a realidade virtual já figura uma zona muito próxima de entrar no fator de produtividade, que é uma zona onde o mercado começa a adotar a tecnologia com mais facilidade, como pode-se observar na Figura 3, onde a realidade aumentada vem logo atrás, entre 2 a 5 anos já veremos essas tecnologias fazerem parte de nossas vidas, assim como smartphones, consoles e outras tecnologias que já fazem parte do nosso dia a dia. A curva de 2018 não exposta aqui aponta a Realidade Mista, junção da Realidade Virtual com a Realidade Aumentada, como a experiência imersiva de escolha, em que o usuário interage com objetos digitais e do mundo real, mantendo uma presença no mundo físico, nesse mesmo time, conforme Panetta (2017), essas tecnologias estão mudando a percepção e interação dos usuários com o mundo digital.

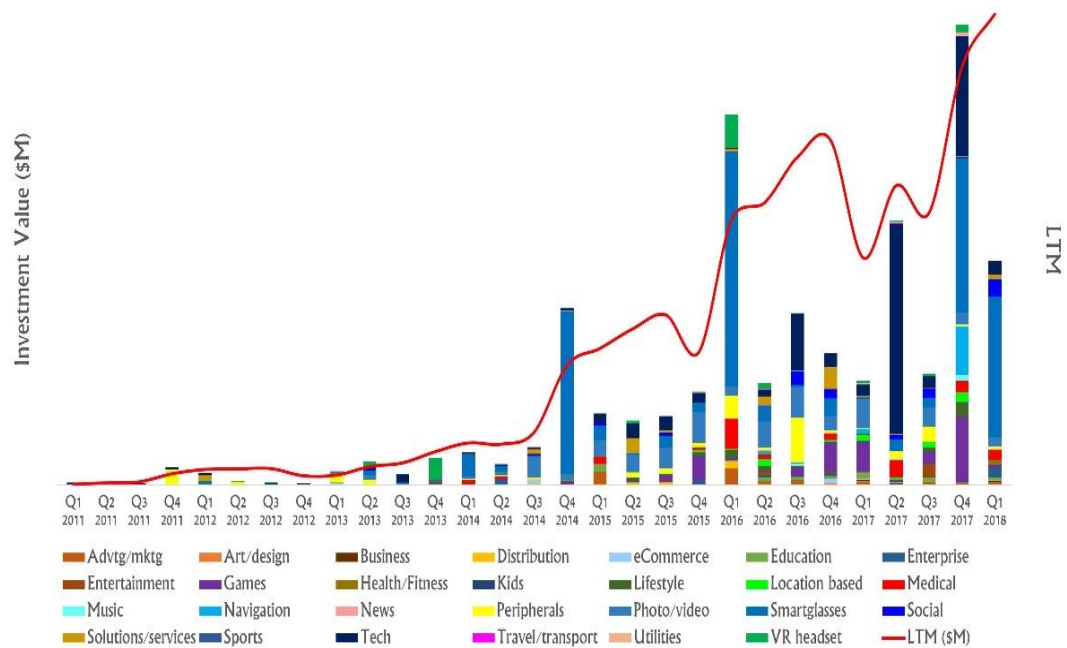
Figura 3 - Curva Hype Cycle da Gartner do ano de 2017.



Fonte: Gartner por Panetta (2017).

Pelo gráfico da Figura 4 é possível observar que em 2017 já houve um acréscimo significativo nos investimentos e apenas nos primeiros três meses do ano de 2018, já foi investido aproximadamente três quartos de um bilhão de dólares.

Figura 4 - Categoria de Investimentos segundo a Digi-Capital.



Fonte: Digi-Capital, 2018.

O volume de investimentos que essa indústria já está movimentando tem aumentado constantemente, conseguimos ver de acordo com a Digi-Capital (2018) como que nos últimos anos subiu significativamente o número de investimentos em RV e RA em todo o mundo e também as múltiplas indústrias que estão se beneficiando dessa tecnologia, pode-se destacar a área de games, músicas, medica, são vários segmentos que já estão tendo soluções com base nessas ferramentas no seu dia a dia de negócios.

Ficando evidenciado o quanto este mercado vem evoluindo na atualidade, a Realidade Virtual e Aumentada estão se tornando popularmente utilizadas, trazendo assim um maior investimento no mercado e uma maior procura pelas mesmas.

2.5 APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

Devido à grande gama de abrangência de áreas que a realidade virtual e aumentada pode beneficiar, tem-se cada vez aparecido novas aplicações dessas tecnologias, algumas serão citadas nesse trabalho a seguir:

2.5.1 Aplicações nas industriais

Como afirma Tori, Kirner e Siscoutto (2006) o uso do software CAD já é bastante difundido em indústrias, sem contar a visualização de objetos 3D. E a realidade mista, vai além, permitindo sua inspeção, constando um alto grau de interação com o objeto que está em análise.

Algumas das aplicações na indústria, são em: visualização de protótipos; treinamentos e manutenções; simulações de vários gêneros; reconhecimento de peças e padrões; além de suas utilizações no marketing como fez a Coca-Cola, que disponibilizou o aplicativo “Natal Coca-Cola”, que dá acesso a histórias com os ursos polares em realidade aumentada por meio das embalagens temáticas do produto. Podendo assim serem utilizadas como ferramentas para instruir, organizar, visualizar e melhorar interações com os produtos.

2.5.2 Aplicações na saúde

Os computadores têm cada vez mais facilitado a automatização de instrumentos que ajudam profissionais da saúde a terem um melhor acompanhamento e controle do estado de seus pacientes, sendo portanto, muito importante a implantação da realidade mista, que estão

sendo utilizadas tanto para aprimoramento dos novos profissionais que estão adquirindo habilidades como em profissionais que já possuem experiência, uma vez que as partes do corpo humano precisam de bastante atenção e boa visualização o que é difícil quando se está vendo em perspectiva 2D.

Dentre as muitas utilidades da realidade mista, vale salientar algumas como: ensino de anatomia; planejamento cirúrgico e procedimentos de cirurgia; simulações cirúrgicas; terapia virtual; tratamento de deficientes; fisioterapia virtual, lidar com ansiedade e estresse, combater fobias, entre outras (TORI, KIRNER E SISCOUTTO, 2006).

2.5.3 Aplicações na educação

Tanto a realidade virtual como a aumentada podem trazer benefícios a educação, seja nas aulas presenciais ou em ensino a distância. Dentre as várias formas de ajudar no ensino, constam-se utilizações em visitas virtuais a museus e outros lugares históricos trazendo-se mais cultura e tornando mais fácil o entendimento dos alunos, além de simulações, Tori, Kirner e Siscoutto (2006) também destacam a participação em eventos virtuais, acesso a bibliotecas virtuais, educação de excepcionais, encontros de alunos e professores, entre outras.

