

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RUANO MARQUES PEREIRA

**FRAMEWORKS *OPEN SOURCE* DE DESENVOLVIMENTO EM REALIDADE
AUMENTADA PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS**

CRICIÚMA

2015

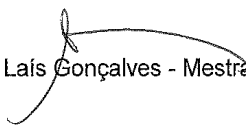
RUANO MARQUES PEREIRA

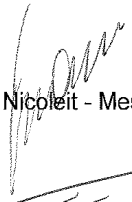
**FRAMEWORKS OPEN SOURCE DE DESENVOLVIMENTO EM REALIDADE
AUMENTADA PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS**


Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do Grau de Bacharel no curso de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof^a. MSc. Leila Lais Gonçalves

BANCA EXAMINADORA


Profa. Leila Lais Gonçalves - Mestra - (UNESC) - Orientador


Prof. Evânio Ramos Nicolet - Mestre Engenheiro - (UNESC)


Prof. Fabrício Giordani - Especialista - (UNESC)

CRICIÚMA

2015

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos que lutam pelos seus objetivos todos os dias e persistem, independente dos problemas encontrados durante o percurso.

Agradecimento

Aos meus pais e minha irmã, que sempre me apoiaram e estiveram presentes mesmo com a distância. Aos meus amigos de minha cidade natal, que sempre me receberam bem e estiveram presentes, mesmo morando longe por anos. E a todos as pessoas que conheci em Santa Catarina que me apoiaram de coração e estiveram comigo nessa jornada.

Pensamento

"O mundo não é um mar de rosas. É um lugar ruim e asqueroso e não importa o quão durão você é, ele te deixará de joelhos e te manterá assim se permitir. Ninguém baterá tão forte quanto a vida. Porém, não se trata de quão forte pode bater, se trata de quão forte pode ser atingido e continuar seguindo em frente. É assim que a vitória é conquistada."

Frase do Filme: Rocky Balboa.

RESUMO

Esta pesquisa tem como finalidade realizar testes e desenvolver uma aplicação de realidade aumentada para dispositivos móveis utilizando três *frameworks* diferentes, com a proposta de definir as vantagens e desvantagens de cada um e apontar um melhor uso para cada uma delas. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico dos principais conceitos, entre eles: Realidade Virtual, Realidade Aumentada; Dispositivos Móveis; Interação Homem-Computador; Ferramentas de Criação. A partir do estudo teórico foi realizado testes em cada *frameworks* com modelos feitos como exemplo para o usuário para definir a viabilidade do projeto e para confirmar a compatibilidade com o *hardware* utilizado. Após este processo, iniciou-se o processo de criação de aplicações de realidade aumentada nos três *frameworks*, *ArToolKit*; *AMIRE*; *Vuforia* e em seguida a análise dos mesmos. A análise foi feita a partir de alguns critérios como: Viabilidade; Usabilidade; Interfaceamento; entre outros. A partir dos testes e do desenvolvimento do projeto pode-se concluir que a realidade aumentada consegue unir as características positivas da realidade virtual, com uma interação próxima a uma interação real, sendo feita de maneira natural. Os testes também mostraram a eficiência de cada *framework* para cada área específica do conhecimento, e que a realidade aumentada é o futuro com relação a diversas áreas, principalmente do entretenimento.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Realidade Virtual. Interação Humano-Computador. Dispositivos Móveis.

Abstract

This research aims to conduct tests and develop an augmented reality application for mobile devices using three different frameworks, with the proposal to define the advantages and disadvantages of each other and a better use for each. Initially was conducted a literature review of principal concepts, including: Virtual Reality, Augmented Reality; Mobile Devices; Human-Computer Interaction; Creation tools. Based on the theoretical study that was performed tests on every frameworks with models made conducted as an example for the user to define the project's viability and to confirm the compatibility with the hardware used. After this process, was initiated the process of creating augmented reality applications in the three frameworks, ARToolKit; Amire; Vuforia and then the analysis thereof. The analysis was made using the following criterion as: Viability; Usability; Interfacing; among others. From the testing and project development it can be concluded that augmented reality can unite the positive characteristics of virtual reality, with a close interaction to a real interaction taking place naturally. The tests also showed the effectiveness of each framework for each specific area of knowledge, and that augmented reality can be the future regarding various areas, mainly the entertainment.

Keywords: Augmented Reality. Virtual Reality. Human-Computer Interaction. Mobile Devices.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Interação Humano - RA	15
Figura 2 - Head-Mounted Display.....	16
Figura 3 - App Layar.....	17
Figura 4 - Sensorama.....	19
Figura 5 - Cartões de RA feitos para o <i>PS Vita</i> e <i>PS Vita</i> utilizando os cartões, respectivamente.....	23
Figura 6 - Jogo de Trading Card Game utilizando RA.....	24
Figura 7 - Propaganda feita em RA durante o intervalo de um jogo.....	25
Figura 8 - Sistema de GPS (Hudway) que utiliza RA.....	26
Figura 9 - Carro feito em RA.....	27
Figura 10 - Moto X (Segunda Geração)	28
Figura 11 - Newton Message Pad	30
Figura 12 - QR Code	34
Figura 13 - Estádio em RA Projetado no <i>PS Vita</i>	37
Figura 14 - 3DS Max Interface	41
Figura 15 - Interface do AMIRE.....	44
Figura 16 - Interface do Unity.....	48
Figura 17 - Exemplo de figura geométrica	58
Figura 18 - Unity.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre as ferramentas.....	51
Tabela 2 - Tabela Comparativa	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RA	Realidade aumentada
RV	Realidade virtual
DM	Dispositivos móveis
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
IHC	Interação Humano-Computador
PC	<i>Personal Computer</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 REALIDADE AUMENTADA	14
2.1 REALIDADE VIRTUAL	17
2.2 CARACTERÍSTICAS DE REALIDADE AUMENTADA	22
2.3 APLICAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA	22
2.4 CASES	24
3 DISPOSITIVOS MÓVEIS	28
3.1 PLATAFORMAS DE DISPOSITIVOS MÓVEIS	30
3.2 APLICATIVOS DE REALIDADE AUMENTADA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS	32
3.3 REALIDADE AUMENTADA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS	35
4 FERRAMENTAS OPEN SOURCE EM REALIDADE AUMENTADA	38
4.1 ARTOOLKIT	39
4.1.1 3DX MAX	41
4.2 AMIRE	43
4.3 VUFORIA	45
4.3.1 UNITY	48
4.4 COMPARAÇÕES ENTRE AS FERRAMENTAS	51
5 TRABALHOS CORRELATOS	52
5.1 INTERAÇÃO E IMERSÃO NA REALIDADE AUMENTADA: ESTUDO DE CASO APLICADO A JOGOS DE MESA	52
5.2 PROTOTIPAGEM RÁPIDA DE APLICAÇÕES INTERATIVAS DE REALIDADE AUMENTADA	52
5.3 A APLICAÇÃO DE REALIDADE AUMENTADA NOS DISPOSITIVOS MÓVEIS: ESTUDO DE RELAÇÃO COM A TECNOLOGIA DO ENCANTAMENTO DE ALFRED GELL.	53
5.4 REALIDADE VIRTUAL – DEFINIÇÕES, DISPOSITIVOS E APLICAÇÕES	53
6 REALIDADE AUMENTADA PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FRAMEWORKS	55

6.1 METODOLOGIA.....	56
6.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	57
6.4 ATIVIDADE DESENVOLVIDA: ARTOOLKIT	59
6.5 ATIVIDADE DESENVOLVIDA: AMIRE	61
6.6 ATIVIDADE DESENVOLVIDA: VUFORIA.....	63
6.7 TABELA COMPARATIVA.....	65
6.8 RESULTADOS OBTIDOS	66
7 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS.....	72
ARTIGO	76

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia ao longo dos anos, conseguimos gerar um novo universo, onde o real e o virtual se misturam e abrem um novo mundo de possibilidades, tanto para os desenvolvedores, quanto para os usuários. Esse novo mundo tornou-se possível a partir de uma máquina de proporções colossais, se comparado aos dias atuais e, hoje em dia, por meio de um simples óculos, conseguimos visualizar e interagir entre esse mundo real e virtual e com isso, novas tecnologias e novas possibilidades foram sendo desenvolvidas.

Entre a realidade virtual até a hiper-realidade surgiu esse novo meio de misturar o real com o virtual, chamado realidade aumentada. A realidade aumentada se trata de um novo jeito de interagir com o mundo ao redor do usuário. Por meio de uma câmera, seja de um dispositivo móvel, um computador ou até de um console de mesa, consegue-se criar objetos virtuais tridimensionais, através de um marcador que é desenvolvido no computador através de uma ferramenta de criação.

A tecnologia de realidade aumentada é uma área que está em constante desenvolvimento e evolução. É algo que pode ser utilizada em diversas áreas do conhecimento, desde a medicina até a área de jogos e de marketing. E por ser uma tecnologia bem acessível e por misturar o ambiente real com o virtual de forma excepcional que a realidade aumentada vem chamando bastante a atenção de todos os aficionados por tecnologia.

Desse modo, esse Trabalho de Conclusão de Curso busca realizar uma análise comparativa entre três *frameworks open source* de realidade aumentada, em relação a determinadas características, sendo elas técnicas, tecnológicas, de desenvolvimento, de *performance*, etc, e relatando quais as vantagens e quais são as desvantagens de cada plataforma.

1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise comparativa entre *frameworks open source* de desenvolvimento em realidade aumentada, para dispositivos móveis.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- a) estudar a realidade aumentada e sua utilização em aplicativos para dispositivos móveis;
- b) identificar e descrever *frameworks open source* para desenvolvimento em realidade aumentada;
- c) levantar requisitos de desenvolvimento para a análise comparativa;
- d) realizar um estudo de caso em realidade aumentada para avaliar os *frameworks open source* no desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis a partir dos requisitos levantados.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Ronald Azuma (2011), realidade aumentada é um ambiente que envolve tanto realidade virtual como elementos do mundo real, criando um ambiente misto em tempo real (AZUMA, 2011). Assim sendo, a realidade aumentada é uma tecnologia muito genérica e abrangente, podendo ser utilizada em diversas áreas, de conhecimentos totalmente diferentes se relacionados entre si e, que se utilizado da maneira correta, se torna imprescindível em determinadas situações.

A realidade aumentada vem mudando a forma como nós observamos e interagimos com o espaço ao nosso redor, já que a meta principal dela é ser real o suficiente ao ponto de não se conseguir perceber o que é real e o que é virtual. Algumas dessas explicações requerem que o usuário possa se mover livremente, exigindo a utilização de dispositivos portáteis (TEICHRIEB, 2007). Sendo assim, outra restrição comum nesse contexto é a utilização de um dispositivo leve e compacto. Como decorrência desse fato, projetos de realidade aumentada cujo alvo são dispositivos móveis, tais como *Personal Digital Assistants (PDAs)* e *smartphones* estão se tornando populares (AZUMA, 2011).

