



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**

**MAX SANTOS PAULO DA SILVA**

**REALIDADE AUMENTADA APLICADA A PROJETOS  
ARQUITETÔNICOS PARA ENGENHARIA CIVIL**

Cruz das Almas - BA

2016

**MAX SANTOS PAULO DA SILVA**

**REALIDADE AUMENTADA APLICADA A PROJETOS  
ARQUITETÔNICOS PARA ENGENHARIA CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Colegiado de Graduação do Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Campus Cruz das Almas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas.

Orientador Prof. M.Sc. Yuri Tavares dos Passos.

Cruz das Almas - BA

2016

Silva, Max Santos Paulo.

Realidade Aumentada Aplicada a Projetos Arquitetônicos Para Engenharia Civil. Max Santos Paulo da Silva –2015

Orientador: Prof. M.Sc. Yuri Tavares dos Passos.

Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas

Trabalho de Conclusão de Curso – UFRB, Cruz das Almas, 2016

**MAX SANTOS PAULO DA SILVA**

**REALIDADE AUMENTADA APLICADA A PROJETOS  
ARQUITETÔNICOS DE ENGENHARIA CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso defendida e aprovada pela banca examinadora

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Professor: M.Sc. Yuri Tavares dos Passos  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

---

Professor: M.Sc. Adilson Brito de Arruda Filho  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

---

Professora: Maselia Fernandes de Magalhães  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmãos, minha noiva, meu filho e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa muito importante da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe Mariza Silva principal incentivadora, meus irmãos, Climério e Caio, que estão sempre ao meu lado, minhas avós e minha família, pelo amor, carinho e suporte ao longo de minha vida. Sem eles, eu nada seria.

À minha noiva Deise, pela compreensão, força e coragem que tem demonstrado, e à meu filho Davi que é a razão de todo o meu esforço e dedicação.

À Professora M.Sc. Carolina Nunes pela ajuda e orientação em um momento difícil do meu trabalho e ao meu orientador M.Sc. Yuri Tavares por ter aceitado essa difícil missão no meado do semestre.

Aos meus amigos que direta e indiretamente me ajudaram em cada etapa do meu trabalho.

## **EPÍGRAFE**

“A educação é a arma mais poderosa  
para mudar o mundo.”

- Nelson Mandela

## RESUMO

Esta monografia é o resultado de um estudo sobre a realidade aumentada aplicada a projetos arquitetônicos para engenharia civil. Veremos primeiramente o surgimento do primeiro dispositivo de realidade aumentada e como ela se desenvolveu e ganhou força no decorrer dos anos. Em seguida, serão discutidas a definição e como funciona a realidade aumentada, suas formas de apresentação, os softwares que utilizam a tecnologia e a aplicação de realidade aumentada em projetos arquitetônicos para engenharia civil, mostrando como a RA é aplicada em cada etapa da do projeto arquitetônico, avaliando as vantagens da implantação desta nova tecnologia. Por último, discutiremos as perspectivas futuras de mercado e as desvantagens de se trabalhar com este tipo de tecnologia.

**Palavras chave:** Realidade Aumentada, Projetos, Arquitetônicos, Tecnologia, Software.



## **ABSTRACT**

This monograph is the result of a study on augmented reality (AR) applied to architectural projects for civil engineering. We begin discussing the emergence of the first augmented reality devices and how that technology developed and gained momentum over the years. Next, we define what is augmented reality and present how it works, how it is represented, the softwares that apply the technology of augmented reality in architectural designs for civil engineering, showing how they apply AR at each stage of the architectural design. Finally, we evaluate the benefits of deploying this new technology and discuss the market prospects for AR and the disadvantages of working with this type of technology.

**Keywords:** augmented reality, projects, architectural, technology, software.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Primeiro Sistema de Realidade Aumentada (Realidade Aumentada, 2015).....	15
Figura 2: RA Aplicada ao Jornalismo (Fantástico, 2016).....	17
Figura 3. Imagem do prédio em Realidade Aumentada visto do helicóptero pelo cliente (Yano, 2010).....	20
Figura 4: Funcionamento da Realidade Aumentada (FUNCIONAMENTO, 2016).....	21
Figura 5: Óculos de realidade aumentada (Vídeo See-Through -2016).....	22
Figura 6: Google Glass utilizando a Realidade aumentada (Glass, 2016).....	23
Figura 7: Forma de Apresentação da Realidade Aumentada (TABLET, 2016).....	23
Figura 8: Realidade Aumentada através de Marcadores (PROJETIVA, 2016).....	24
Figura 9: Uma Lupa Sobre o Real. (EQUIPAR, 2016).....	25
Figura 10: Augment sendo operado. (AUGMENT, 2016).....	26
Figura 11: Aplicativos de Realidade Aumentada Para Smartphones. (SCANNER, 2016).....	26
Figura12: Diferentes Formas de Locação do Terreno (GABARITO, 2016).....	30
Figura 13: Diferentes Formas de Locação do Terreno (TÁBUAS, 2016).....	30
Figura 14: Utilizando a Realidade Aumentada na Locação (Handheld, 2016).....	31
Figura 15: Projeto hidráulico utilizando realidade aumentada, (Hidráulico, 2016).....	32
Figura 16: RA na Inspeção da Construção, (Inspeção, 2016).....	33
Figura 17: Aplicativo da Coral, (Visualizer, 2016).....	34