2.5.4 Aplicações no entretenimento

É cada vez mais comum a utilização de jogos com realidade aumentada e virtual presentes, sendo de acordo com Tori, Kirner e Siscoutto (2006) uma das áreas que atinge maior consumo, viabilizando o lançamento e maior investimento de produtos. Podendo-se destacar videojogos tridimensionais com interações em tempo real, turismo e passeios virtuais, cinema virtual, além da grande utilização de aplicativos nos smartphones.

2.5.5 Aplicações na construção civil

Dentre as muitas aplicações vale destacar a aquelas na construção civil, cada vez mais se tem procurado formas de facilitar a dinâmica no dia a dia dos profissionais, desde a utilização de softwares que tem ajudado nas reproduções de projetos como o software Autocad que diminuiu a utilização de pranchetas, a ferramentas capazes de melhor reproduzir e visualizar projetos tridimensionais.

Dentre essas ferramentas pode-se citar a realidade aumentada que pode facilmente projetar uma maquete 3D possibilitando algo mais nítido assim como a realidade aumentada que pode trazer a possibilidade de realizar tours sobre os ambientes projetados de uma forma bastante realista dando a clientes a sensação de estar no seu imóvel.

E dentre as aplicações de realidade aumentada e virtual que se tem utilizado na construção civil, vale destacar, segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006), “projeto de artefatos; planejamento da obra; inspeção tridimensional em tempo real; interação em tempo real; decorações de ambiente; avaliação acústica. ” Dentre outras aplicações, como a apresentação de projetos arquitetônicos, que será analisada neste trabalho.

3 METODOLOGIA

O trabalho faz uso de uma metodologia de caráter qualitativa e quantitativa (quali-quantitativa) com um estudo exploratório e descritivo, dividido em quatro etapas: primeiramente subsidiada na pesquisa bibliográfica, a segunda pela escolha e utilização de uma aplicação, terceira pela aplicação de questionários e na quarta etapa a análise dos resultados obtidos pelos questionários.

A revisão bibliográfica do trabalho tem como base a produção científica publicada na área, tanto em artigos, revistas, livros, monografias, teses e dissertações, procurando assim tantos meios impressos como as publicações disponíveis no meio digital relacionados às questões em pesquisa, além de grupos de pesquisas explanando sobre a Realidade Virtual e Aumentada e sua aplicação.

Na segunda etapa foi feita a escolha de qual aplicação utilizar com suporte de referências bibliográficas e a partir disso utilizar a ferramenta para apresentar um projeto em Realidade Virtual e Aumentada, optou-se por utilizar um aplicativo disponível para Smartphones e de fácil acesso para o público ao qual foi-se realizado os questionários, utilizando assim o aplicativo Reserva na Lagoa, uma criação da empresa Bugaboo Studio de Fortaleza-CE, que está tanto na *Play Store* como na *Apple Store*, podendo assim fazer uma aplicação acessível as pessoas. Para demonstração da Realidade Aumentada foi utilizado marcadores que estão disponíveis nos Anexos e para Realidade Virtual foi utilizado o óculo de realidade virtual, Gear Vr da Samsung, modelo 325.

Nesta etapa fez-se a elaboração dos questionários para em seguida, realizar os mesmos com futuros profissionais na área, no caso foi-se realizado com uma turma do primeiro semestre do Curso de Ciência e Tecnologia da UFRSA- Campus Pau dos Ferros-RN, levantando assim subsidio para saber o quanto a RV e RA são conhecidas, se essas pessoas já tiveram ou mantém contato com a aplicação das mesmas entre outros questionamentos que facilitarão a análise sobre a utilidade ou não dessa aplicação na apresentação de projetos arquitetônicos na construção civil. Foi-se realizado dois questionários por pessoa, um antes da aplicação, que consistiu na apresentação do aplicativo que possui a representação 3D para as duas realidades em questão virtual e aumentada, para a realidade aumentada foi entregue folhas com os marcadores fornecidos no aplicativo para que pudessem visualizar a maquete 3D dos ambientes dos apartamentos do prédio incluindo sua fachada e para a realidade virtual foi-se apresentado cada ambiente do imóvel por meio de um óculos de realidade virtual, podendo assim realizar um tour, podendo após a apresentação realizar o outro questionário.

Na última etapa, foi feito a análise dos resultados obtidos nos questionários e aplicados por meio da pesquisa tanto quantitativa quanto qualitativa. Com a pesquisa quantitativa buscou-se o levantamento de dados dessa porcentagem de pessoas entrevistadas sobre as questões em pauta, podendo-se também recolher a opinião delas quanto à aplicação tomando como base a partir daí a pesquisa qualitativa, buscando-se a compreensão da opinião das pessoas quanto a aplicação demonstrada não só por suas respostas nos questionários individuais mais pelo dialogo informal obtido no momento em que foi realizada a demonstração da aplicação, a forma como interagiram e suas curiosidades obtendo-se assim embasamento para uma melhor análise do assunto. Portanto, por meio das duas metodologias citadas pode-se tanto chegar tanto a dados estatísticos como pode-se obter uma visão mais ampla do cenário, podendo-se chegar mais próximo do que acharam.

4. RESULTADOS

Há uma crescente procura de profissionais da área de Arquitetura, Engenharia e Construção - AEC por novas tecnologias e também uma quantidade de profissionais que estagnaram em metodologias antigas, pois é visto que grande parte dos profissionais só utilizam o CAD 2D, os mesmos precisam de um ponto de vista mais amplo, carecem de conhecer as vantagens que as ferramentas como a Realidade Virtual e Realidade Aumentada podem oferecer, como imersão, simulação e até mesmo a interação com o ambiente virtual.

Para construtoras e profissionais da área é muito importante garantir a experiência do cliente especialmente na etapa de projetos, sendo que é complexo para um leigo entender o conceito que existe em uma planta baixa apresentada por arquitetos ou engenheiros ou entender o que uma maquete quer representar. Geralmente quando se possui uma maquete do projeto, que são casos mais raros para pequenas obras, é feita apenas uma para todo o ciclo do projeto, além disso, muitas vezes não se consegue atualizar a maquete de acordo com as exigências, sendo mais complicada qualquer modificação depois de pronta, prejudicando na demonstração eficiente para os clientes ou até mesmo para os colaboradores.

Pouco se falava em realidade virtual ou aumentada por conta dos altos custos na aquisição de equipamentos, além do não conhecimento dos profissionais sobre as ferramentas, mas atualmente diferentes áreas estão investindo nesse mercado como se pode observar. Implantando uma maior diversidade de produtos, podendo-se adquirir uma alta resolução na sua apresentação ou até mesmo um produto que seja mais viável economicamente e que já possa fazer grande diferença na sua demonstração.