Diante do novo paradigma da computação móvel e de suas inovações tecnológicas, cada vez mais há um ambiente propício ao desenvolvimento de *software* para dispositivos portáteis nas mais diversas áreas, como educação, entretenimento, visualização da informação, dentre outras. Porém, projetar e desenvolver interfaces usáveis para dispositivos com telas pequenas é um desafio

(MATOS, 2007).

O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais. Para isso essa interação é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudem na aplicação do sentimento de presença do usuário (KIRNER, 2004).

Dentre os fatores que levaram a escolha de ferramentas *open source* de desenvolvimento de realidade aumentada é o fato de ser acessível para qualquer tipo de usuário com interesse em desenvolver, e por serem gratuitas, elas geram uma comunidade maior de seguidores, que sempre vão trazer melhorias ao sistema com o passar do tempo. Além disso, as ferramentas que serão utilizadas contém tudo que se é necessário para a realização dos testes a serem realizados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho possui oito capítulos, sendo que o primeiro é composto pela introdução, objetivo geral, objetivos específicos e a justificativa respectivamente.

O segundo capítulo aborda a realidade virtual, desde sua história, até suas funcionalidades.

A realidade aumentada é descrita no terceiro capítulo. Sua origem, conceitos e características são apontadas no capítulo três.

No quarto capítulo é abordado o tema de dispositivos móveis, plataformas e a RA utilizada nesse tipo de dispositivo.

As ferramentas utilizadas neste trabalho são mostradas no quinto capítulo. Nele é mostrado as características e origem de cada uma e uma breve comparação entre as três relacionada ao tipo de linguagem utilizada, entre outros diferenciais.

O sexto capítulo é dedicado aos trabalho correlatos utilizados para este trabalho.

O trabalho desenvolvido é demonstrado no sétimo capítulo. Nele é realizado toda a avaliação dos *frameworks* separadamente, uma tabela comparativa e os resultados obtidos.

O oitavo capítulo conclui este trabalho.

2 REALIDADE AUMENTADA

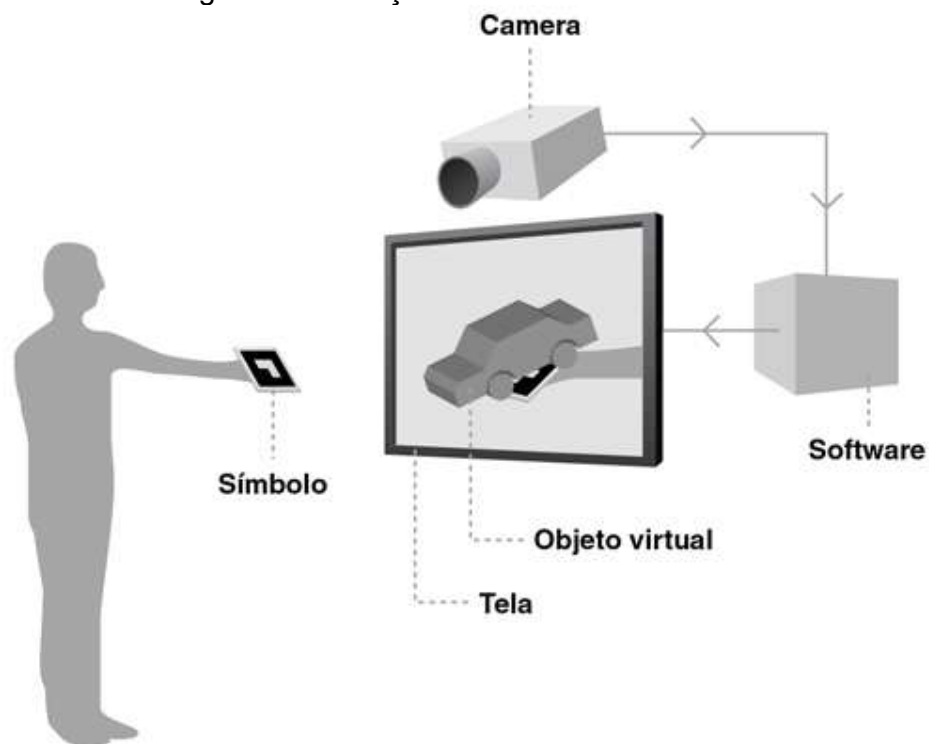
De acordo com Lanier (1994), cientista da computação, músico e um dos primeiros a pesquisar o assunto, realidade virtual é “Diferenciar simulações tradicionais feitas por um computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado.” A realidade virtual trata-se de um ambiente virtual que constitui de uma interface avançada entre o usuário e um sistema computacional. Outros autores (BURDEA, 1994; JACOBSON, 1991; KRUEGER, 1991), afirmam que realidade virtual é uma técnica avançada de interface que permite ao usuário realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multi-sensoriais.

Diane Ackerman afirma em seu livro *A Natural History of the Senses*, que 70% dos receptores do sentido humano encontram-se nos olhos, tornando-os os grandes “monopolistas dos sentidos” (JACOBSON, 1994). A maioria das informações recebidas pelo ser humano tem a forma de imagens visuais, as quais são interpretadas por um computador extremamente eficiente, o cérebro. Os computadores digitais, por sua vez, interpretam informações fornecidas por algum dispositivo de entrada de dados, como um teclado, por exemplo. Atualmente, a realidade virtual permite que computadores e mentes humanas atuem de forma cada vez mais integrada (MACHADO, 1995).

Diante dessas informações, podemos averiguar que o objetivo da realidade virtual é criar um ambiente que consiga chegar o mais próximo da realidade para um usuário, através de dispositivos que possuam a capacidade de realizar essa tarefa e transmitir essa experiência ao indivíduo, como luvas ou óculos digitais.

A realidade virtual é uma interface utilizada pelo usuário para visualizar e interagir com um ambiente tridimensional, em tempo real, utilizando um computador. A experiência pode ainda envolver outros sentidos, como tato e audição. Já a realidade aumentada, é caracterizada como a inserção de objetos virtuais, gerador por um computador, no ambiente real do usuário, que pode ser captado por uma *webcam* (figura 1). O usuário também pode visualizar e interagir com esses objetos virtuais em tempo real. Assim o ambiente real é enriquecido com imagens, sons e animações.

Figura 1 - Interação Humano - RA



fonte: agenciadda.com.br

O primeiro registro de um dispositivo que possuísse a capacidade de realizar a tarefa de realidade aumentada se tem no ano de 1968. Criado pelo pesquisador *Ivan Sutherland*, foi desenvolvido uma espécie de capacete que possuía essa capacidade de realizar tal função. O capacete tinha como nome "*Head-Mounted Display*" (figura 2).

Figura 2 - Head-Mounted Display



fonte: britannica.com

Realidade Aumentada é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais (KIRNER, 2008, tradução nossa).

Sendo assim, a realidade aumentada tem como principal fator a criação de algo que dependerá unicamente do usuário, que terá a capacidade de pertencer ao ambiente físico tendo a perspectiva 3D (Três Dimensões) como principal característica sendo que o mesmo é feito em um computador, através de *frameworks* de criação e desenvolvimento.

Basicamente a realidade aumentada é um ambiente tridimensional, interativo e gerado por um computador no qual a pessoa é imersa (AUKSTAKALNIS; BLATNER, 1992), sendo uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador (INSLEY, 2003) (figura 3).

Figura 3 - App Layar



fonte: bloomberg.com

O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais. Para isso, essa interação é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudem na aplicação do sentimento de presença do usuário (KIRNER, 2004).

2.1 REALIDADE VIRTUAL

Existe uma extensa quantidade de definições sobre realidade virtual, de forma geral, elas fazem referência a uma imersiva e interativa experiência que se baseia em imagens gráficas 3D geradas por computador em tempo real, em outras palavras, é uma simulação de um mundo real, ou apenas imaginário gerada por computador. (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013). Alguns indivíduos não entendem como uma realidade pode ser virtual, por achar que uma coisa virtual é algo que não existe, sendo que Lévy (1996) explica que virtual não se opõe ao real, mas ao atual. Ele vai ainda mais longe ao afirmar que: O virtual é como o complexo problemático, o nó de tendências ou de forças que acompanha uma situação, um acontecimento, um objeto ou uma entidade qualquer, e que chama um processo de resolução: a atualização. (LÉVY, 1996, p. 16).

O termo Realidade Virtual (RV) foi inventado no final da década de 1980 por Jaron Lanier, cientista da computação e artista que conseguiu afluir dois conceitos antagônicos em um novo conceito diferenciando assim as simulações

tradicionais feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado (ARAÚJO, 1996). Pimentel (1995) afirma que a Realidade Virtual (RV) é o uso de alta tecnologia para convencer o usuário de que ele se encontra em outra realidade, provocando o seu envolvimento por completo. Lévy menciona que interface: Designa um dispositivo que garante a comunicação entre dois sistemas informáticos distintos ou um sistema informático e uma rede de comunicação. Nesta acepção do termo, a interface efetua essencialmente operações de transcodificação e de administração dos fluxos de informação. (LÉVY, 1993).

Constata-se que a interface utiliza “alavancas” para impulsionar as informações ofertadas, possibilitando uma modalidade nova de leitura e escrita. A internet pode ser vista como uma ilustração, uma vez que se encontra equipada com interfaces gráficas atraentes e bem estruturadas, disponibilizando assim o acesso as informações de forma mais didática. (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013) Com isso, a interface passa a ser a parte mais significativa da metamorfose ocorrente na sociedade contemporânea, visto que a telepresença encontra-se atualmente como uma marca bastante relevante que a convivência. (PORTO, 2011).

A RV é um “espelho” da realidade física, na qual o indivíduo existe em três dimensões, tem a sensação do tempo real e a capacidade de interagir com o mundo ao seu redor. Os equipamentos de RV simulam essas condições, chegando ao ponto em que o usuário pode “tocar” os objetos de um mundo virtual e fazer com que eles respondam, ou mudem, de acordo com suas ações (VON SCHWEBER, 1995).

A Realidade Virtual teve seu início na indústria de simulação, com os simuladores de voo que a Força Aérea dos Estados Unidos passou a construir depois da Segunda Guerra Mundial (JACOBSON, 1994). A indústria de entretenimento também teve a sua importância no surgimento da Realidade Virtual através do simulador conhecido por Sensorama (figura 4). O Sensorama era uma espécie de cabine que permitia ao usuário expor-se a uma combinação de som estéreo, visão tridimensional, vibrações mecânicas, armovimentado por ventiladores e até aromas, tudo isso proporcionando ao utilizador a participação em uma viagem multissensorial. Embora não tenha sido um sucesso comercial, o invento patenteado por Morton Heilig em 1962 já utilizava um dispositivo para visão estereoscópica, além de ter sido o precursor da imersão do usuário em um ambiente artificial (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013).

Figura 4 - Sensorama



fonte: mortonheilig.com

Por volta de 1965, Ivan Sutherland apresentou a comunidade científica, a ideia de usar computadores para desenhar projetos diretamente em sua tela, utilizando uma caneta ótica, surgindo com isso à computação gráfica. Alguns anos depois, Sutherland tornou-se o precursor do que agora é a indústria de CAD, por ter desenvolvido o primeiro vídeo-capacete totalmente funcional para a computação gráfica no projeto conhecido por “The Ultimate Display”, possibilitando ao usuário enxergar, movimentando a cabeça, diferentes lados de uma construção de arame na forma de um cubo flutuando no espaço. (PIMENTEL, 1995).