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UFRB – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

RA – Realidade Aumentada

RV – Realidade Virtual

3D – 3 Dimensões

CAD - *Computer Aided Design*

HMD - *Head Mounted Display*

ONA – Olifer Neto Arquitetura

GPS - Global Positioning System

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Listas de Escritórios Pesquisados.....	26
Tabela 2: Orçamento do Projeto Arquitetônico em 3D.....	26
Tabela 3: Orçamento dos Programas Para Conversão em RA.....	27

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Objetivo.....	17
1.3.1 Objetivo Geral.....	17
1.3.2 Objetivo Específico.....	18
1.3.3 Organização De Texto.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	19
2.1 Realidade Aumentada.....	19
2.2 Formas de Apresentação de Realidade Aumentada.....	20
2.2.1 Head Worn.....	21
2.2.1.1 Vídeo See-Through.....	21
2.2.1.2 Optical See-Through.....	22
2.2.2 Handheld Display.....	23
2.2.3 Projetiva.....	23
2.3 Software Para Realidade Aumentada.....	24
2.3.1 EquipAR.....	24
2.3.2 Augment.....	25
2.3.3 Barcode Scanner.....	26
3 TABELA DE ORÇAMENTOS.....	27
4 REALIDADE AUMENTADA EM PROJETOS ARQUITETÔNICOS PARA ENGENHARIA CIVIL.....	29
4.1 Montagem do Projeto.....	29
5. CONCLUSÃO.....	35

6.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	36
----	-------------------------------	----

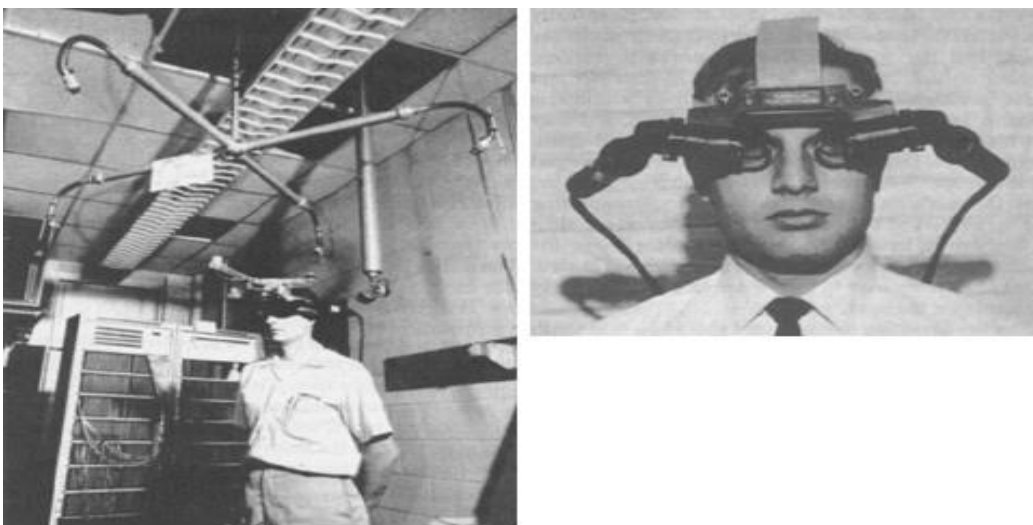
## 1 INTRODUÇÃO.

A incessante busca pelo aperfeiçoamento em projetos arquitetônicos na área da engenharia civil, levaram aos profissionais da área a buscar novas tecnologias que ajudem no dia a dia da montagem, inspeção e também no cotidiano das pessoas que vão habitar as construções. Nesse contexto surge a realidade aumentada (RA) permitindo a visualização previa de eventos que ainda não ocorreram.

A realidade aumentada teve seu primeiro sistema criado por Ivan Sutherland no ano de 1968, como o objetivo de adicionar informações virtuais sobre os objetos reais, facilitando as tarefas do dia a dia (AZUMA, 1995, p. 1). Esse sistema está sendo mostrado na Figura 1.

Como outras tecnologias a realidade aumentada também teve um grande incentivo financeiro das Forças Armadas dos Estados Unidos da América (EUA), o estudo tinha foco na geração de informações gráficas interativas, assim como de imagens mais realistas e melhores sistemas de rastreamento (tracking) de tecnologia (EKENGREN, 2009, p. 5) (HÖLLERER; FEINER, 2004, p. 2).

*Figura 1: Primeiro Sistema de Realidade Aumentada*



*Fonte: Sites Google, 2015.*

O conceito da realidade aumentada de sobreposição de objetos virtuais em objetos reais trazendo mais informações veio somente nos anos 90. No ano de 1993, foi criado o primeiro sistema móvel de realidade aumentada para ambientes externos utilizando as coordenadas do GPS (Global Positioning System – Sistema de posicionamento global) pelos pesquisadores da Universidade da Califórnia, para servir como assistente de navegação para deficientes visuais, colocando voz à imagem captada. (SANTEE e GOMES, 2010, apud AZUMA, 1995, p. 1; EKENGREN, 2009, p. 5; HÖLLERER e FEINER, 2004, p. 2).