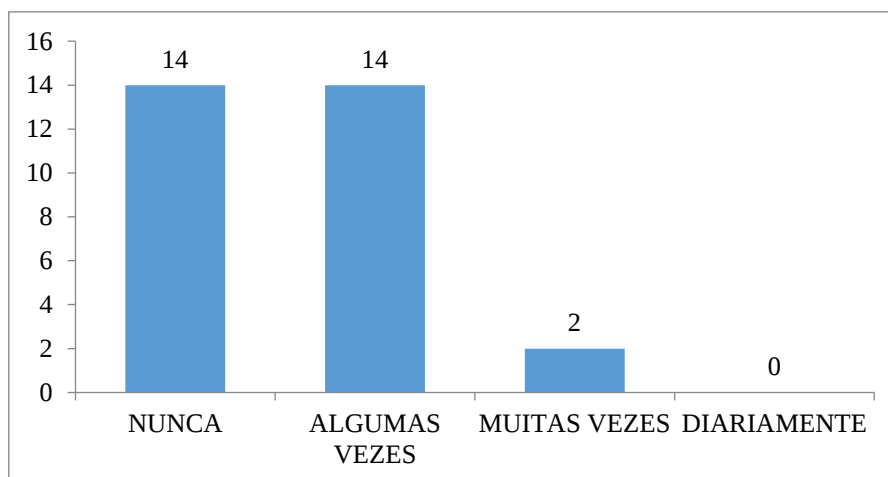
Visando os benefícios que a realidade mista ou de uma delas, realidade virtual ou aumentada, podem trazer na apresentação de projetos arquitetônicos ou até mesmo em outras aplicações, através do conhecimento e realização de sua aplicação para demonstração e análise dos resultados da opinião de certa quantidade de pessoas.

Portanto, para se obter um maior embasamento sobre o conhecimento de pessoas da área ou que não tenham experiência com a construção civil, foi realizado dois questionários com uma turma do primeiro semestre de alunos da UFERSA-Campus Pau dos Ferros-RN, onde o primeiro questionário foi realizado antes de demonstrar a aplicação, e pode ser observado no Apêndice A deste trabalho.

Cerca de trinta alunos preencheram os questionários onde a faixa etária predominante entre 20 e 30 anos. Entre os entrevistados, dezesseis relataram já ter contato com plantas baixas, onde sete já trabalharam como ajudantes em pequenas obras, sabendo o básico

necessário para leitura de projetos arquitetônicos. Na Figura 6, pode ser observado a tabulação dos dados a respeito do nível de desconhecimento quanto à leitura de projetos e seu acesso, mesmo partindo de estudantes do primeiro semestre de engenharia civil, situação essa que poderia ser ainda mais evidente caso o público fosse outro.

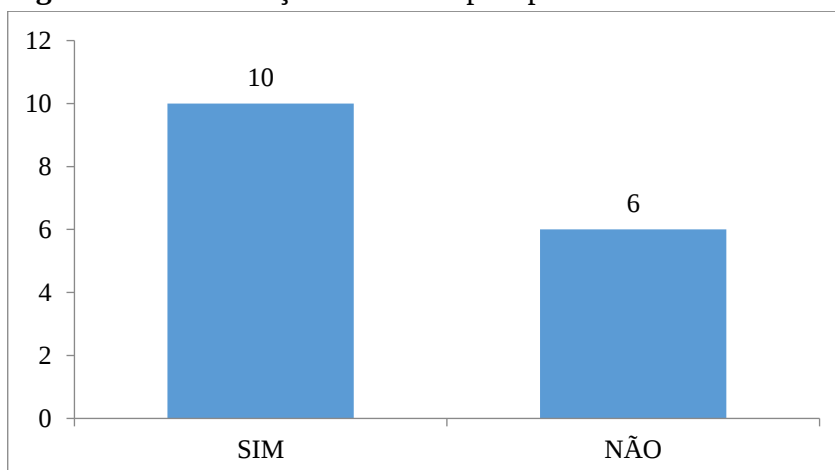
Figura 5 – Acesso à planta baixa.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Das 16 pessoas que já tiveram contato com planta baixa, seis responderam que as mesmas não possuem uma fácil visualização do imóvel como se pode observar na Figura 7. Além disso, 50% delas, disseram não entender as informações contidas no projeto, assim como não conseguiram visualizar apenas por plantas baixas como ficará o imóvel depois de pronto. Demonstrando assim que para muitos, é difícil visualizar o empreendimento só por meio dos desenhos 2D, se tornando algo abstrato.

Figura 6 – Visualização do imóvel pela planta baixa.

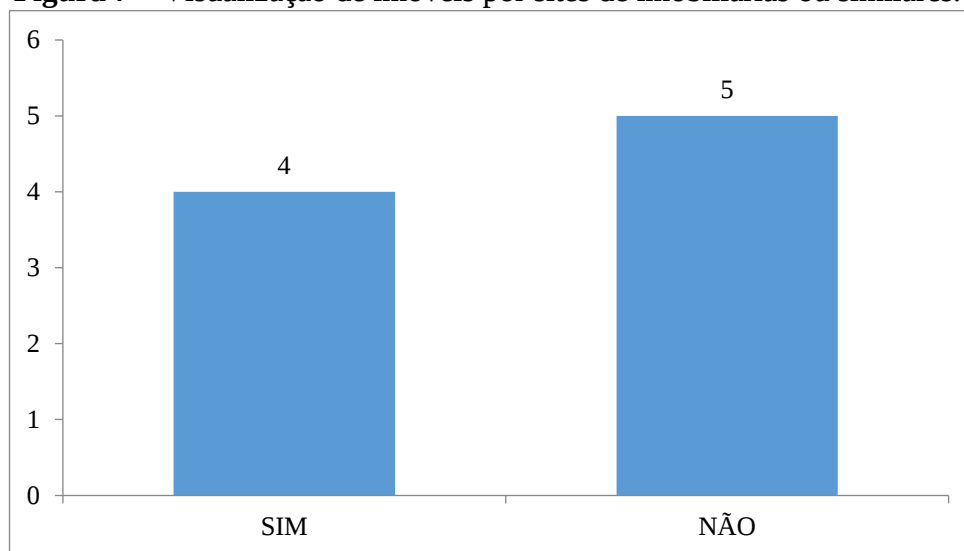


Fonte: Autoria própria, 2019.

A realidade virtual e aumentada tem sido utilizada também no setor imobiliário, por meio de visualizações de planta em 3D possibilitando ao cliente ter uma ideia de espaço dos ambientes, além de tours virtuais que tem proporcionado uma maior visualização de detalhes e pode ser realizado em qualquer lugar não sendo necessário estar no apartamento nem o mesmo já ter sido construído. Ainda, a um destaque em informações que podem ser disponibilizadas por meio de sites de imobiliárias ou similares que são facilmente acessados por *smartphones* ou outros equipamentos por meio dessa tecnologia. Por esse motivo, foi-se perguntado por meio do questionário se já haviam utilizado algum site de imobiliárias, construtoras ou similares para visualização de imóveis e 30%, equivalente a nove alunos, responderam que sim.

Desses nove, cinco comentaram (Figura 8) que faltaram detalhes na visualização dos imóveis, como alguns cômodos ou uma ruim visualização pelas imagens registradas com má qualidade ou em ângulos ruins, também comentaram sobre a falta de detalhes. Problemas estes que não existiriam se fosse empregado a tecnologia de realidade aumentada ou virtual pois mesmo a distância qualquer um poderia ter uma boa e ampla visualização do empreendimento.