Em 1975 Myron Krueger criou o videoplace, onde uma câmera de vídeo capturava a imagem de participantes e projetava-a em 2D numa grande tela, essa técnica ficou conhecida como Realidade Virtual de Projeção. Thomas Furness, em 1982, apresentava para a Força Aérea Americana o Visually Coupled Airbone Systems Simulator (VCASS), conhecido por “Super Cockpit”. O VCASS era um simulador que usava vídeo-capacetes e computadores interligados para representar o espaço 3D da cabine de um avião. O VCASS era bastante rápido na atualização de imagens complexas e possuía alta qualidade na resolução de imagens, porém o

custo era um problema: milhões de dólares eram indispensáveis apenas para o capacete (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013).

Aplicando uma nova tecnologia de visores de cristal liquido (LCD) Michael McGreevy, em 1984 na NASA, começou a trabalhar no projeto VIVED (Virtual Environment Display) no qual as imagens seriam estereoscópicas. Em comparação ao VCASS a resolução das imagens era limitada, porém o custo era deveras atrativo. A parte de vídeo e áudio foi montada sobre uma mascara de mergulho usando dois visores de cristal liquido com pequenos alto-falantes acoplados. Em 1985, com o objetivo de incluir nele: luvas de dados, reconhecimento de voz, síntese de som 3D, e dispositivos de feedback tátil; Scott Fisher juntou-se a esse projeto. Em 1986 a NASA já possuía um ambiente virtual que permitia aos usuários escutar fala sintetizada e som 3D, ordenar comandos pela voz além de manipular objetos virtuais por meio do movimento das mãos, utilizando uma luva especial chama de "DataGlove", desenvolvida com sensores de fibra ótica (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013). Em 1989 a AutoDesk apresentou o primeiro sistema de Realidade Virtual voltado para computadores pessoais.

As características principais da realidade virtual são:

- Imersão: O Utilizador tem a sensação real de estar dentro do mundo virtual;
- Interação: O utilizador manipula objetos virtuais. Como por exemplo as luvas digitais;
- Envolvimento: Exploração de um ambiente virtual.

As tecnologias mais utilizadas pela RV são:

- Áudio;
- Vídeo;
- Rede;
- Sistemas multiusuários.

Equipamentos como:

- Luva digital;
- Óculos;
- Capacete de imersão;
- Teclado;
- Mouse;
- Monitor;
- Controladores de jogos;
- Equipamentos de retorno de força.

Aplicações:

- Jogos e entretenimento;
- Comunicação Á distância com aplicações para a educação;
- Simulação e treinamento de aviões;
- Tele-conferência (Presença humana virtual);
- Arquitetura e urbanismo, interação e imersão em espaços arquitetônicos.

A Realidade Virtual pode ser caracterizada ainda pela integração de três ideias básicas: imersão, interação e envolvimento (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013). A concepção de imersão está relacionada com o objetivo de mostrar que o usuário, quando imerso no ambiente virtual, pode propiciar-se a sensação de estar dentro do ambiente. Todavia, a identificação da proporção de imersão, é captada pelos dispositivos que transmitem ao utilizador a sensação de entrada no ambiente virtualizado, levando seus sentidos sensoriais e atenção para o que está acontecendo dentro desse espaço, com isso isola-o do mundo exterior permitindo-lhe manipular e explorar naturalmente os objetos ao invés de ser apenas um observador(RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013).

A interação está associada à capacidade de o computador detectar as entradas do usuário e modificar em tempo real o mundo virtual e as ações sobre ele. As pessoas gostam de uma boa simulação e de ver as cenas/situações mudarem de acordo aos seus comandos, este é um dos motivos das pessoas utilizarem a RV para o divertimento, visto que a interação é um dos princípios básicos dos videogames. Para parecer ainda mais realista, o ambiente virtual inclui objetos

simulados e existe também a inserção de sons ambientais e sons associados a objetos específicos (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013).

O Envolvimento, por sua vez, está ligado ao grau de estimulação para o comprometimento de uma pessoa com determinada atividade, podendo ser ativo (participar de um jogo, visualizar um ambiente virtual) ou passivo (ler um livro, participar de uma cirurgia virtual) (RODRIGUES, 2013; PORTO, 2013).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE REALIDADE AUMENTADA

A realidade aumentada possui características únicas que a diferenciam de outra tecnologia. É um sistema que possui as seguintes características: combina objetos reais e virtuais num ambiente real; opera interativamente e em tempo real; registra (alinha) objetos reais e virtuais uns com os outros (AZUMA, 2001).

Ou seja, a realidade aumentada permite que os usuários possam manipular, interagir e visualizar objetos tridimensionais em algum ambiente através de um dispositivo eletrônico que consiga desempenhar a função.

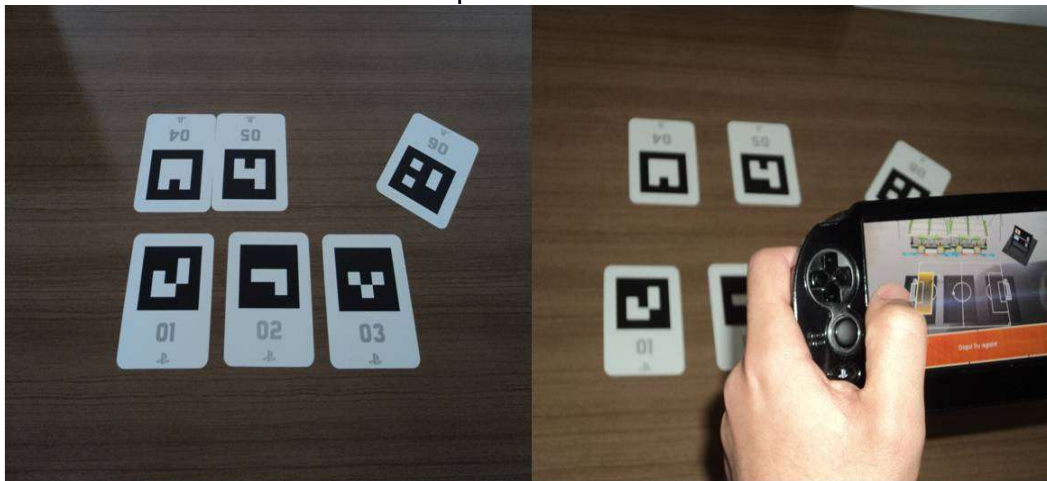
2.3 APLICAÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA

A realidade aumentada é a sobreposição de objetos virtuais no meio ambiente real, isto é, visto de uma tela, seja de um monitor ou mesmo das lentes de óculos elaborados para isto (MILGRAM, 1994). Em outras palavras, é o mesmo que misturar o que é real e o que é virtual, porém, isto em tempo real. A realidade aumentada possibilita que o usuário traga para o seu ambiente, objetos gerados pelo computador de maneira rápida. Esta tecnologia só é possível por causa de técnicas de visão computacional e de computação gráfica, sem contar com as centenas de linhas de algoritmos para calibração das câmeras, reconhecimentos de padrões, entre outros (ZORZAL, 2010).

Sendo assim, a realidade aumentada se torna uma grande ferramenta para a indústria do entretenimento. Com a capacidade de ser utilizada no mundo dos *videogames*, essa tecnologia faz com que o real e o virtual se misturem, fazendo com que o usuário possua um nível de imersão superior em relação ao modo tradicional de se jogar e interagir com os jogos.

No momento já existem dispositivos no mercado capazes de realizar a realidade aumentada em jogos, sendo que o dispositivo que mais se destaca nesse quesito atualmente é a plataforma móvel *Sony PS Vita* (figura 5), que consegue realizar a tarefa de realidade aumentada através do *AR Card*, que ao serem posicionados de maneira que o jogo exige, tem a capacidade de reproduzir o jogo no próprio ambiente onde o usuário se encontra. Ainda em jogos digitais, outro grande exemplo é o *Sony Wonderbook: Book of Spells* que permite que o usuário tenha uma imersão muito maior, utilizando um dispositivo físico que tem a função de transmitir imagens em realidade aumentada para a televisão, transportando o usuário para dentro da TV. O *Sony Playstation 4* também possui ferramentas de realidade aumentada, utilizando a *Playstation Camera*. Isso faz com que a *Sony* seja atualmente a empresa que mais investe em realidade aumentada em seus dispositivos. A realidade aumentada em jogos desempenha o papel de extrair o jogo de um dispositivo para o ambiente onde o mesmo se encontra.

Figura 5 - Cartões de RA feitos para o *PS Vita* e *PS Vita* utilizando os cartões, respectivamente.



Fonte: Do autor.

Não apenas em jogos digitais, mas a realidade aumentada está sendo desenvolvida em outras áreas de jogos, como em jogos de cartas colecionáveis (Trading Card Games) (figura 6). A realidade aumentada aplicada no jogo em questão consegue extrair as imagens das cartas para uma modelagem em três dimensões, fazendo com que as batalhas se tornem realistas e se misturem ao

ambiente em que os jogadores estão presentes. Um dos pioneiros nesse estilo de jogo foi o “*Magic: The Gathering*”. Essa mesma tecnologia vem sendo testada e aplicada em partidas de RPG de mesa (*Role Playing Game* ou “Jogo de interpretação de personagem”), com a mesma finalidade da realidade aumentada aplicada em jogos de cartas, ou seja, fazendo com que o usuário tenha uma imersão muito maior e se sinta dentro da partida. Os dois jogos possuem como fator principal a imaginação dos indivíduos ao jogarem os mesmos. Sendo assim a realidade aumentada aplicada nessa área seta fator determinante, não só para o usuário se sentir dentro do jogo, mas também aumentando o nível de entretenimento dos jogadores.

Figura 6 - Jogo de Trading Card Game utilizando RA



fonte: MALHEIROS, 2012.

2.4 CASES

De aplicações mais comuns pode-se citar a realidade aumentada sendo empregada em uma transmissão de futebol americano, quando a linha amarela de *first down* é representada através do uso dessa tecnologia. Em transmissões de futebol se tem mesas de realidade aumentada em que os apresentadores conseguem recriar alguma jogada ou tática realizada durante a partida, através de um tira-teima virtual. Nessas mesmas transmissões pode ser citado o uso da realidade aumentada com a finalidade de marcar a distância em uma cobrança de falta, ou a distância da barreira. Em transmissões de Fórmula 1 a realidade aumentada é empregada em propagandas, que são posicionadas durante o trajeto

da corrida como se a mesma existisse no local. O mesmo é feito em intervalos de partida de futebol (figura 7).

Figura 7 - Propaganda feita em RA durante o intervalo de um jogo



fonte: Band (2012).

A realidade aumentada ainda desempenha um papel importante na área da medicina, onde o mesmo possui a capacidade de inserir informações para o médico como legendas informativas, instruções ou tabelas durante uma cirurgia de alto risco.

Utilizado em dispositivos de navegação, a realidade aumentada consegue fornecer informações adicionais ao usuário através do visor de um piloto, ou mesmo em um painel de um carro comum (figura 8).