## **1.2. Justificativa.**

A construção civil é uma área que tem um crescente desenvolvimento tecnológico devido a implantação de novas tecnologias na forma de projetar, nos canteiros de obras e em outras áreas da engenharia civil. Nos últimos anos teve uma crescente procura por imóveis, com isso ficou cada vez mais importante agilizar a construção sem perder a qualidade.

A realidade aumentada ainda é pouco utilizada na engenharia civil, entre os trabalhos que podem ser citados estão o trabalho da Dra. Ana Cuperschmid (EQUIPAR, 2016) que explorou as possibilidades oferecidas pela RA na produção de um “Projeto Participativo” onde ela propôs que usuários leigos, no assunto, criassem com ajuda de marcadores uma área de lazer em um terreno baldio próximo as suas residência. No Brasil a incorporadora e construtora Rossi e a construtora Montosa (CONSTRUTORA, 2016) oferecem aos seus clientes serviços de construção civil e apresentam seus projetos utilizando esta tecnologia.

A realidade aumentada vem sendo bastante explorada e aceita em outras áreas como em campanhas publicitárias e de marketing, onde o público tem a oportunidade de interagir com o objeto pretendido antes de adquiri-lo

A realidade aumentada hoje está presente em vários lugares e áreas do nosso cotidiano sem que notemos, um exemplo da utilização da RA está sendo representado na Figura 2, onde nos mostra o Fantástico (Programa exibido pela Rede Globo) onde objetos invadem o estúdio trazendo mais informações e prendendo a atenção do telespectadores. Outra área que está começando a utilizar a realidade aumentada é a medicina onde com a utilização dessa tecnologia pode sobrepor na pele do paciente as veias, facilitando assim a aplicação de remédios, coleta de sangue e outras finalidades.



*Figura 2: RA Aplicada ao Jornalismo (Fantástico, 2016)*



*Fonte: Aqui conectados, 2016.*

A RA é uma tecnologia que apesar de facilitar muito no dia a dia da construção e manutenção da obra, ainda não é muito utilizada devido à baixa implantação de tecnologia nas classes mais baixas da hierarquia de trabalho. Deste modo, mostra-se neste trabalho o uso desta técnica utilizando recursos de baixo custo.

### **1.3. Objetivo**

#### **1.3.1. Geral**

O trabalho tem como principal objetivo apresentar um estudo voltado para uma aplicação da realidade aumentada na área de projetos arquitetônicos, que permitirá o uso de mais uma opção tecnológica, com o intuito de promover mais agilidade e qualidade nas mais diversas etapas da construção.

### **1.3.2 Específicos.**

- Apresentar uma pesquisa bibliográfica para divulgar e incentivar o uso da aplicação da realidade aumentada.
- Mostrar o uso da realidade aumentada em projetos de engenharia civil nas fases de montagem, inspeção e manutenção.

### **1.3.4 Organização do Texto.**

A seção 2 apresenta o referencial teórico sobre realidade aumentada, a seção 3 apresenta tabelas orçamentárias de projetos arquitetônicos na região e valores dos programas para conversão e comparação com o que é feito atualmente, a seção 4 apresenta a montagem do projeto arquitetônico usando realidade aumentada e a seção 5 apresenta as conclusões sobre trabalho realizado.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO.

Nesta seção será discutido a realidade aumentada demonstrando sua definição, como funciona, os programas que são usados para converter os projetos arquitetônicos do AUTOCAD para plataforma de realidade aumentada e as formas de apresentações da realidade aumentada.

### 2.1 Realidade Aumentada.

A realidade aumentada (RA) está sendo assunto de várias pesquisas e projetos, por isso encontra-se diversas formas de definição para o assunto, uma definição que melhor apresenta a RA é: “um sistema com uma combinação de objetos reais e virtuais dentro de um ambiente real, no qual estes coexistem alinhados, diferentemente da Realidade Virtual, na qual o usuário é imerso em ambiente criado digitalmente” (AZUMA, 2001).

A realidade aumentada tem como objetivo criar uma percepção em que o objeto virtual está contido no mundo real, em três dimensões (3D), com o software fazendo a combinação dos elementos virtuais com o meio real, tudo isso acontecendo ao mesmo tempo (Cawood e Fiala, 2007). O sistema de RA tem como principais características:

- Interatividade em tempo real: O meio deve proporcionar formas para que o usuário tenha possibilidade executar ações e observar as reações produzidas de imediato;
- Mostrar em três dimensões: os objetos devem ser mostrados em três dimensões misturando-se da melhor maneira com o ambiente real, se movimentando de acordo com a vontade e a necessidade do cliente.

Na Figura 3 mostra um exemplo da RA onde uma construtora e incorporadora, brasileira, entrou para o *Guinness Book* com a maior realidade aumentada do mundo, ao apresentar aos seus clientes como ficará o empreendimento em tamanho real, para isso foi utilizado uma lona de vinil com aproximadamente 900 m<sup>2</sup>, que serviu como marcador e os

clientes eram levados de helicóptero para visualizar o futuro edifício através de uma câmera instalada e um *notebook*.