Figura 7 – Visualização de imóveis por sites de imobiliárias ou similares.

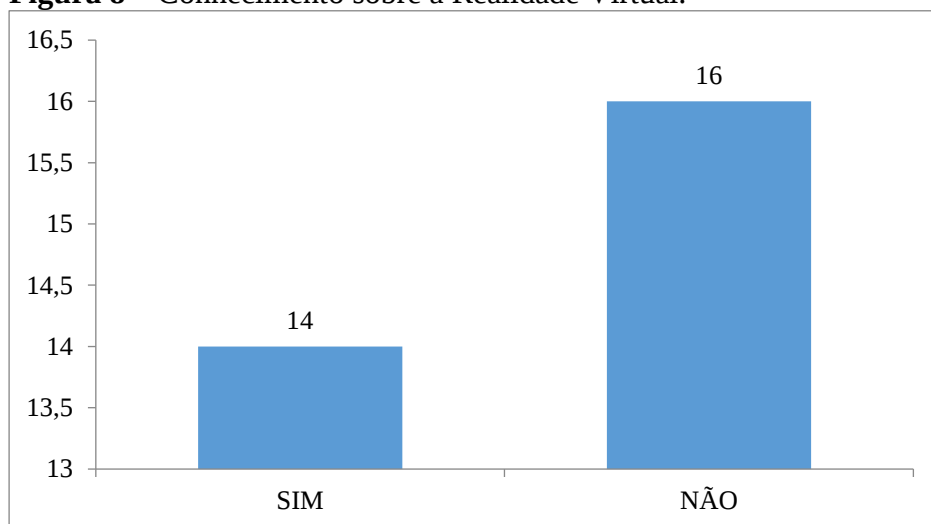


Fonte: Autoria própria, 2019.

Quatorze das trinta pessoas disse já ter ouvido falar em Realidade Virtual, como elencado na Figura 9, muitos possuem pontos de vistas diferentes sobre a tecnologia, entre os comentários pode-se destacar: ser um dispositivo com a finalidade de fornecer uma experiência próxima do real; uma tecnologia de interface entre o usuário e um sistema

operacional; dá ao usuário a possibilidade de interagir com algo virtualmente e não fisicamente, entre outros. Podendo-se perceber que alguns têm uma pequena ideia do que se trata, mas que a maioria nunca ouviu falar na realidade virtual e se dizem não ter tido contato com nenhuma aplicação da mesma.

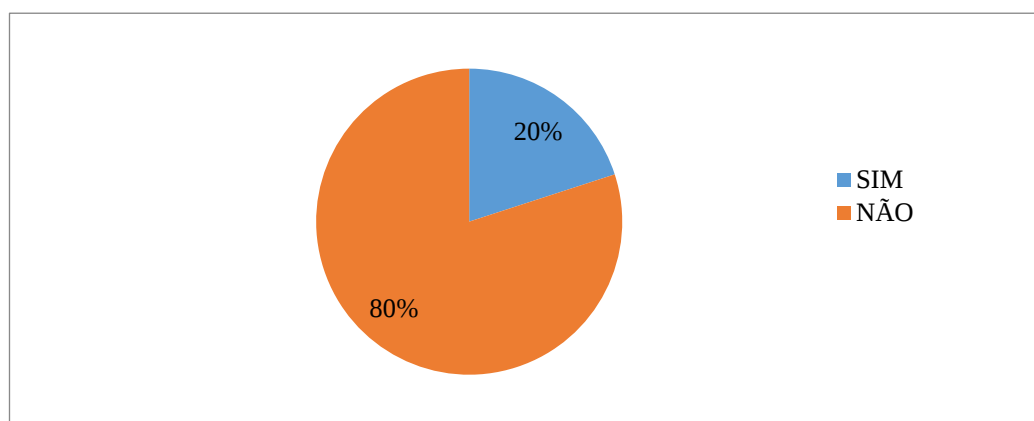
Figura 8 – Conhecimento sobre a Realidade Virtual.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Quanto à realidade aumentada, 20% dos entrevistados, equivalente a seis pessoas (Figura 10), disseram já ter ouvido falar na mesma, e a definição mais próxima foi a seguinte: designa-se de realidade aumentada a integração de elementos ou informações virtuais a visualizações do mundo real. Dos outros cinco alunos, uns não souberam dizer do que se trata ou disseram não saber explicar. O que demonstra que a realidade aumentada ainda é menos conhecida que a realidade virtual.

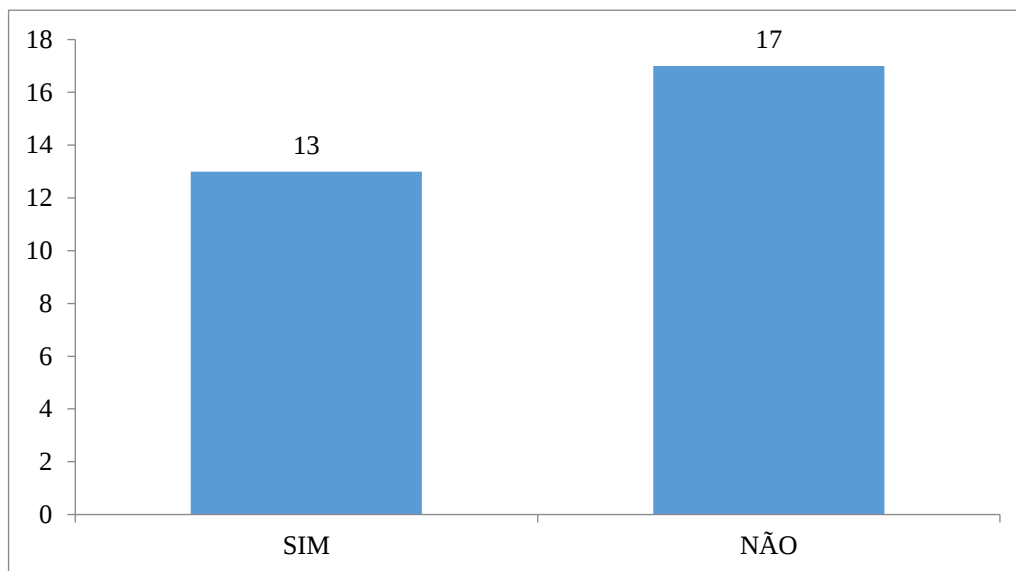
Figura 9 – Conhecimento sobre a Realidade Aumentada.



Fonte: Autoria própria, 2019.

A maioria também respondeu nunca ter visto um projeto 3D, como se pode notar na Figura 11. Deixando claro como grande parte dos projetos ao qual os clientes ou profissionais na área possuem acesso, são plantas baixas e projetos 2D.