Figura 8 - Sistema de GPS (Hudway) que utiliza RA.



fonte: Hudwayapp.

A realidade aumentada também atua nas áreas do entretenimento e educação, podendo fazer um *tour* por um museu ou mesmo uma aula em conferência com participantes virtuais e reais.

Em ações de publicidade e marketing, o desenvolvedor consegue fazer uma propaganda ficar mais atrativa, desenvolvendo um objeto tridimensional, fazendo com que desperte o interesse do usuário em visualizar o mesmo (figura 9).

Figura 9 - Carro feito em RA.



Fonte - realidadeaugmentadapt.blogspot

No campo da Geologia e Hidrologia, o desenvolvedor consegue criar mapas tridimensionais de um terreno ou região, facilitando uma análise do local. Esse mesmo tipo de desenvolvimento é aplicado na Engenharia Civil para a criação de projetos em realidade aumentada com a finalidade de obter uma maior percepção de o que será criado.

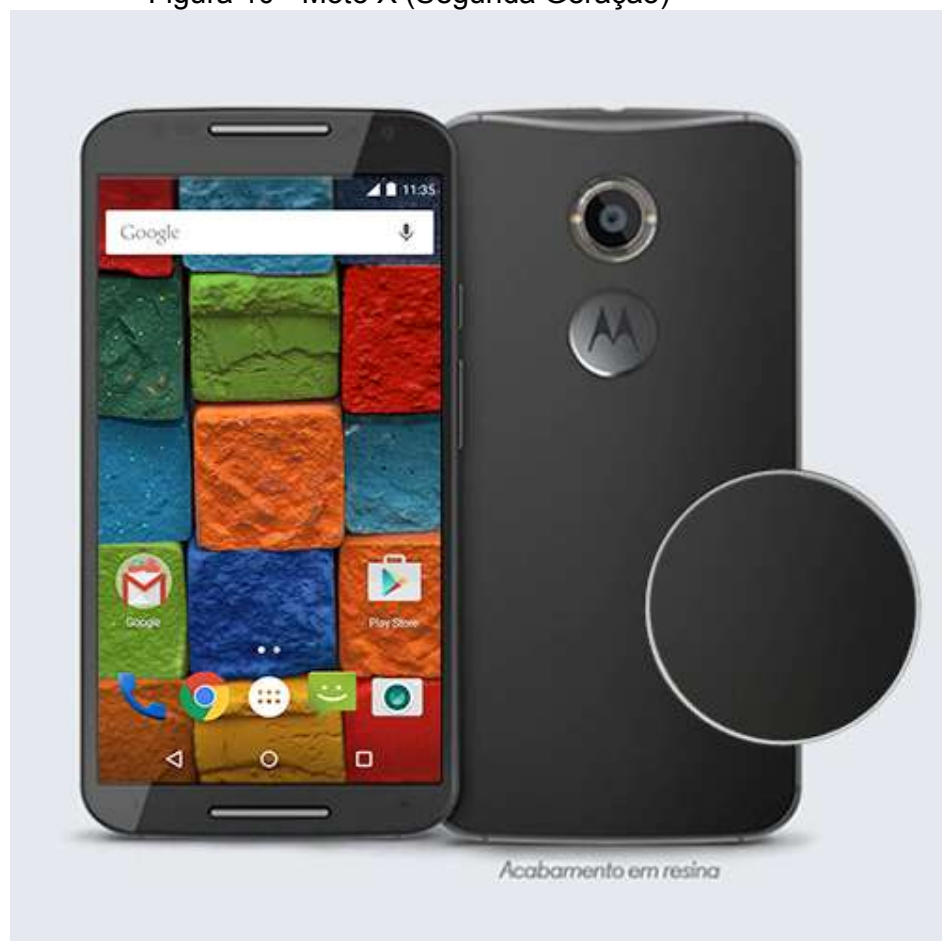
A realidade aumentada possui diversos campos. Além de possuir um componente voltado para a indústria do entretenimento, ele consegue ser muito efetivo em diversas áreas de conhecimento, tornando-o uma tecnologia versátil e com um grande potencial e futuro.

Atualmente, a tecnologia de realidade aumentada tem como principal característica a versatilidade em suas aplicações, já que o mesmo pode ser desenvolvido para diversos dispositivos, tais como: *Smartphones*, *notebooks*, *tablets*, *GPS*, câmeras, consoles entre outros.

3 DISPOSITIVOS MÓVEIS

A principal característica de um dispositivo móvel é a de transportar o mesmo com maior facilidade. Também podemos caracterizar um dispositivo móvel como um objeto que pode ser utilizado mesmo que o usuário esteja em movimento. Esse tipo de dispositivo normalmente possui características e recursos não existentes em qualquer outra plataforma convencional, sendo desenvolvido para auxiliar o usuário em tarefas cotidianas que necessitam o uso de um sistema, mesmo que não se esteja em frente a outra plataforma fixa, o que faz com que essa definição seja sua maior vantagem, já que isso possibilita que o indivíduo tenha acesso a seus dados e informações em qualquer lugar e a qualquer momento do dia (figura 10). Entre outras vantagens, podemos destacar a capacidade de otimizar o tempo do usuário assim como reduzir os custos de comunicação.

Figura 10 - Moto X (Segunda Geração)



fonte: site do fabricante

O primeiro vestígio do início da computação móvel moderna se deu em meados de 1992, quando a *Apple* desenvolveu o primeiro PDA do mercado, com o nome de *Newton Message Pad* (figura 11). Esse aparelho chegou as prateleiras com o primeiro conceito de tela sensível ao toque e com *1megabyte* de espaço de armazenamento total. Mesmo sendo considerado um grande avanço para a época, seu custo elevado e por ser bastante pesado não causou repercussão. Somente em 1996, com a empresa *U.S. Robotics*, um dispositivo com tela sensível ao toque conseguiu emplacar no mercado. O nome do dispositivo era *(Palm) Pilot 1000* e *(Palm) Pilot 5000* que tiveram uma grande aceitação no mercado, sendo a base de toda a plataforma *Palm*, atingindo cerca de 80% do mercado mundial em sua época. Em 1996 surgiram também os primeiros dispositivos com o sistema operacional *Microsoft Windows*, que já era conhecido por ser um dos principais sistemas operacionais de computadores na época. O *NEC MobilePro 200* e o *Casio A-10* utilizavam o *Windows CE 1.0* da *Microsoft*, porém esses dispositivos não tiveram uma boa aceitação no mercado também. Somente em 2000, com o lançamento do sistema operacional *Pocket PC 2000* embutido em alguns dispositivos móveis como o *Compaq ipaq* e o *HP Jornada* foi que a plataforma ganhou destaque no mercado e passou a crescer.

Figura 11 - Newton Message Pad



fonte: cloudfront.net

Esses foram os primeiros passos da tecnologia móvel utilizando sistemas operacionais e telas sensíveis ao toque que utilizamos como base até hoje. A maioria dos *smartphones* e *tablets* atuais, além de alguns notebooks, consoles e outros aparelhos utilizam essa tecnologia. Utilizando esse conjunto, a capacidade desse tipo de aparelho é ampliada, de modo que possam ser utilizados para diversas funções.

3.1 PLATAFORMAS DE DISPOSITIVOS MÓVEIS

Nos tempos atuais um dispositivo móvel é um sistema indispensável. Com diversas opções no mercado, essa plataforma vem sendo comercializada e utilizada tanto quanto um computador de mesa. “Um dispositivo móvel, designado popularmente em inglês por *handheld* é um computador de bolso habitualmente equipado com um pequeno ecrã (*output*) e um teclado em miniatura (*input*). Em

alguns aparelhos, o *output* e o *input* combinam-se num ecrã táctil (*touchscreen*)". Como principais exemplos, podemos destacar os seguintes dispositivos móveis:

- a) *smartphones*;
- b) *tablets*;
- c) consoles portáteis;
- d) *GPS*;
- e) *e - Readers*;
- f) *notebooks, ultrabooks, netbooks*.

Normalmente esses dispositivos oferecem recursos e características específicos que não encontramos em outros sistemas comuns, fazendo com que o mesmo tenha uma versatilidade muito grande e sendo de suma importância nas tarefas do dia-a-dia. Não só para tarefas comuns no cotidiano do usuário, em seu trabalho ou nos estudos, quanto se utilizado para o entretenimento do utilizador.

Os dispositivos móveis possuem características únicas, sendo que a principal dela é o tamanho. A mobilidade é essencial para facilitar a vida do usuário. Principalmente pelo fato que, nos dias de hoje é comum se ter mais de um dispositivo móvel e carregar todos consigo. Esses aparelhos normalmente possuem uma capacidade de memória e um processamento limitado em relação a um dispositivo de mesa justamente devido ao tamanho das peças e também para uma maior facilidade de o aparelho manter um baixo consumo de energia, outra característica fundamental dessa plataforma. O curto tempo de inicialização desse tipo de dispositivo é outro fator que o diferencia de um dispositivo de mesa, otimizando o tempo do utilizador.

Em relação ao seu armazenamento, o dispositivo móvel possui sua memória interna, podendo ser ampliada utilizando cartões de memória e também utilizando os serviços de armazenamento em nuvem (*cloud system*), armazenando os arquivos em servidores *online* e, com isso, poupando memória física.

As vantagens de se utilizar plataformas móveis são inúmeras. A possibilidade de acessar dados a qualquer momento e em qualquer lugar faz com que o mesmo se torne um item imprescindível e insubstituível.

3.2 APLICATIVOS DE REALIDADE AUMENTADA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

A presença generalizada dos dispositivos móveis (*smartphones*, consoles, *GPS*, entre outros) no nosso cotidiano veio para alterar, de forma significativa, o estilo de vida da sociedade atual. O desenvolvimento de determinadas tecnologias de informação e comunicação invadiu os mais variados domínios da vida pessoal de cada um e o modo como a tecnologia atua. Com isso, essa tecnologia móvel acabou gerando uma espécie de deslumbramento, como se estivéssemos a assistir algo impossível de acontecer. A combinação de comunicação interativa e a tecnologia móvel acabaram gerando um potencial real de interação entre o mundo real e o virtual entre elas. Com isso, foram geradas uma relação com a tecnologia que estão para além do seu objetivo inicial, tornando-a imprescindível, e com isso, comercializável e por sua vez, consumida. Sendo assim, o fator interatividade passou a ser fundamental não apenas para o uso, mas também para a comercialização de dispositivos móveis; sobretudo na faixa etária mais jovem. A ubiquidade destes dispositivos e a sua utilização frequente fazem dessa tecnologia um elemento central na vida de um grande número de pessoas. Em um contexto informal de aprendizagem os jovens utilizam de dispositivos móveis de forma intensiva e multifacetada, recorrendo a diferentes funcionalidades e aplicações (CATARINA, 2011).