*Figura 3. Imagem do prédio em Realidade Aumentada visto do helicóptero pelo cliente.*



*Fonte: Globo, 2015.*

Para transformar um projeto arquitetônico que está na plataforma AUTOCAD, principal plataforma usada para projetar, para a realidade aumentada existem algumas plataformas onde pode fazer esta conversão, as mais utilizadas são a Vuforia e a ARMedia. Entretanto o usuário precisa entender um pouco destes programas, importante também ter um conhecimento básico em programação e Modelagem e Animação 3D.

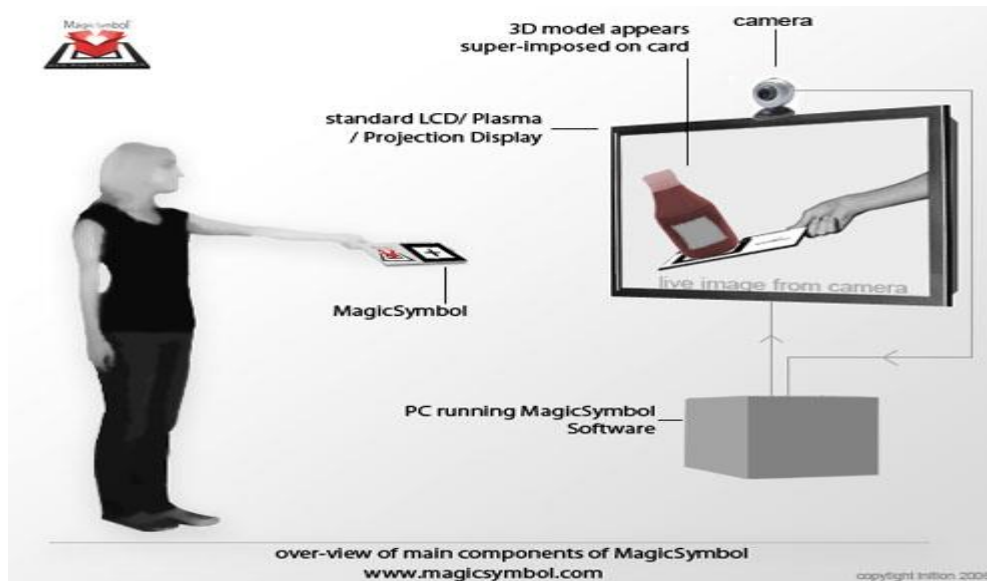
## **2.2 Formas de Apresentação da Realidade Aumentada**

A apresentação da realidade aumentada possui vários tipos, utilizadas em aplicações tanto individuais quanto coletivas, possibilitando experiências construtivas. A seguir, serão apresentadas os tipos mais difundidos de realidade aumentada.

Os programas que realizam tarefas específicas que controlam um computador, software, conseguem identificar e analisar uma figura contida em um cartão de papel, que recebe o nome de marcador, identificando-a e apresentando sua posição em três dimensões. Essas informações

permitem que textos e objetos virtuais tridimensionais, animados ou não, sejam atrelados à posição do cartão de papel. Para movimentar a posição no espaço do objeto basta movimentar o marcador que o software nos dará a imagem do objeto virtual, criando uma sensação ao usuário de poder manipular o objeto virtual com as próprias mãos (KIRNER, 2012).

*Figura 4: Funcionamento da Realidade Aumentada*



*Fonte: Blog Raphael Alves, 2016.*

Mostrado como é funcionamento da RA agora a próxima seção vai apresentar as formas de apresentação do sistema.

### **2.2.1 Head Worn.**

Essa forma de apresentação baseia-se na utilização de dispositivos montados sobre a cabeça, podendo utilizar óculos de realidade virtual (RV) ou capacete; essa forma de realidade aumentada se divide em duas formas de apresentação. Essa divisão vai depender da forma que as imagens virtuais dos objetos serão adicionadas à imagem do mundo real: *video see-through* e *optical see-through*.

### 2.2.1.1 *Vídeo See-Through*

Faz-se a utilização do *Head Mounted Display* (HMDs), geralmente essa tecnologia é aplicada em teste de realidade virtual; para utilizar essa forma de apresentação são necessários óculos especiais para ver imagens reais com informações virtuais. Na Figura 5 mostra um exemplo dessa apresentação de realidade aumentada.

Figura 5: Óculos de realidade aumentada.



Fonte: Ufos ,2016.

### 2.2.1.2 *Optical See-Through*

Sua forma de apresentação é através de lentes parcialmente transmissíveis, de modo que o usuário possa enxergar através delas e visualizar o mundo real com novas informações. Podendo ser parcialmente flexíveis, de modo que o usuário também enxergue imagens (virtuais) projetadas sobre as lentes (AZUMA, 1997).

*Figura 6: Google Glass utilizando a Realidade aumentada.*



*Fonte: Tudo Celular, 2016.*

### **2.2.2 Handheld Display.**

A *handheld display* é uma subdivisão da realidade móvel baseando-se no uso de dispositivos móveis. Dez anos atrás muitos pesquisadores não aconselhavam o uso de celulares para interfaces gráficas devido ao tamanho da tela e uma falta de poder de processamento. Mas com o avanço tecnológicos os celulares ficaram cada vez mais rápidos e com telas maiores. Através da tela de *smartphones* ou *tablets* com câmera incorporada, obtém informações adicionais de objetos e lugares.