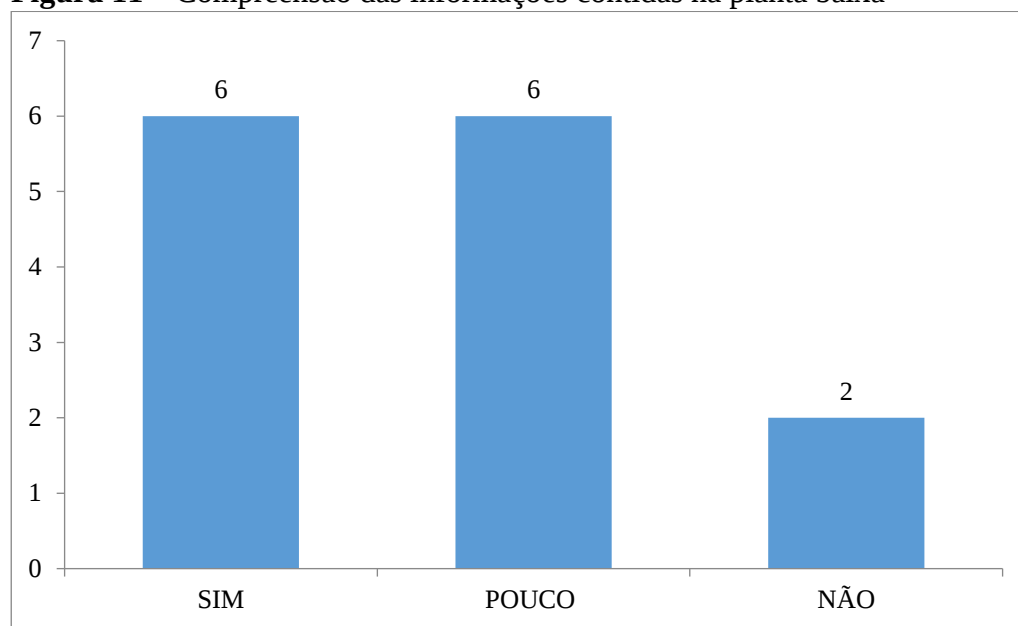
Figura 10 – Contato com projeto 3D.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Também se pode concluir que das pessoas que tiveram contato com a realidade virtual ou aumentada, quatro dos 30 questionados, foram por meio de jogos ou filmes. Para que as pessoas que não tivessem nenhum contato com uma planta baixa pudessem ter esse acesso e enfim dizer sua experiência, foi adicionada ao questionário uma planta baixa de um dos apartamentos que serão vistos pela aplicação. Daí obteve-se desses 14 alunos os seguintes resultados:

- 10 dos 14 alunos acharam fácil a visualização do imóvel pela planta baixa.
- Quanto às informações contidas na planta baixa, de acordo com a Figura 12, apenas seis confirmaram ter compreendido.
- E 40%, seis alunos, disseram não ter conseguido visualizar como ficará o imóvel depois de pronto.

Figura 11 – Compreensão das informações contidas na planta baixa

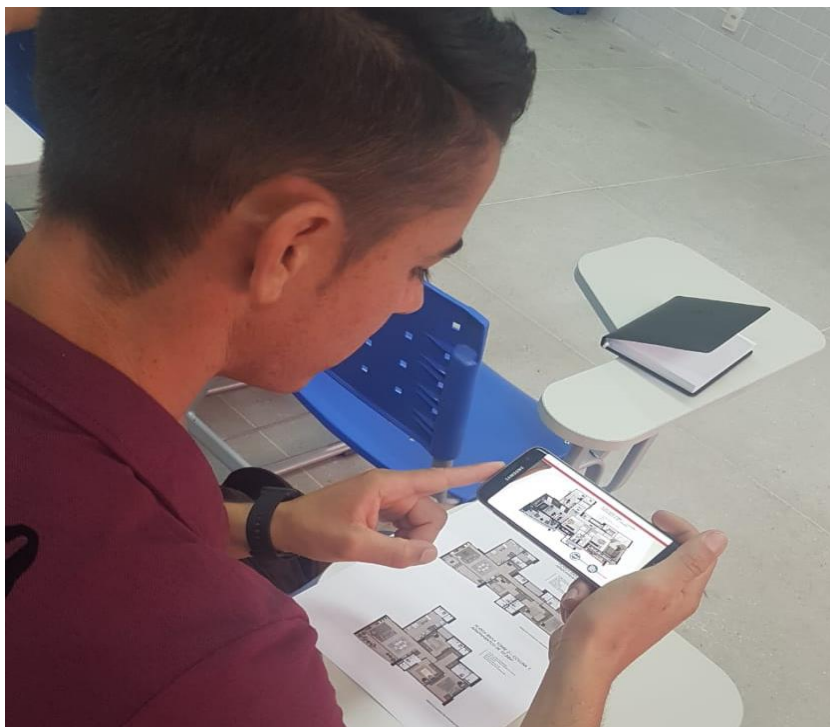
Fonte: Autoria própria, 2019.

Após o preenchimento dos primeiros questionários, foi-se conversado sobre o que realmente se trata a realidade virtual e aumentada e então apresentada uma aplicação dessa tecnologia por meio de um aplicativo, o Reserva na Lagoa, uma criação da empresa Bugaboo Studio de Fortaleza-CE, que está tanto no *Play Store* como na *Apple Store*, podendo assim fazer uma aplicação acessível às pessoas. O aplicativo compreende as maquetes e visualizações 3D de todos os ambientes de um Hotel ainda na sua fase de projeto.

A escolha deste aplicativo se deu por ter conhecimento de qual software foi utilizado para sua criação. O mesmo foi confeccionado no software Unity com extensões do Vuforia, portanto, com conhecimento na área de programação e habilidades em modelagem 3D o profissional poderá criar facilmente aplicações aproximadas a está, e sem custos onerosos poderá empregar uma ferramenta inovadora na sua empresa.

Para demonstração da realidade aumentada foi entregue os marcadores que estão disponíveis no anexo deste trabalho, que consistem em imagens que são utilizadas para que a câmera detecte aquele padrão e reproduza na tela o programado. Com os marcadores em mãos conseguiram observar pelo próprio celular as duas maquetes das plantas baixas dos apartamentos tipo e a fachada com seus detalhes, como se pode observar na Figura 13.

Figura 12 – Aplicação de Realidade Aumentada.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Para demonstração da realidade virtual foi utilizado um óculo de realidade virtual e pode-se nessa aplicação realizar tours pelos ambientes da edificação, que se tratava de ambientes 3D renderizados e mobiliados, dando uma maior sensação de imersão.