A realidade aumentada em dispositivos móveis é a área dessa tecnologia em maior ascensão no momento, parcialmente devido a evolução e qualidade dos *smartphones* atuais (AZUMA, 2011), que combinam versatilidade, um hardware poderoso e eficiente e a facilidade que o usuário tem para adquirir esse tipo de tecnologia, já que a mesma se tornou bastante acessível no decorrer dos anos. Um dispositivo móvel possui periféricos como câmeras, sensores de *GPS*, giroscópios, bússolas e alguns outros fatores que ajudam ou são fundamentais para a utilização dos recursos em realidade aumentada. Agora as pessoas possuem um hardware poderoso em realidade aumentada, e com isso uma importante ferramenta para o mesmo (AZUMA, 2011), em mãos (CATARINA, 2011).

A maioria das aplicações de realidade aumentada para dispositivos móveis é hoje em dia estruturada para promover a colaboração, conectividade, sistemas de aprendizagem e de informação. Porém, a necessidade de construí-las, num contexto de informação, já não provém essencialmente de uma necessidade

real de utilidade, ou de serem um bem necessário. Além do contexto comunicação verbal / visual e visual / textual, trata-se fundamentalmente de um objeto de entretenimento ou de lazer. Esse fato leva a outro fato que encontremos nesse ponto, a necessidade de estimular o imaginário das pessoas e as potencialidades que o dispositivo providencie para o incremento das experiências que os utilizadores possam ter com ele. A evolução dos dispositivos móveis está em grande parte relacionadas com a necessidade de lhes serem adicionada novas funções, para que possam ser estimulados outros sentidos, e de providenciar experiências além das suas funções primárias (comunicação verbal e textual), de modo assim a ultrapassar o que é imaginável na interação entre humano e tecnologia.

A realidade aumentada em dispositivos móveis atualmente é aplicada em jogos de consoles, em vídeos, publicidade, revistas, jornais e até em livros. A realidade aumentada permite uma interação maior do usuário com esses produtos. A realidade aumentada em dispositivos móveis teve sua origem devido a etiquetas. A necessidade de aumentar a capacidade de informação contida nos códigos de barras levou a criação de códigos de duas dimensões que permitem o armazenamento de maior quantidade de informações. Esse código de barras é conhecido atualmente como *QR Code* (figura 12). Assim como uma aplicação em realidade aumentada, um *QR Code* necessita da câmera do aparelho para ser visualizado. Com o auxílio de um programa de leitura, o *QR Code* consegue ser identificado pela câmera, e após ler, o mesmo exibe o que ele contém a informação (CATARINA, 2011).

Figura 12 - QR Code



fonte: G1

Os dispositivos móveis são um dos objetos principais no cotidiano. Sendo de suma importância, além de o usuário ter a capacidade de manter todas as suas informações consigo dentro do próprio bolso, um dispositivo móvel consegue também ser uma grande central de entretenimento. A realidade aumentada é uma tecnologia onde o usuário consegue manusear um objeto em três dimensões, e sendo realizado em um dispositivo que já foi feito para estar na palma da mão, viabiliza e facilita muito a utilizar esse tipo de tecnologia. A realidade aumentada tem seus recursos ampliados quando combinada com um objeto possível de manusear pelo utilizados.

3.3 REALIDADE AUMENTADA EM DISPOSITIVOS MÓVEIS

Realidade aumentada é definida usualmente como a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais, gerador por um computador, com um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico. Entretanto, esta conceituação é muito geral e só fica clara com sua inserção em um contexto mais amplo: O da realidade misturada (Realidade Aumentada. Disponível em : <hiperrealidade.com.br>. Acesso em: 01/05/2015).

A realidade misturada (MILGRAM, 1994), misturando o real com o virtual, abrange duas possibilidades: A realidade aumentada, cujo ambiente predominante é o mundo real, e a Virtualidade Aumentada, cujo ambiente predominante é o mundo virtual. Pode-se dizer, então, que a Realidade Aumentada é uma particularização da Realidade Misturada (Realidade Aumentada. Disponível em: <hiperrealidade.com.br>. Acesso em: 01/05/2015).

A Realidade Aumentada também pode ser definida como a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais (KIRNER, 2007). A realidade aumentada aplica-se em todos os sentidos humanos (AZUMA, 2001) e proporciona ao usuário uma interação segura, sem necessidade de treinamento, uma vez que ele pode trazer para o seu ambiente real objetos virtuais, incrementando e aumentando a visão que ele tem do mundo real (KIRNER; ZORZAL, 2005). Isto é obtido por meio de técnicas de Visão Computacional e de Computação Gráfica/Realidade Virtual, o que resulta na sobreposição de objetos virtuais com o ambiente real (BILLINGHURST, 2001; BOMAN, 1995; MILGRAM, 1994). Considerando o sentido da visão, além de permitir que objetos virtuais possam ser introduzidos em ambientes reais, a Realidade Aumentada também proporciona ao usuário o manuseio desses objetos com as próprias mãos, possibilitando uma interação natural e atrativa com o ambiente (BILLINGHURST, 2001; SANTIN, 2004; ZHOU, 2004).

Para que objetos virtuais façam parte do ambiente real e sejam manuseados deve-se utilizar um *software* com capacidade de visão do ambiente real e de posicionamento dos objetos virtuais, além de acionar dispositivos tecnológicos apropriados para a realidade aumentada. De acordo com Tori et al (2006), o

hardware de realidade aumentada pode usar dispositivos de realidade virtual, mas tende a não obstruir as mãos, que devem atuar naturalmente no ambiente misturado. Técnicas de rastreamento visual, usando visão computacional e processamento de imagens são importantes nesse caso. Kirner e Siscoutto (2007) descrevem que com a popularização da *webcam* e com os avanços das técnicas de visão computacional e do poder de processamento dos microcomputadores, o rastreamento óptico passou a ser uma realidade, em função da disponibilidade e do baixo custo.

A realidade aumentada possui três componentes básicos para a sua existência:

- a) Um objeto real como uma marca de referência, que possibilite a interpretação e criação do objeto virtual;
- b) Uma câmera ou outro dispositivo capaz de transmitir uma imagem do objeto real;
- c) Um *software* capaz de interpretar o sinal transmitido pela câmera ou dispositivo.

Seguindo esses três passos, o processo de formação da imagem em realidade aumentada é o seguinte:

- a) Posiciona-se o objeto real em frente a câmera, para que ela capte a imagem e a transmita ao equipamento que fará a interpretação;
- b) A câmera identifica o objeto e envia as imagens, em tempo real, para que o software que irá gerar o objeto virtual;

O *software* está programado para mostrar determinado objeto virtual, dependendo do objeto real que for mostrado para a câmera;

- c) O dispositivo de saída(no caso, um dispositivo móvel), exibe o objeto virtual em sobreposição ao real, como se ambos fossem uma coisa só.

Utilizando essa imagem como exemplo e referência, o estádio de futebol, assim como os jogadores foram projetados em cima de uma mesa. Com isso, podemos jogar um jogo em três dimensões utilizando qualquer objeto real como plano de fundo para essa finalidade. O usuário controla o jogo a partir do próprio console (*PS Vita*), fazendo com que o mesmo tenha a sensação que o jogo está acontecendo na sua frente (figura 13). A realidade aumentada dá a possibilidade do usuário fazer um giro de 360° pelo objeto virtual que está sendo processado, fazendo com que se tenha a visão que se preferir a utilizar dessa tecnologia, apenas

movimentando o próprio corpo, ou o próprio objeto virtual que está sendo manipulado.

Figura 13 - Estádio em RA Projetado no *PS Vita*.



fonte: Do autor.

4 FERRAMENTAS OPEN SOURCE EM REALIDADE AUMENTADA

Framework é um conjunto de classes que colaboram para realizar uma responsabilidade para um domínio de um subsistema da aplicação (FAYAD; SCHIMIDT, 1997). Os frameworks representam uma estrutura formada por blocos pré-fabricados de software que os programadores podem usar, estender ou adaptar para uma solução específica e linguagens de padrões (APPLETON, 1997), são formadas por um conjunto de padrões de software para resolver um problema complexo em um determinado domínio. Ou seja, o framework de desenvolvimento compreende de um conjunto de classes implementadas em uma linguagem de programação específica, usadas para auxiliar o desenvolvimento de software (ARLINDO, 2012).

Ao contrário das bibliotecas, é o framework que dita o fluxo de controle da aplicação, chamado de inversão de controle (ARLINDO, 2012). Inversão de controle é o nome dado na programação para definir uma forma diferente de manipular o controle sobre um objeto, que tem a finalidade de inverter os métodos de programação, em relação ao utilizado de forma convencional.

Os frameworks de realidade aumentada são ferramentas importantes no desenvolvimento. Utilizando-as, podemos desenvolver projetos nessa área, mesmo que o desenvolvedor não possua um grande conhecimento na área de programação, o tornando mais versátil e mais acessível para vários profissionais, sendo da área de tecnologia ou não.

Os sistemas de realidade aumentada em dispositivos móveis podem ser divididos em duas categorias principais: Distribuídos e autônomos. Os primeiros trabalhos de realidade aumentada em dispositivos móveis eram distribuídos, devido à escassez de poder de processamento dos dispositivos da época. Nos sistemas distribuídos, uma parte das tarefas necessárias para aumentar o ambiente é realizada por um servidor, que troca dados com o dispositivo móvel. A detecção de marcadores fiduciais na imagem capturada e a renderização de objetos em três dimensões é feita pelo servidor, e o dispositivo móvel é responsável apenas por capturar a imagem da câmera, enviá-la para o servidor, receber o resultado final e desenhá-lo na tela. Como o servidor normalmente possui um grande poder de processamento, ele pode executar operações mais complexas de maneira mais rápida que um dispositivo móvel. Além disso, o servidor também pode ter uma GPU

repleta de funções à disposição, permitindo o uso de objetos 3D sofisticados. Entretanto, cada frame capturado pelo dispositivo móvel é transferido para o servidor, processado, e os resultados são então enviados de volta para o dispositivo, causando um atraso que impacta no *frame rate* das aplicações. Outro problema é relacionado a necessidade de se ter um computador servidor, o que prejudica a mobilidade das soluções (ARLINDO, 2012).

Com o crescimento do poder de processamento dos dispositivos móveis, surgiram os sistemas autônomos, que não dependem de um servidor para gerar o resultado de realidade aumentada, implementando todos os procedimentos necessários. Este fator permite o desenvolvimento de soluções de realidade aumentada completamente móveis. Por outro lado, o poder de processamento baixo e a ausência de uma GPU são características comuns de um *handheld*, implicando na criação de aplicações menos complexas (ARLINDO, 2012).

Cada framework de desenvolvimento possui suas particularidades. Sendo assim, cada sistema será melhor para um tipo específico de trabalho e irá se adaptar a cada tipo de desenvolvedor. Então, é importante conhecer bem as ferramentas para viabilizar o trabalho em termos de *software* de desenvolvimento e com isso, otimizando tempo e recursos.

4.1 ARTOOLKIT

O *ARToolKit* é uma biblioteca de *software* que tem a finalidade de realizar o desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada. Disponível gratuitamente no *site* do laboratório *HITL* da Universidade de Washington, o *ARToolKit* emprega métodos de visão computacional para detectar marcadores na imagem capturada por uma câmera. O rastreamento óptico do marcador permite o ajuste de posição e orientação para realizar a renderização do objeto virtual, de modo que esse objeto pareça estar “atrelado” ao marcador (KIRNER, 2014).