*Figura 7: Forma de Apresentação da Realidade Aumentada*



*Fonte: Exame, 2016.*

### 2.2.3 Projetiva

Uso de marcadores que contém o objeto que será projetado em 3D, dispensando o uso de óculos ou monitores (AZUMA, 1997). Também chamada de Realidade Aumentada Espacial (Spatial Augmented Reality - SAR) (BRAGA, 2012). A Figura 8 nos mostra um exemplo da utilização da apresentação projetiva.

*Figura 8: Realidade Aumentada através de Marcadores*



*Fonte: Nuevos Medios, 2016.*

## 2.3 Softwares de Realidade Aumentada

Para o funcionamento da realidade aumentada precisa-se de quatro componentes. O primeiro é o objeto real onde será impresso o código. Segundo é uma webcam ou uma câmera para que as imagens sejam levadas para o computador ou smartphone que será o nosso terceiro fator. O quarto é um software que será o responsável pela exibição da realidade aumentada em uma imagem do mundo real.

Irá ser apresentado nessa seção alguns softwares de realidade aumentada que são voltados para área da construção civil e outro de diversas áreas mas que serão importantes para o trabalho.



### 2.3.1 EquipAR

Aplicativo desenvolvido pela Dra Ana Cuperschmid para visualizar modelos de equipamentos para áreas de lazer (EQUIPAR, 2016). Com o aplicativo pode-se reconhecer a imagem de um marcador sobrepondo um objeto virtual predeterminado. Cada objeto da área de lazer é associado ao marcador. O usuário pode experimentar várias formas de montar a área e escolher a que mais lhe agrada. A Figura 9 nos mostra como o aplicativo equipAR apresenta seu resultado final.

*Figura 9: Uma Lupa Sobre o Real. (EQUIPAR, 2016)*

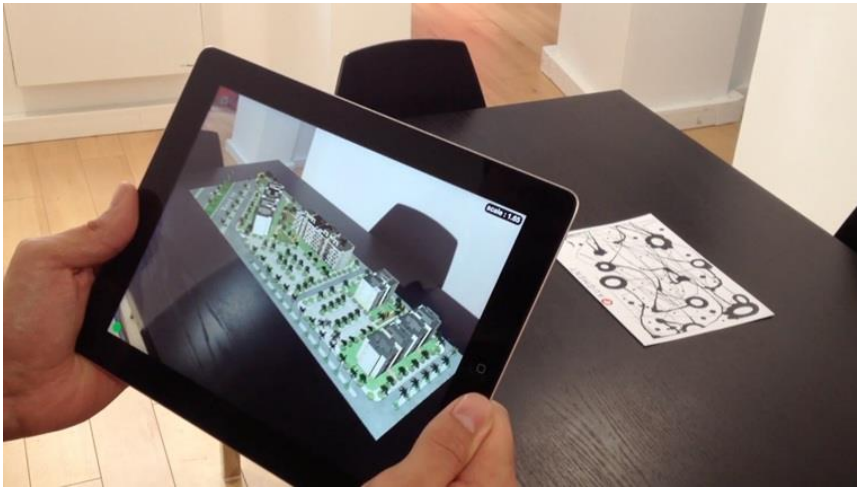


*Fonte: Unicamp, 2016.*

### 2.3.2 Augment

*Augment* é um aplicativo disponível gratuitamente na *play store* para as plataformas android e iOS. Esse aplicativo permite que seus usuários vejam modelos digitais de objetos e projetos em ambientes reais e em 3D. O *augment* ainda permite que as pessoas criem seus próprios projetos ou objetos mas precisam criar uma conta no aplicativo que dará 30 dias de gratuidade para o usuário. A Figura 10 mostra o *augment* em funcionamento.

Figura 10: Augment sendo operado.



Fonte: Bimbon, 2016.

### 2.3.3 Barcode Scanner

A proposta do *barcode scanner* é que todos possam ter um leitor de códigos de barra e QR Code nas mãos. O aplicativo oferece informações adicionais do produto, basta que a câmera do *smartphone* seja direcionada para o código de barras ou QR Code contido na embalagem do produto, que o aplicativo faz uma pesquisa na internet fornecendo onde pode ser encontrado o produto, valor e outras características do produto. O *barcode scanner* está disponível gratuitamente no *play store* apenas para androids, mas o aplicativo possui código aberto que permite ao usuário encontrar aplicativos que tenham a mesma função para iOS e *Windows Phone*.

Figura 11: Aplicativos de Realidade Aumentada Para Smartphones.



Fonte: Olhar Digital, 2016.

### 3 TABELA DE ORÇAMENTOS

A Tabela 1 possui os endereços dos escritórios usados para pesquisa dos preços. A Tabela 2 a seguir nos mostra o orçamento de três escritórios que trabalham com projetos arquitetônicos na região. O orçamento do projeto arquitetônico é o valor que o responsável cobra para elaborar o projeto. A Tabela 3 mostra o valor dos programas que fazem a conversão para realidade aumentada.