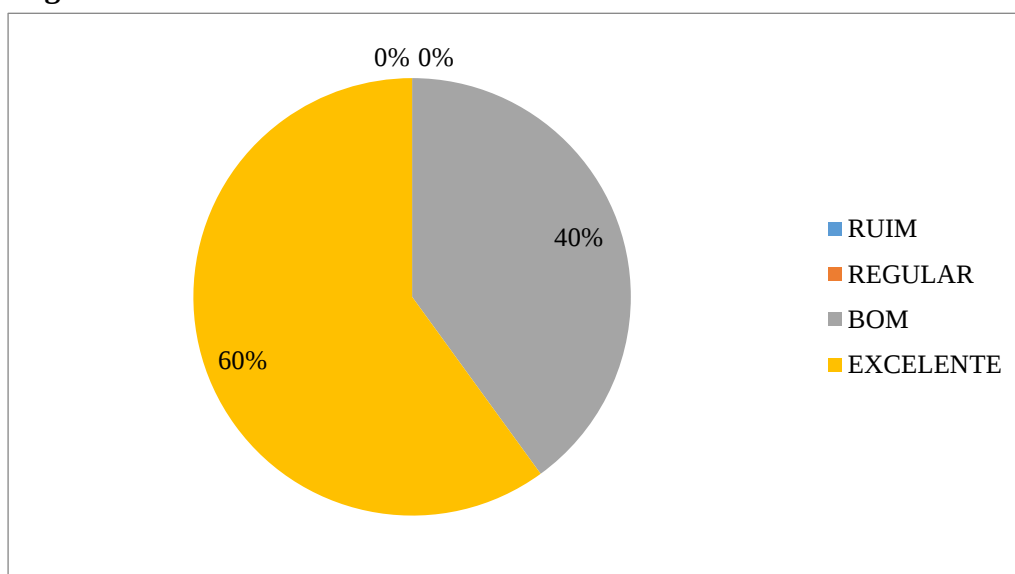
Figura 13 – Aplicação de Realidade Virtual



Fonte: Autoria própria, 2019.

Depois de apresentado às definições e a aplicação da realidade virtual e aumentada, realizou-se o segundo questionário, Apêndice B. Na primeira pergunta referente à utilidade do aplicativo, dez alunos relataram como sendo de categoria ‘boa’ e vinte como sendo ‘excelente’, mostrando assim que seria bem aceito no mercado de trabalho e que agradaria muito ao cliente. Já quanto à utilidade da RV e RA, 40% dos alunos responderam como classificação ‘bom’ e 20% como ‘excelente’, como se pode verificar na Figura 15. Além disso, quanto à usabilidade do sistema de aplicação todos responderam que foi de fácil utilização e de fácil discernimento.

Figura 14 – Utilidade da Realidade Virtual e Aumentada



Fonte: Autoria própria, 2019.

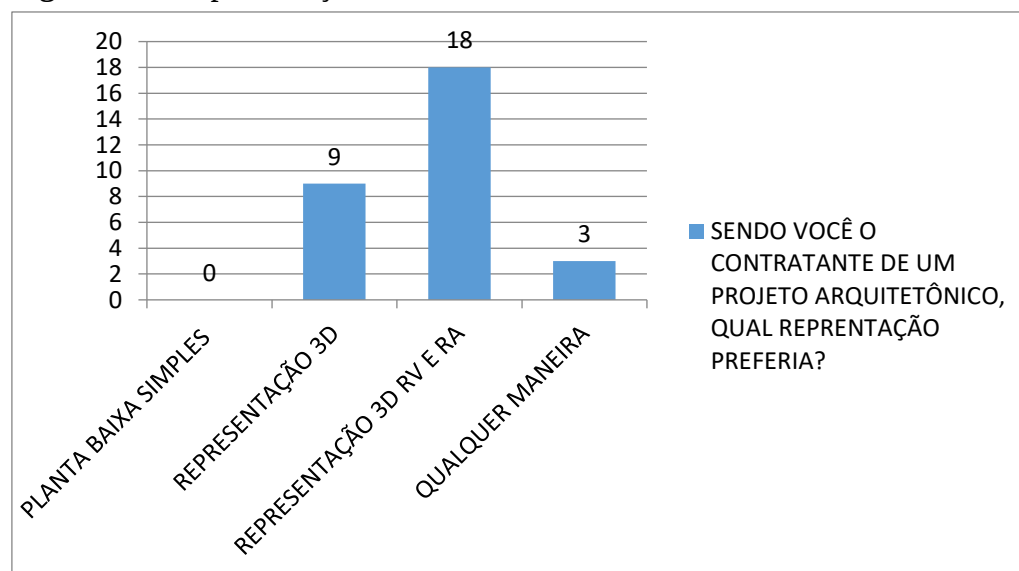
Questionou-se se já haviam visualizado um imóvel antes de sua construção daquela forma e apenas um estudante respondeu que sim, todos os outros nunca tinham vivenciado aquela experiência. Cem por cento das pessoas gostaram da representação 3D e uma delas sugeriu como indicação que possibilitasse a movimentação livre no espaço na apresentação em 360°, no caso à demonstração de realidade virtual realmente é uma boa indicação visto que outras aplicações já possuem essa finalidade e dão uma sensação ainda melhor de imersão, no entanto o aplicativo escolhido para a demonstração não apresentou essa funcionalidade. Mesmo assim 100% dos alunos acharam a representação interativa.

Fazendo os mesmos pensarem mais além, como futuros engenheiros, indagou-se se gostariam de fornecer este serviço em sua empresa e de forma íntegra responderam que sim. Sendo interessante obter ainda a opinião deles quanto ao que acharam da RV e RA aumentada, como era de se esperar devido aos outros questionamentos positivos todos

acharam ‘bom’ e alguns justificaram da seguinte forma: “É mais fácil compreender o projeto e ter uma maior base de onde se deseja mudar ou não; proporciona aos envolvidos na execução do projeto uma realidade aproximada de como ficará a obra em questão”; “a interação direta facilita a compreensão de como será o imóvel já construído, há uma interatividade melhor do cliente com o serviço da empresa”; “permite uma melhor visualização e detalhamento”; “poder agregar de certa forma a apresentação do projeto ao cliente”.

E para finalizar foi questionado caso eles, os alunos, fossem o contratante de um projeto arquitetônico, qual representação iriam escolher dentre as informadas na Figura 16, onde a maioria opta pelas representações RV e RA.

Figura 15 – Representação



Fonte: Autoria própria, 2019.

Podendo-se perceber como foi positiva a análise dos alunos quanto a aplicação da realidade virtual e aumentada para apresentação de projetos, assim como foi despertado um grande interesse e curiosidades destes, sobre essas tecnologias.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo promoveu o conhecimento sobre definições e aspectos da realidade virtual e da aumentada, assim como possibilitou uma análise da viabilidade da aplicação dessas tecnologias na apresentação de projetos arquitetônicos, para tal foi realizado a aplicação de questionários com alunos da Universidade Federal do Semi-Árido que estão ingressando no Curso de Ciência e Tecnologia, futuros alunos da Engenharia Civil.

Por meio do primeiro questionário aplicado conseguiu-se demonstrar como uma grande porcentagem da população que nunca teve acesso a uma planta baixa possui dificuldades quanto ao seu entendimento e visualização. Além do mais pode-se constatar que de trinta pessoas questionadas, dezesseis não conhecem a realidade virtual e oitenta por cento não conhecem a realidade aumentada, o que evidencia que muitos nunca tiveram contato com tais tecnologias e que mesmo não se tratando de tecnologias tão recentes suas aplicações ainda são pouco utilizadas, principalmente por falta de conhecimento de tal existência.