Uma das principais dificuldades no desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada é o problema de rastreamento do ponto de vista dos usuários. A fim de saber a partir de que ponto de vista realizar um desenho da imagem virtual, a aplicação precisa saber onde o usuário está olhando no mundo real (“Site do *ARToolKit*”, tradução nossa). Visando resolver essa questão, o *ARToolKit* utiliza algoritmos de visão computacional para resolver este problema. As bibliotecas de

rastreio de vídeo do *ARToolKit* calculam a posição real da câmera e a orientação em relação aos marcadores físicos em tempo real. Isto permite um desenvolvimento mais prático e viável de uma ampla gama de aplicações de realidade aumentada (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

Como características principais desse framework, podemos destacar:

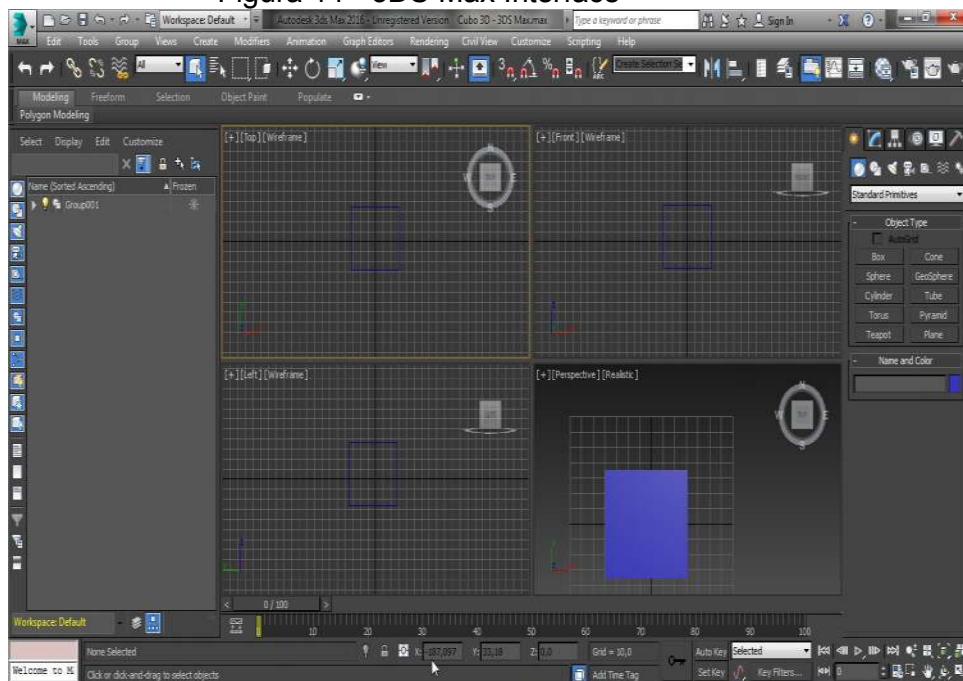
- a) Um quadro simples para criar em tempo real aplicações de realidade aumentada;
- b) uma biblioteca multiplataforma (Windows, Linux, MAC OS X, SGI);
- c) sobreposição 3D de objetos virtuais sobre os marcadores reais (Com base no algoritmo de visão computacional);
- d) uma biblioteca de vídeo multiplataforma com: múltiplas fontes de entrada (USB, *Firewire*, placa de captura), com apoio de múltiplos formatos (RGB, YUV420p, YUV), e que suporta o rastreamento de múltiplas câmeras;
- e) *GUI Interface Initalizing*;
- f) um rastreamento de marcador 6D rápido e barato (detecção de planar em tempo real);
- g) um padrão de marcadores extensível (Número de marcadores *FCT Efficiency*);
- h) uma rotina de calibração fácil;
- i) biblioteca gráfica simples (com base em *GLUT*, *OpenGL Utility Toolkit*);
- j) renderização rápida baseada em *OpenGL*;
- k) API simples e modular (Em C);
- l) suporta outras linguagens de programação (Java, MatLab);
- m) um conjunto completo de amostras e utilitários;
- n) uma boa solução para a metáfora de interação tangível;
- o) *opensource* com licença GPL para uso não comercial; (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O *ArToolKit* foi originalmente desenvolvido pelo Dr. Hirokazu Kato, e seu desenvolvimento contínuo está sendo apoiado pela *Human Interface Technology Laboratory (HIT Lab.)*, pertencente a Universidade de Washington, no *HIT Lab NZ* da Universidade de *Canterbury*, localizado na Nova Zelândia e no *ARToolWorks, Inc*, em *Seattle*.

4.1.1 3DX MAX

O *3DS Max* ou *3D Studio Max* é um programa de computação gráfica para animação 3D, modelagem 3D e maquete eletrônica. É o mais popular e com mais longa tradição na área de animações 3D de personagens e desenho animado dentre os programas produzidos para computadores pessoais ou micro PCs (figura 14). Este excelente *software* é também utilizado para maquetes eletrônicas e para a produção de video-games (3DS Max. Disponível em: <<https://jrrio.com.br>>. Acesso em: 22 de Abril, 2015).

Figura 14 - 3DS Max Interface



fonte: Do autor

O *Autodesk 3DS Max*, que antigamente chamava-se *3D Studio* é um *software* desenvolvido para quem trabalha com modelagem 3D, Renderização, animação e composição 3D. Por isso, é bastante utilizado para animações utilizadas no cinema, par comerciais de TV e animações para a televisão, assim também como é utilizado para a visualização elaborada de projetos em 3D. É um dos programas mais populares de modelagem e animação 3D acessíveis ao grande público. (3DS Max, Disponível em: <<https://jrrio.com.br>>. Acesso em: 22 de Abril, 2015).

o *3DS Studio* surgiu em 1990, sendo um produto pioneiro para a época, pois nela não existiam bons programas para renderização e animação à preços acessíveis e principalmente para computadores pessoais (PC). Os *softwares* que

existiam naquela época eram muito limitados. Os que possuíam boa qualidade rodavam somente em uma categoria de computadores mais caros, que eram adquiridos somente por empresas, além do preço destes *softwares* serem também inacessíveis aos usuários mais comuns. O programa atualmente, e desde longa data passou a ser produzido e comercializado pela *AutoDesk* e seu nome atual é *3DS Max* (3DS Max. Disponível em: <<https://jrrio.com.br>>. Acesso em: 22 de Abril, 2015).

Entre as principais características, recursos e ferramentas do programa, pode-se destacar:

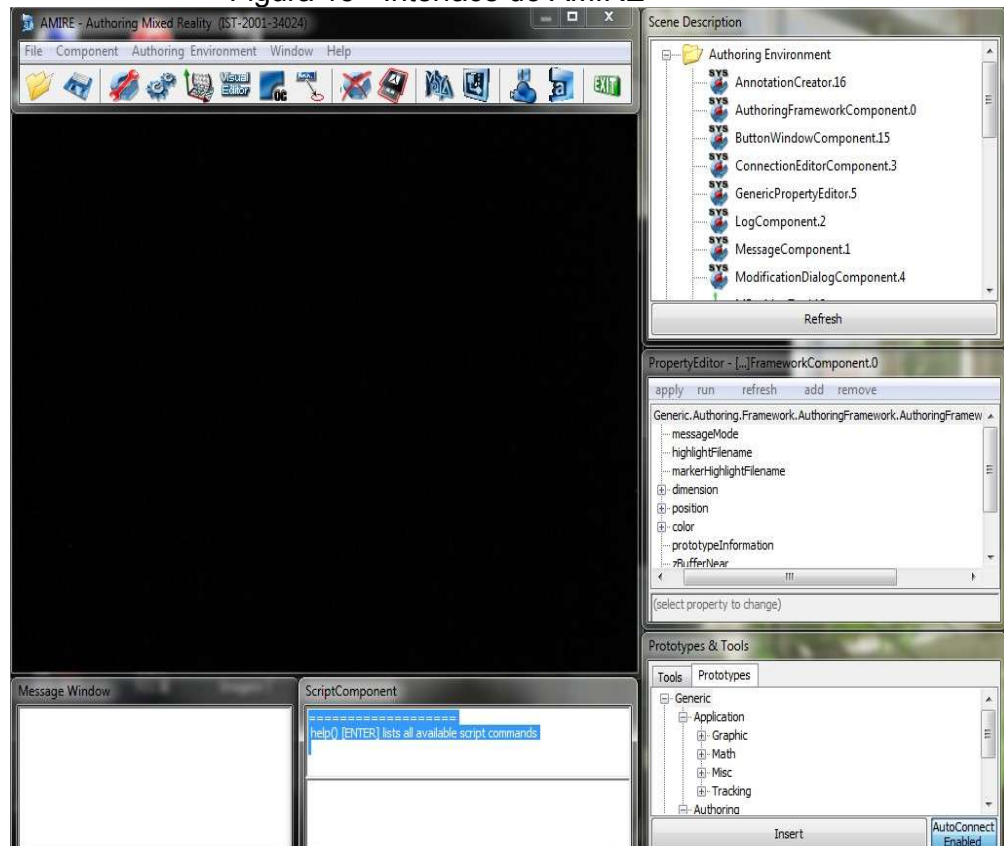
- Características Gerais: Tem ótimos recursos para modelagem e longa história de uso nas plataformas *DOS* e *Microsoft Windows*. Possui flexibilidade para adicionar *plug-ins*. É amplamente usado para desenvolvedores de *games*, para visualização de arquitetura (maquete eletrônica e animação de arquitetura), para produzir comerciais de TV e para se produzir efeitos especiais em filmes;
- Amplos recursos para modelagem 3D: O programa oferece mais de 100 ferramentas de modelagem poligonal avançadas e também para formas livres 3D. Você pode tanto desenhar ou modelar em 3D todo tipo de figuras geométricas, como também formas orgânicas ou livres que fogem à geometria convencional, como plantas, carros, personagens, pessoas, rostos, etc;
- Sombreamento e Texturização: O *software* oferece uma grande variedade de opções para pinturas texturizadas, mapeamento e camadas. Ou seja, pode-se criar objetos 3D com texturas reais. Textura é o material de revestimento que se utiliza no objeto, como por exemplo, se for desenvolvido o modelo de uma casa, pode-se representar o mesmo com paredes "texturizadas" ou tijolos aparentes, azulejo, etc. Se for desenvolvido um rosto humano, pode-se representar o mesmo com pele, cor dos olhos, etc;
- Animação: O programa possui ótimos recursos e ferramentas para animações 3D de alta qualidade. Pode-se criar animações de personagens (bonecos ou pessoas com aparência real), animar objetos, reproduzindo a vida real de forma fotorealística ou com um padrão gráfico de representações conceituais ou de desenhos animados;

- Efeitos e simulações: O *software* oferece ferramentas excelentes para criar efeitos dinâmicos, incluindo movimentação e cenas. É possível produzir efeitos especiais, como os utilizados em comerciais de TV ou no cinema;
- Renderização: Recursos excelentes para obter imagens e animações de apresentação;
- Trabalho compartilhado: O programa permite fluxo de trabalho em colaboração, quando mais de um usuário participa de um projeto. Este recurso é mais usado para equipes de empresas e pessoas que estão inseridas em cadeias produtivas da computação gráfica 3D. É possível compartilhar cenas complexas, permitindo a cada usuário que participe do projeto colaborar em sua área de atuação (3DS Max. Disponível em: <<https://www.jrrio.com.br>>. Acesso em 22 de Abril, 2015).