**Tabela 1: Lista dos Escritórios Pesquisados**

Escritório	Endereço	Cidade
Escritório “Estúdio Livre”	Praça Senador Temístocles, 98, sala 5, centro	Cruz das Almas –BA
Escritório “LC Projetos e Engenharia”	Ruy Barbosa, S/N, Centro	Santo Antônio de Jesus-BA
Escritório “ONA”	Rua Chile, 23, ed. Professor Eduardo de Moraes, sala 808, centro	Salvador-BA

*Fonte: Próprio Autor.*

**Tabela 2: Custo do Projeto Arquitetônico em 3D**

Escritório	Valor (em reais)
Escritório “Estúdio Livre”	20,00/m <sup>2</sup>
Escritório “LC Projetos e Engenharia”	18,00/m <sup>2</sup>
Escritório “ONA”	35,00/m <sup>2</sup>

*Fonte: Próprio Autor.*

Para se ter um projeto arquitetônico precisa ter a licença do programa responsável pela conversão em realidade aumentada, gerando um custo a mais para obra.

**Tabela 3: Custo Unitário dos Programas Para Conversão em RA**

<b>Programa</b>	<b>Valor (em reais)</b>
<b>AR-Media</b>	1.123,00
<b>Vuforia</b>	3.996,00

*Fonte: Próprio Autor.*

## **4 REALIDADE AUMENTADA EM PROJETOS PARA ENGENHARIA CIVIL**

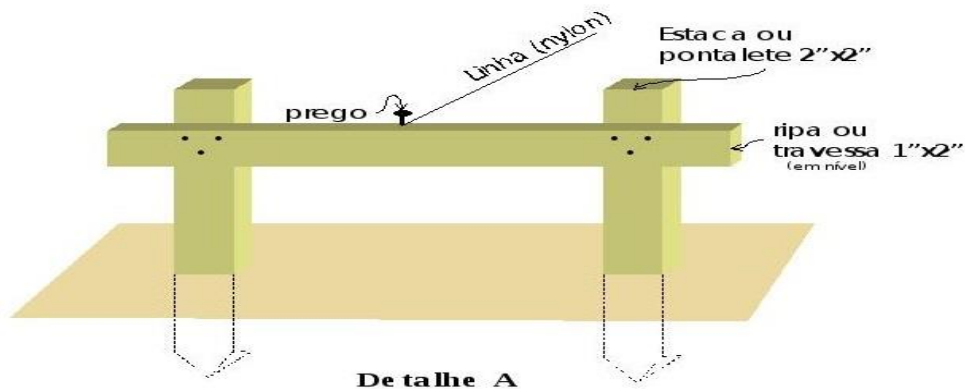
O projeto de engenharia é onde são tomadas as decisões importantes sobre a construção como por exemplo: local onde vai ser implantada a construção, material que será utilizado, tempo de cada etapa da obra e etc. Lewis (2000) define projeto como “trabalho único que possui início, meio e fim claramente definidos, um escopo de trabalho especificado, um orçamento e um nível de desempenho a ser atingido”. Por conta desses motivos o entendimento do projeto é um critério importante para que tudo ocorra como o planejado na execução da obra. A seguir será mostrado as fases do projetos arquitetônicos e como pode se aplicar a realidade aumentada em cada uma dessas fases.

### **4.1 Montagem do Projeto**

A montagem do projeto é constituída de algumas etapas. Nesse trabalho vai ser focado as seguintes: locação, instalação elétricos e hidráulicos, inspeção e manutenção. A locação do terreno que é a passagem da planta baixa da edificação para o local onde ela vai ser implantada.

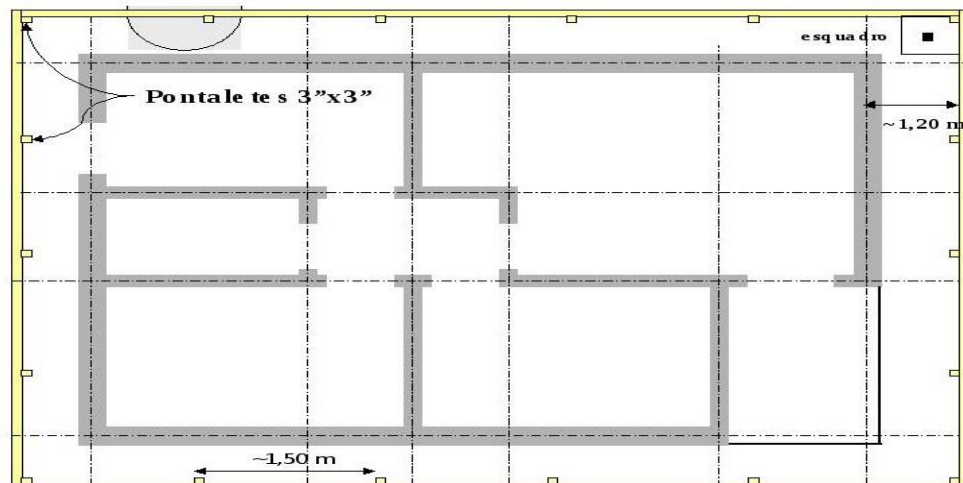
Existem vários tipos de locação de obra, abaixo tem algumas fotos que representam esses tipos, na Figura 9 está sendo representado a locação de gabarito e na Figura 10 a locação por tábua corrida.

Figura 12: Diferentes Formas de Locação do Terreno



Fonte: ebah, 2016.

Figura 13: Diferentes Formas de Locação do Terreno.