Após a explanação e demonstração da aplicação de realidade virtual e aumentada, percebe-se por meio do segundo questionário que essas tecnologias proporcionam uma melhor visualização do imóvel e entendimento do empreendimento, podendo gerar diferentes sensações ao usuário, lhes dando uma maior imersão no projeto.

Nesse sentido, a utilização da aplicação da realidade aumentada e virtual pode ser considerada uma boa alternativa para apresentação de projetos arquitetônicos por profissionais da área, tendo potencial de facilitar o entendimento por meio dos clientes ou dos colaboradores.

Dentre diversas questões que podem ser abordadas em trabalhos vindouros, levando em conta a atualidade e constante desenvolvimento da questão. Ideias que podem ser consideradas: O desenvolvimento de um programa que facilite aos profissionais da área a criar aplicativos similares ou até mesmo mais sofisticados, como tours com maior interação. Ademais seria interessante aplicar essa tecnologia para projetos hidráulicos e elétricos, proporcionando ao futuro cliente, e sempre que desejar, acesso a visualização de todas instalações do empreendimento. Para mais, um tópico relevante seria a aplicação da realidade virtual e aumentada na compatibilização de projetos.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, Andreia et al. **BIM: O que é?** 2012. 27 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012.

CASSEB, Ricardo. **Top 5—Momentos históricos da Realidade Aumentada.** 2018. Disponível em: <<https://medium.com/idopterlabs/top-5-momentos-hist%C3%B3ricos-da-realidade-aumentada-67e86cde6d0f>>. Acesso em: 03 fev. 2019.

CASTRO, Tales Augusto Liguori de. **Realidade virtual e engenharia civil: detecção de interferências entre projetos de edificações em 3d.** 2004. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

DIGI-CAPITAL (Califórnia). **Startups de AR / VR / XR registram recorde de US \$ 3,6 bilhões nos últimos 12 meses com a aceleração da transição de mercado.** 2018. Disponível em: <<https://www.digi-capital.com/news/2018/04/ar-vr-startups-raise-record-3-6-billion-in-last-12-months-as-market-transition-accelerates/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

ESPINHEIRA NETO, Ruy Alberto de Assis. **Arquitetura digital a realidade virtual, suas aplicações e possibilidades.** 2004. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

FREITAS, Márcia Regina de; RUSCHEL, Regina. Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura. **Arquitetura Revista**, São Leopoldo - RS, v. 6, n. 2, p.127-135, 21 dez. 2010. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio Dos Sinos.

LORETO, Bruno. **Como a Realidade Virtual pode impactar a cadeia da construção e imobiliário.** 2017. Disponível em: <<https://medium.com/construtechventures/como-a-realidade-virtual-pode-impactar-a-cadeia-da-constru%C3%A7%C3%A3o-e-imobili%C3%A1rio-3f3fbcfb7fee>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

PANETTA, Kasey. **Principais Tendências do Ciclo de Hype Gartner para Tecnologias Emergentes, 2017.** 2017. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top->

trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>. Acesso em: 06 nov. 2018.

PANETTA, Kasey. **5 tendências emergem no ciclo de hype Gartner para tecnologias emergentes, 2018**. 2018. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

NETTO, Antonio Valerio; MACHADO, Liliane Dos Santos; OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira De. **Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações**. São Carlos - SP: Universidade de São Paulo - Usp, 2002

NUNES, G H; LEÃO, M. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. **Revista de Engenharia Civil**, Braga, p.47-61, 03 jul. 2018.

PEREIRA, Ivo; NOGUEIRA, Nuno. **Realidade Virtual. 2015**. Disponível em: <<https://www.theverge.com/a/virtual-reality/intro>>. Acesso em: 09 nov. 2018.

REALITY. **The Ultimate Guide to Understanding Augmented Reality (AR) Technology**. Disponível em: <<https://www.realitytechnologies.com/augmented-reality/#>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

REBELO, Irla Bocianoski. **Realidade Virtual Aplicada à Arquitetura e Urbanismo: Representação, Simulação e Avaliação de Projetos**. Florianópolis, 1999. 115 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1999.

RIBEIRO, Marcos Wagner S.; ZORZAL, Ezequiel Roberto. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação, 2011.

RIZZON, Matias José. **Realidade aumentada como forma de publicidade diferenciada no ramo imobiliário e de construção civil**. 2010. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Belém-PA: Sbc-sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006. 412 p.

VIRTUAL REALITY SOCIETY (Dallas). **History Of Virtual Reality**. 2015. Disponível em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I



Universidade Federal Rural do Semi Árido- UFERSA
Campus Pau dos Ferros
Bacharelado em Engenharia Civil

Ludimila Carvalho Feitosa, bacharelanda em Engenharia Civil. Universidade Federal Rural do Semiárido, UFERSA, ludimilacatarina@hotmail.com.
Otávio Paulino Lavor, professor do curso de Ciência & Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA, otavio.lavor@ufersa.edu.br.

QUESTIONÁRIO I

Este questionário tem por finalidade a coleta de dados e argumentos para o processo do trabalho de conclusão de curso em engenharia civil da turma 2018.2 na UFERSA, que se trata da aplicação da realidade virtual e aumentada na apresentação de projetos na construção civil.

Nome: _____.

1. Qual a sua faixa etária?

☐	Menos de 20 anos	☐	De 20 a 30 anos	☐	De 30 a 40 anos	☐	Mais de 40 anos
--------------------------	------------------	--------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------	--------------------------	-----------------

2. Sexo:

☐	Masculino	☐	Feminino
--------------------------	-----------	--------------------------	----------

3. Já trabalhou na área da construção civil?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Se “Sim”, qual era sua função?

_____.

4. Já teve acesso a alguma planta baixa?

☐	Nunca	☐	Algumas vezes	☐	Muitas vezes	☐	Diariamente
--------------------------	-------	--------------------------	---------------	--------------------------	--------------	--------------------------	-------------

Se sua resposta for “Nunca”, pule para o item 8.

5. Foi fácil a visualização do imóvel pela planta baixa?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

6. Compreendeu as informações contidas na planta baixa?

☐	Sim	☐	Pouco	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-------	--------------------------	-----

7. Conseguiu visualizar como ficará o imóvel depois de pronto?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

8. Já visitou algum site de imobiliárias, construtoras ou similares para visualização de imóveis?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Se “Não”, pule para o item 10.

9. Conseguiu observar todos os detalhes que queria do imóvel pesquisado?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Se “Não”, qual o motivo?

_____.

10. Já ouviu falar em Realidade Virtual (RV)?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Se “Sim”, ao seu ponto de vista do que se trata a RV?

11. Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Se “Sim”, no seu ponto de vista do que se trata a RA?