4.2 AMIRE

Desenvolvido na União Europeia, o *framework* AMIRE fornece um sistema de autoria gráfica para a realização de desenvolvimentos em realidade aumentada, ou com o propósito de realizar aplicações de realidade mista (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa) (figura 15). Designers gráficos podem criar e realizar testes em realidade aumentada em tempo real, pois as mudanças são imediatamente ativadas (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

Figura 15 - Interface do AMIRE



fonte: Do autor.

O AMIRE é composto por subsistemas:

- ambiente de programação baseado na linguagem C++;
- componentes como blocos de construções para realizar as funções necessárias em uma cena de realidade aumentada;
- interface de usuário para criar, testar e salvar em uma cena de realidade aumentada;
- uma cena de realidade aumentada desenvolvida no AMIRE é definida por uma descrição XML;
- possibilidade de executar uma cena de realidade aumentada como na aplicação;
- banco de dados de *software* e técnicas de programação para realidade mista e realidade aumentada. (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O framework AMIRE é um ambiente de programação baseado na linguagem C++ que foi concebido para realizar a tarefa de criação de aplicações de realidade aumentada (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O AMIRE é um ambiente de programação visual que permite que o desenvolvedor consiga realizar um trabalho de realidade aumentada, sem a necessidade de um ciclo de código -compilação - teste (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa). Uma vez que a cena de realidade aumentada foi criada, testada e salva como um arquivo XML, o mesmo pode ser ativado sem o sistema AMIRE (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa). Ou seja, a aplicação de realidade aumentada é ativada a partir do arquivo XML, independente do uso do *framework*.

4.3 VUFORIA

O *Vuforia* é um *framework open-source* de realidade aumentada desenvolvida pela *Qualcomm Technologies*, uma empresa norte-americana fundada em 1985. Essa mesma empresa desenvolve produtos de *hardware*, principalmente em tecnologias de telecomunicação sem fio, tendo o processador *SnapDragon* como seu produto mais reconhecido e utilizado em vários aparelhos *móviles* na atualidade (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

Desenvolvido pensando exclusivamente nas plataformas móveis, o *Vuforia* permite a criação de aplicações de realidade aumentada utilizando uma tecnologia de visão computacional para reconhecer e rastrear imagens planares e objetos 3D simples em tempo real (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O *Vuforia* possui as seguintes características:

- a) Suporta reconhecimento de palavras em inglês a partir de um banco de dados padrão de 100 mil palavras, podendo personalizar;
- b) reconhece e rastreia alvos como garrafas, latas e copos;
- c) imagens podem ser detectadas também. Exemplos incluem imagens em revistas, anúncios ou embalagens do produto;
- d) a ferramenta *Vuforia alvo manager* consegue analisar e melhorar suas imagens, otimizando o desempenho do seu aplicativo;
- e) objetos 3D são alvos, que podem ser vistas de qualquer ângulo que mostra a câmera numa superfície com detalhes visuais;

f) as imagens definidas pelo usuário dá a ele a capacidade de criar elementos que funcionam em qualquer lugar (Site do fabricante, tradução nossa).

O *Vuforia* ainda possui a capacidade de suportar as seguintes ferramentas:

- a) *Xcode*: opção para desenvolvedores *iOS*, o *Vuforia* suporta o *Xcode* que facilita a experiência de desenvolvimento em realidade aumentada para o sistema operacional em questão, possuindo suporte para o *OpenGL* e *HTML5*;
- b) *Eclipse*: opção para desenvolvedores *Android*, o *Vuforia* suporta não apenas o *Eclipse*, mas também suas *APIs Java*. As *APIs C++* não são mais necessárias, mas ainda estão disponíveis para o uso com o *NDK*;
- c) *Unity*: utilizado para reproduzir jogos 3D, podendo ser utilizado tanto para o *iOS* quanto para o *Android*. O *Vuforia* é compatível com a versão *Unity 4.3* (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O maior diferencial do *Vuforia* é a capacidade de utilizar a ferramenta de desenvolvimento de jogos eletrônicos *Unity*, que já é muito conhecida pelos profissionais da área, como uma extensão. A *Unity* possibilita que o desenvolvedor crie toda a modelagem da aplicação de realidade aumentada. Por ser uma ferramenta completa se tratando de modelagem de objetos, pelo fato de ser um *software* que tem a finalidade de desenvolver jogos digitais, ele possibilita ao desenvolvedor uma gama de ferramentas que tornará a criação menos complexa. A *Unity* é uma ferramenta gratuita, bem como o próprio *Vuforia*, o que faz com que esse kit de desenvolvimento em RA seja acessível a todos. A *Unity* possui uma grande quantidade de ferramentas e é muito fácil de trabalhar com ela, pois além de ser visual (não apenas baseada em código como a *Irrlicht*, por exemplo) a interface é bastante amigável. Ela possui uma ferramenta de *scripts* baseada no Mono (ferramenta para desenvolver e executar aplicações .NET em diferentes plataformas), possibilitando a programação em C#, *UnityScript* e *Bool* (Disponível em Daniel Cardozo. <http://www.danielcardozo.com.br> <Acesso em 15 de Março, 2015>). Além disso, a *Unity* ainda oportuniza o desenvolvimento de *Shaders*, através da linguagem *Shaderlab*, Cg da NVidia, GLSL para o *OpenGL* e trabalha também como *Shader Mode*. O subsistema de simulação física é o *PhysX*, também da NVidia. Ela usa também bibliotecas *Direct X*, *Open GL* para renderização 3D e

OpenAL para áudio (Disponível em, Daniel Cardozo. <http://www.danielcardozo.com.br> <Acesso em 15 de Março, 2015>). Essa plataforma ainda conta com reconhecimento de texto muito bem aperfeiçoado e com um rastreamento para uma maior variedade de imagens (Disponível em Daniel Cardozo. <http://www.danielcardozo.com.br> <Acesso em 15 de Março, 2015>).

O *Vuforia* possui ainda um sistema de *Cloud* (Nuvem). Com isso, o desenvolvedor tem a opção de armazenar as fotos utilizadas no *software* na nuvem para que, quando o usuário utilizar o programa, o programa irá acessar as fotos armazenadas na nuvem. Isso faz com que o programa fique bem mais leve, porém o usuário será obrigado a utilizar a internet para acessar o *software* (Disponível no site do fabricante. <https://www.qualcomm.com> <Acesso em 15 de Março, 2015>). O desenvolvedor tem acesso a nuvem da Qualcomm de forma gratuita, porém o serviço é limitado e restringe a capacidade de armazenamento para no máximo 80 fotos (Disponível no site do fabricante. <http://www.qualcomm.com> <Acesso em 15 de Março, 2015>). Caso o desenvolvedor precise de mais espaço, ele tem a opção de pagar uma mensalidade para aumentar a capacidade de armazenamento, com uma nuvem capaz de armazenar até 1 milhão de fotos (Disponível no site do fabricante. <https://www.qualcomm.com> <Acesso em 15 de Março, 2015>).

O reconhecimento de texto garante ao app a leitura de palavras, oportunizando aos desenvolvedores e aos gestores deste tipo de conteúdo e de marcar o desenvolvimento de uma nova geração de experiência, de qualquer ramo e/ou segmento, por exemplo, o segmento educacional, em realidade aumentada (Disponível em Daniel Cardozo. <https://www.danielcardozo.com.br> <Acesso em 15 de Março, 2015>). Isso é uma grande vantagem do uso do *Vuforia* como ferramenta de RA. Além disso, o *Vuforia* garante o uso de uma grande quantidade de imagens, incluindo imagens vetorizadas, transformando em algo mais simples de se usar os mapas e logotipos. Com a chegada do *Qualcomm Vuforia Smart Terrain*, que possibilita a transformação de objeto, como uma mesa e alguns outros artefatos em um terreno para se criar um jogo, tornando a experiência do jogador em algo consideravelmente diferente (Disponível no site do fabricante. <https://www.qualcomm.com> <Acesso em 15 de Março, 2015>).

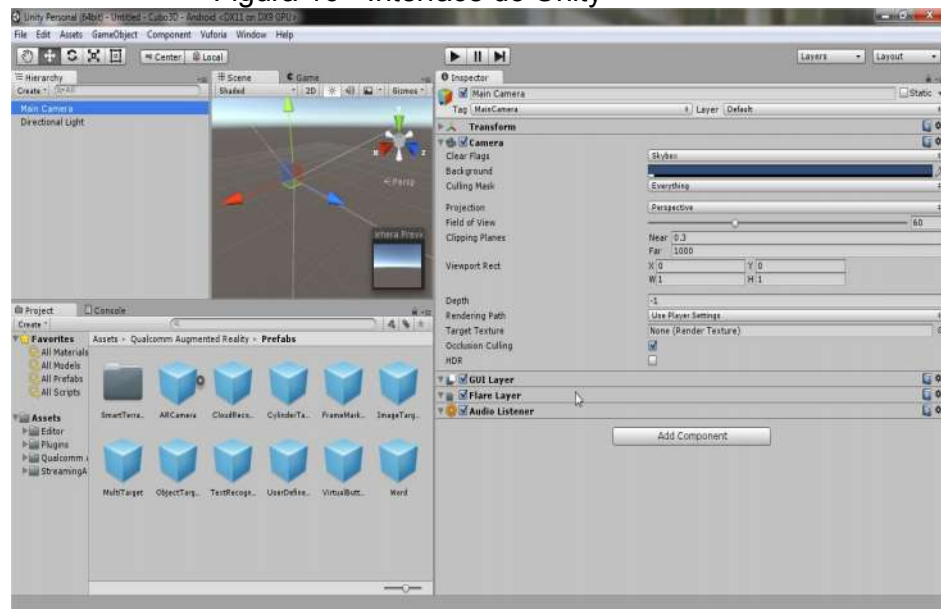
O *Vuforia* conta com mais de 50 mil desenvolvedores ativos, localizados em mais de 130 países e mais de 3500 produtos publicados, divididos entre a

Google Play e a *Apple Store* (Disponível no site do fabricante. <https://www.qualcomm.com> <Acesso em 15 de Março, 2015>).

4.3.1 UNITY

A *Unity 3D* é um software que possibilita o desenvolvimento de jogos. Assim como toda engine, ela facilita o desenvolvimento de jogos pelo fato de o desenvolvedor não precisar programar diretamente para *DirectX* ou *OpenGL*, pois ela já faz isso automaticamente (figura 16). A *Unity* pode fazer jogos para produtos da *Apple* (*Mac*, *iPhone*, *iPod*, *iPad*), da *Microsoft* (*Xbox*, *Windows*), da *Google* (dispositivos com *Android*), da *Sony* (*Playstation 3*, *Playstation 4*, *PS Vita*), da *Nintendo* (*Wii*, *Wii U*), e para navegadores *Web* (*Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome*, *Opera* e *Safari*) (Disponível em *DevMedia*. <https://www.devmedia.com.br> <Acesso em 18 de Março de 2015>). O *framework Unity 3D* é uma nova peça da tecnologia que se esforça para tornar a vida do desenvolvedor de jogos eletrônicos melhor e mais prática (HENSON, 2010. Tradução nossa).