Fonte: ebah, 2016

Por ser uma fase de extrema importância onde qualquer erro vai poder comprometer o desenrolar da construção por isso que a aplicação da RA nessa fase será uma ajuda muito relevante.

A aplicação da realidade aumentada nessa etapa da montagem do projeto se dar através da forma de apresentação do tipo Handheld Display, que usando o GPS – (*Global Positioning System*) nos informa os lugares certos, através de um smartphone como mostra a Figura 14, onde será feita a locação da construção, assim ganhando tempo e qualidade na locação.

*Figura 14: Utilizando a Realidade Aumentada na Locação.*



*Fonte: line shape space, 2016.*

Passada a etapa de locação do terreno, parte agora para as instalações hidráulicas e elétricas onde também a aplicação tecnológica da realidade aumentada vai facilitar muito essa etapa da construção. Um exemplo prático de uso de RA nessa etapa da construção é utilizado pela empresa *Bechtel* que usa o aplicativo de realidade aumentada chamado *Junaio* que trabalha em parceria com o *software Autodesk 360 Mobile*, para sobrepor esquemas virtuais de sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos sobre as imagens atuais da construção. Para tanto, utiliza o posicionamento por georreferenciamento para mapear a localização onde devem ser inseridos os modelos virtuais no ambiente físico, a Figura 15 nos mostra um exemplo, assim evitando quebrar vigas e pilares da construção para passar as tubulações, que ocasiona a perda de resistência de construção.

*Figura 15: Projeto hidráulico utilizando realidade aumentada.*



*Fonte: Scielo, 2016.*

A inspeção da construção é uma etapa importante pois garante um melhor funcionamento, assegurando o bem-estar de todos os funcionários envolvidos e a qualidade da construção, a inspeção é realizada pela CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) através das Especificações Técnicas, um documento onde estão contidas todas as informações de cada construção. Com a aplicação da realidade aumentada pode inserir todas as informações contidas nas especificações técnicas facilitado muito o trabalho do engenheiro responsável pela inspeção, pois não será necessário levar o caderno de especificações técnicas para o local da construção, ganhando tempo, pois com a tecnologia da RA é só o engenheiro direcionar a câmara do smartphone para o local onde ele queira obter mais informações, e o aplicativo vai lhe fornecer informações contidas no especificações técnicas daquele local. Por exemplo, se o tamanho da caixa dos pilares e vigas estão dentro da norma, se piso assentado foi o pré-determinado e uma série de outras informações que precisam ser verificadas para que a construção tenha qualidade no final.



*Figura 16: RA na Inspeção da Construção.*



*Fonte: Het Nationaal, 2016.*

Muitos proprietários de imóveis quando vão fazer uma reforma sentem dúvidas como que cor ficará melhor, se os móveis vão combinar com o ambiente entre outras. Os donos de apartamento, além dessas dúvidas, precisam ainda saber onde estão posicionados os pilares e as vigas para que não venham fragilizar a estrutura do edifício e para isso precisam pedir a planta do apartamento à construtora responsável pela construção. Com as plantas em mãos surge um outro problema, a maioria das pessoas não sabem ler e entender os projetos arquitetônicos.

A realidade aumentada é implantada para solucionar as dificuldades enfrentadas pelos proprietários dos imóveis quando realizam uma reforma. Um exemplo é o aplicativo da Coral chamado Coral Visualizer, que está disponível gratuitamente nas lojas de aplicativos, permitindo que seus usuários teste todas as cores, como na Figura 17, que a empresa produz em qualquer parede ou objeto, dando ao cliente uma pré-visualização de como vai ficar o ambiente com a nova cor.

*Figura 17: Aplicativo da Coral.*



*Fonte: Comunicadores, 2016.*

## 5 CONCLUSÃO.

A realidade aumentada é uma tecnologia que vai trazer muitas melhorias e facilidades quando se refere a leitura e montagem de projetos arquitetônicos na Engenharia Civil. Outro ponto positivo da realidade aumentada é que se trata de uma tecnologia nova que ainda é pouco explorada na Engenharia Civil possibilitando um amplo campo a ser explorado. Como toda tecnologia nova, a realidade aumentada ainda precisa de melhorias em alguns pontos. Por exemplo, o uso do GPS fornece uma melhor precisão do local e ainda não é usado nos softwares apresentados (equipAR e augment,). Além disso, a carga de processamento de realidade aumentada é alta para os processadores usados em smartphones da atualidade. No entanto, em um futuro próximo estes processadores podem evoluir permitindo que softwares de RA executem com rapidez.

Apesar do custo se elevar com o uso de RA em projetos arquitetônicos, o risco de haverem falhas no entendimento do projeto durante a construção e nas fases de montagem, inspeção e manutenção serão menores. Além disso, seu uso promoverá mais agilidade e qualidade nas etapas da construção.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AQUI CONECTADOS, 2016. Disponível em <http://aquiconectados.com.br/audiencia-cai-e-globo-joga-fora-quatro-novidades-do-fantastico/>. Acessado em 13 de Fevereiro de 2016.

AR-MEDIA 2016. Disponível em <http://www.armedia.it/store.php>. Acessado em 13 de fevereiro de 2016.

AZUMA, T. R. (1997). "A Survey of Augmented Reality." Teleoperators and Virtual Environments 6(4): 355-385.