12. Já visualizou algum projeto de imóvel em 3D?

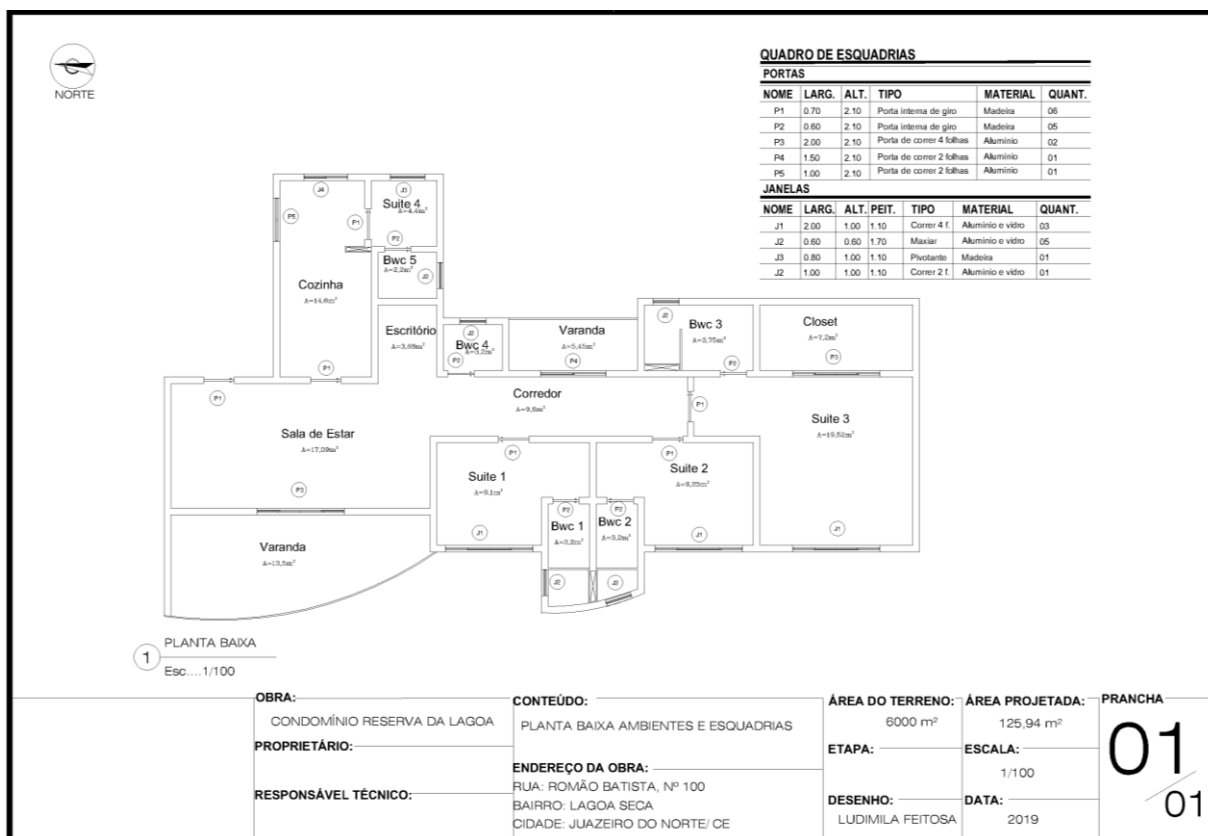
☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

13. Já teve contato de alguma forma com a Realidade Virtual ou Aumentada?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Se sim, qual delas e qual foi a experiência?

Para quem respondeu no item 4 que “Nunca”, observe a planta baixa abaixo (a planta está fora de escala) e responda as próximas perguntas:



14. Foi fácil a visualização do imóvel pela planta baixa?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

15. Compreendeu as informações contidas na planta baixa?

☐	Sim	☐	Pouco	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-------	--------------------------	-----

16. Conseguiu visualizar como ficará o imóvel depois de pronto?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Obrigada pela colaboração!

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO II



Universidade Federal Rural do Semi Árido- UFERSA

Campus Pau dos Ferros

Bacharelado em Engenharia Civil

Ludimila Carvalho Feitosa, bacharelanda em Engenharia Civil. Universidade Federal Rural do Semiárido, UFERSA, ludimilacatarina@hotmail.com.

Otávio Paulino Lavor, professor do curso de Ciência & Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA, otavio.lavor@ufersa.edu.br.

QUESTIONÁRIO II

Este questionário tem por finalidade a coleta de dados e argumentos para o processo do trabalho de conclusão de curso em engenharia civil da turma 2018.2 na UFERSA, que se trata da aplicação da realidade virtual e aumentada na apresentação de projetos.

Nome: _____.

1. O que você achou a respeito da utilidade do aplicativo?

☐	Ruim	☐	Regular	☐	Bom	☐	Excelente
--------------------------	------	--------------------------	---------	--------------------------	-----	--------------------------	-----------

2. E quanto a utilidade da RV e RA?

☐	Ruim	☐	Regular	☐	Bom	☐	Excelente
--------------------------	------	--------------------------	---------	--------------------------	-----	--------------------------	-----------

3. Quanto a usabilidade do aplicativo, o que achou?

☐	Fácil	☐	Difícil
--------------------------	-------	--------------------------	---------

4. E quanto a compreensão do aplicativo?

☐	Bom	☐	Ruim	☐	Péssimo
--------------------------	-----	--------------------------	------	--------------------------	---------

5. Já havia visualizado um imóvel antes de sua construção dessa maneira?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

6. Gostou da representação 3D?

☐	Sim	☐	Regular	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	---------	--------------------------	-----

Se preferir, deixe indicações de como pode ser melhorado:

_____.

7. Achou a representação interativa?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

Se não, como acha que poderia melhorar?

_____.

8. Pense como futuro engenheiro (a) e diga, gostaria de fornecer este serviço em sua empresa?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

9. O que achou dessa aplicação da RV e RA?

☐	Bom	☐	Ruim	☐	Péssimo
--------------------------	-----	--------------------------	------	--------------------------	---------

Justifique: _____.

_____.

10. Na sua opinião, depois de conhecer essa aplicação, acredita que a representação pela planta baixa é a melhor opção para apresentar o projeto ao cliente?

☐	Sim	☐	Não
--------------------------	-----	--------------------------	-----

11. Sendo você o contratante de um projeto arquitetônico, qual representação preferia?

☐	Planta baixa simples	☐	Representação 3D	☐	Representação 3D com RV e RA	☐	Qualquer maneira
--------------------------	----------------------	--------------------------	------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------

Obrigada pela colaboração!

ANEXOS

ANEXO A – MARCADORES PARA VISUALIZAÇÃO DE MAQUETES 3D DOS APARTAMENTOS.

PLANTA BAIXA TORRE 1 - COLUNA 1
APARTAMENTOS DE 125,94m²



PLANTA BAIXA TORRE 2 - COLUNA 1
APARTAMENTOS DE 97,58m²



ANEXO B – MARCADOR PARA VISUALIZAÇÃO DE MAQUETE 3D DA FACHADA.