BIMBON 2016. Augment Sendo Operado. Disponível em <https://www.bimbon.com.br/pro/realidade-aumentada-em-arquitetura-o-que-achamos-do-app-augment/>. Acessado em 13 de fevereiro de 2016.

CAWOOD; S.; FIALA, M. 2007. Augmented Reality – A practical guide. Raleigh, Pragmatic Bookshelf, 311 p.

COMUNICADORES 2016. Aplicativo Coral Visualizer. Disponível em <http://comunicadores.info/2015/09/07/pinte-paredes-com-a-realidade-aumentada/>. Acessado em 10 de janeiro de 2016.

EBAH, 2016. Formas de Locação do Terreno. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAA68MAG/locacao-obra> . Acessado em 20 de janeiro de 2016.

EBAH, 2016. Formas de Locação do Terreno. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAA68MAG/locacao-obra> . Acessado em 20 de janeiro de 2016.

EXAME, 2016. Apresentação da Realidade Aumentada, Disponível em <http://exame.abril.com.br/marketing/noticias/16-usos-inteligentes-de-realidade-aumentada-em-campanhas>. Acessado em 04 de janeiro de 2016.

FUNCIONAMENTO 2016. Como o Sistema Funciona . Disponível em <http://raphaelalves.blogspot.com.br/2009/06/como-funciona-realidade-aumentada.html#axzz3pWr2mPf> . Acessado em 18 de janeiro de 2016.

GLOBO, 2015. Imagem do Prédio em Realidade Aumentada Visto do Helicóptero Pelo Cliente. Disponível em <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI152005-17770,00-GALILEU+VISITA+MAIOR+REALIDADE+AUMENTADA+DO+MUNDO.html> . Acessado em 12 de fevereiro de 2016.

HET NATIONAAL, 2016. RA na Inspeção da Construção. Disponível em <http://www.hetnationaalbimplatform.nl/actueel/nieuws/bimpraat-over-verdienmodellen-bim-en-augmented-reality/>. Acessado em 31 de janeiro de 2016.

HÖLLERER, Tobias H.; FEINER, Steven K. Mobile Augmented Reality. In: KARIMI, H.; HAMMAD, A. (org.) Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services. Boca Raton, London, New York, Washington: CRC Press, 2004. Disponível em. Acesso em 05/10/2010.

LEWIS, M.; JACOBSON, J. Game Engines in Scientific Research. **Communications of the ACM**, New York, v. 45, n. 1, p. 27-31, jan. 2002.

LINE SHAPE SPACE, 2016. Aplicação da Realidade Aumentada na Locação do Terreno. Disponível em <http://lineshapespace.com/3-steps-to-tap-into-visualization-with-3ds-max/> . Acessado em 20 de janeiro de 2016.

NUEVOS MEDIOS, 2016. Realidade Aumentada Utilizando Marcadores. Disponível em <http://nuevosmediosytelematica.bligoo.com/realidad-aumentada#.VqAhjCorLIU>. Acessado em 20 de janeiro de 2016.

ROSSI, 2016. Disponível em <http://www.rossiresidencial.com.br/noticias/rossi-e-montosa-inovam-em-londrina-e-utilizam-realidade-virtual-aumentada-em-seu-primeiro-projeto-na-cidade/2872>. Acessado em 16 de fevereiro de 2016

UNICAMP, 2016. Uma Lupa Sobre o Real. Disponível em <http://www.unicamp.br/unicamp/ju/606/uma-lupa-sobre-o-real>. Acessado em 13 de fevereiro de 2016.

OLHAR DIGITAL, 2016. Aplicativos de Realidade Aumentada Para Smartphones. Disponível em <http://olhardigital.uol.com.br/noticia/6-aplicativos-de-realidade-aumentada-para-o-seu-smartphone/55107>. Acessado em 13 de fevereiro de 2016.

SCIELO, 2016. Projeto Hidráulico utilizando realidade aumentada, Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212015000200097&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212015000200097&script=sci_arttext). Acessado em 04 de janeiro de 2016.

SITES GOOGLE, 2015. História da Realidade Aumentada, Disponível em <https://sites.google.com/site/realidadeaumentada01canoas/home/historia-da-realidade-aumentada>. Acessado em 18 de dezembro de 2015.

TUDO CELULAR, 2016. Google Glass Utilizando a Realidade Aumentada. Disponível em <http://www.tudocelular.com/google/noticias/n57679/centenas-google-glass-podem-chegar-locais-trabalho.html> . Acessado em 20 de janeiro de 2016.

UFOS, 2016. Óculos Para Apresentação de Realidade Aumentada. Disponível em <http://ufos-wilson.blogspot.com.br/2015/06/astronautas-da-nasa-vao-usar-o-hololens.html> . Acessado em 18 de janeiro de 2016.

VUFORIA 2016. Disponível em <https://developer.vuforia.com/pricing> . Acessado em 13 de fevereiro de 2016.

KIRNER, C.; PINHO, M.S. 1997. Introdução à Realidade Virtual. In: WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL, 1, São Carlos, 1997. Livro do Mini-curso. São Carlos, 1997, p. 1-40. Disponível em: <http://www.ckirner.com/realidadevirtual/>. Acesso em: 14/07/2010.