Figura 16 - Interface do Unity



fonte: Do autor

Um ponto forte da *Unity* é a importação de arquivos. Ela importa em vários formatos, tanto *2D* quanto *3D*, o que exclui o trabalho de ter que exportar alguma arte antes de importar na própria *Unity*. Ela aceita os arquivos dos seguintes programas:

- *Blender*: .blend;
- *AutoDesk 3DS Max*: .max;
- *AutoDesk Maya*: .mb ou .ma;
- *Maxon Cinema 4D*: .c4d;
- *Cheetah3D*: .jas;
- *Luxology Modo 3D*: .lxo - a partir do modo 501;
- *NewTek Lightwave*: é necessário exportar para .fbx utilizando o *plugin* para exportar para fbx do *LightWave*.

A *Unity* também lê arquivos *.fbx*, *.dae*, *.3DS*, *.dxf*, *.obj* e também aceita o *.collada*. Para arquivos de textura (arquivos 2D) ela aceita os formatos: *PSD*, *TIFF*, *JPG*, *TGA*, *PNG*, *GIF*, *BMP*, *IFF*, *PICT* (Disponível em *DevMedia*. <https://www.devmedia.com.br> <Acesso em 18 de Março de 2015>).

O motor gráfico da *Unity 3D* usa *Direct3D* (*Windows*, *Xbox*), *OpenGL* (*Mac*, *Windows*, *Linux*, *PS3*), *OpenGL ES* (*Android*, *iOS*) e *APIs* proprietárias (*Wii*, *Wii U*). Há suporte para mapeamento de relevo, mapeamento de reflexão, mapeamento de *parallax*, *ambient occlusion* (*SSAO*), sombras dinâmicas usando mapas de sombra, *render-to-texture* e efeitos de pós-processamento. A *Unity* suporta conteúdo de arte e formatos de arquivos de *3DS Max*, *Maya*, *Softimage*, *Blender*, modo, *zBrush*, *Cinema 4D*, *Cheetah3D*, *Adobe Photoshop*, *Adobe Fireworks* e substância *Allegorithmic*. Esses *assets* podem ser adicionados ao projeto do jogo, e utilizados através da *interface* gráfica da *Unity*. A linguagem *Shaderlab* é usada para *shaders*, escritos em *GLSL* e *Cg*. Um *shader* pode incluir múltiplas variantes e uma especificação *fallback* declarativa, permitindo que a *Unity* detecte a melhor variante para a placa de vídeo atual (Disponível em *DevMedia*. <https://www.devmedia.com.br> <Acesso em 18 de Março de 2015>).

A partir da *Unity 4.2*, foi adicionado a versão *free* sombras em tempo real para luzes direcionais e também foi adicionado suporte ao *DirectX11*, o que dá às sombras uma resolução perfeita dos *pixels*, texturas para criar objetos 3D a partir de tons de cinza, gráficos, animações faciais mais suaves e um impulso para o *frames per second*. A *engine* também conta com a *Unity Asset Server* - uma solução de controle de versão para os *assets* e *scripts*. Ele usa *PostgreSQL* como um *backend*,

um sistema de áudio construído sobre a biblioteca *FMOD* (com capacidade de reprodução de áudio *Ogg Vorbis* comprimido), reprodução de vídeo usando o *Theora Codec*, um motor de terreno e vegetação (que suporta *Tree Billboarding*, *Occlusion Culling* com *Umbra*), *lightmapping* embutido e iluminação global com *Beast*, rede multijogador usando *RakNet*, e *pathfinding mesh navigation* embutido. Além disso, ela também foi construída com suporte para a *engine* de física *NVidia PhysX* (a partir da *Unity 3.0*) com suporte adicional para a simulação de tecido em tempo real, *raycasts* e camadas de colisão (Disponível em *DevMedia*. <https://www.devmedia.com.br> <Acesso em 18 de Março de 2015>).

O *framework Unity* possui uma total integração com a ferramenta *Vuforia* de realidade aumentada. Utilizando a *Unity 3D* para realizar todo o desenvolvimento gráfico do projeto, pode-se utilizar o *Vuforia* para ler o arquivo criado pela *Unity 3D* e transformá-lo em um objeto de RA. Além dessas características, a *Unity 3D* possui uma versão *free*, apesar de possuir uma versão *Pro* que possui um preço não fora da realidade (Disponível em *DevMedia*. <https://www.devmedia.com.br> <Acesso em 18 de Março de 2015>). Isso faz com que seja viável a realização do desenvolvimento de RA utilizando a *Unity 3D*, já que é uma ferramenta *open source* que foi desenvolvida para a criação de objetos 3D e possui todas as ferramentas necessárias para se criar um projeto.

4.4 COMPARAÇÕES ENTRE AS FERRAMENTAS

Ao se comparar as ferramentas de realidade aumentada de forma teórica, podem-se distinguir as mesmas através das seguintes características (tabela 1).

Tabela 1 - Comparação entre as ferramentas.

	<i>ArToolKit</i>	<i>AMIRE</i>	<i>Vuforia</i>
Linguagem de programação	C, Java, MatLab	C++	C++, java
Plataforma	Windows, Linux, MAC OS X, SGI	Windows	Windows, MAC OS
Executa a RA na aplicação	Não	Sim	Não
Suporte <i>OpenGL</i>	Sim	Sim	Sim
Rastreamento de múltiplas câmeras	Sim	Não	Não
Múltiplas plataformas de entrada	Sim	Não	Não
Ferramentas adicionais	Não	Não	Sim

5 TRABALHOS CORRELATOS

Esse capítulo tem como finalidade abordar trabalhos correlatos. Os assuntos abordados nesses trabalhos tratam de realidade aumentada, dispositivos móveis e *frameworks* de desenvolvimento.

5.1 INTERAÇÃO E IMERSÃO NA REALIDADE AUMENTADA: ESTUDO DE CASO APLICADO A JOGOS DE MESA

Esse trabalho foi apresentado na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), sendo realizado em 2012 por Daniel Caprioli Franceschi. O objetivo de seu trabalho foi o de avaliar a interação e imersão dentro do ambiente de realidade aumentada.

Primeiramente, Caprioli (2012) realizou um levantamento bibliográfico dos conceitos principais necessários para a realização do trabalho, entre eles o conceito de realidade aumentada, realidade virtual e realidade mista. Após o processo de estudo teórico, foi efetuada uma avaliação de imersão e interação aplicado em um estudo de caso em um jogo de cartas colecionáveis. Utilizando o *framework DECIDE*, Caprioli (2012) realizou experiências em três ambientes diferentes: real; virtual; realidade aumentada. Com isso, foi utilizado três métodos para a realização da coleta de dados: Observação dos usuários; testes com tarefas; questionários.

Com isso, Caprioli (2012) mostrou a preferência da realidade aumentada como interação e imersão entre a maioria dos usuários envolvidos na pesquisa, apresentando assim, resultados satisfatórios.

5.2 PROTOTIPAGEM RÁPIDA DE APLICAÇÕES INTERATIVAS DE REALIDADE AUMENTADA

Esse trabalho foi apresentado no SBC em Porto Alegre, sendo realizado em 2012 por Cláudio Kirner. O objetivo do seu trabalho foi demonstrar o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada para não especialistas em computação, através do uso de aplicações em diversos níveis

Kirner (2011) propõe em seu trabalho a ferramenta SACRA – Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada. Uma ferramenta de realidade

aumentada desenvolvida pelo aluno de mestrado Rafael Santin, sob orientação do próprio Cláudio Kirner. O SACRA é uma ferramenta de prototipagem rápida, concebida para suprir as necessidades de usuários não programadores com interesse na área.

Foram obtidos bons resultados. A ferramenta SACRA é um grande *framework*, e que cumpre o seu objetivo. O desenvolvimento utilizado como exemplo nesse trabalho mostrou ser simples de ser realizado e conseguiu ser feito de forma rápida e eficaz.

5.3 A APLICAÇÃO DE REALIDADE AUMENTADA NOS DISPOSITIVOS MÓVEIS: ESTUDO DE RELAÇÃO COM A TECNOLOGIA DO ENCANTAMENTO DE ALFRED GELL.

Esse trabalho foi apresentado na Universidade de Coimbra, sendo realizado entre 2010/2011 por Armanda Catarina Morgado Baptista. Esse trabalho teve como proposta mostrar a realidade aumentada em dispositivos móveis como um todo, seja para comunicação, trabalho, propaganda e até mesmo lazer.

Armanda (2011) demonstra em seu trabalho a importância da realidade aumentada na plataforma *mobile*, abordando sobre vários exemplos, desde aparelhos de GPS, até em jogos e explicando também de forma simples e breve como funciona a tecnologia de realidade aumentada.

Seu trabalho obteve bons resultados. Conseguiu demonstrar de forma simples e direta como a realidade aumentada se tornou importante atualmente.

5.4 REALIDADE VIRTUAL – DEFINIÇÕES, DISPOSITIVOS E APLICAÇÕES

Esse trabalho foi apresentado na Universidade de São Paulo (USP) por Antonio Valerio Netto, Liliane Santos Machado e Maria Cristina Ferreira de Oliveira e tem por finalidade expor termos na área de realidade virtual e introduzir conceitos como imersão, interação e desenvolvimento. O trabalho descreve alguns dispositivos de visualização e interação de realidade virtual, e, além disso, mostra uma visão de realidade virtual em várias áreas.

O trabalho demonstra o que é realidade virtual e aborda os dispositivos de entrada e saída do mesmo. Com isso, foi exposto as áreas que poderiam ser aproveitadas com o uso da realidade virtual, bem como suas aplicações.

O trabalho aborda a realidade virtual de forma ampla, completa e bem desenvolvida.

6 REALIDADE AUMENTADA PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE *FRAMEWORKS*

Esta pesquisa consistiu em realizar uma implementação de RA focado em dispositivos móveis em cada *framework open source* mencionado para se desenvolver uma análise comparativa completa em relação à estas que são, atualmente, as principais ferramentas de desenvolvimento em RA *open source* disponíveis.

O principal objetivo deste trabalho é realizar uma análise comparativa entre *Frameworks Open Source* de desenvolvimento em RA utilizando dispositivos móveis. Este trabalho tem esse propósito pela necessidade de informações a respeito do assunto, principalmente pelo fato de as informações sobre RA estarem em outros idiomas já que, RA não é um objeto de estudo conhecido pelo grande público. O motivo de escolher *frameworks open source* tem a proposta de fazer com que este trabalho seja acessível a todos os interessados em se informar, estudar e/ou desenvolver uma aplicação nessa tecnologia.

Para atingir o objetivo desta pesquisa foram efetuados:

- Uma pesquisa bibliográfica;
- Estudo da RA, bem como suas ferramentas e funcionalidades;
- Identificação dos *frameworks* a serem utilizados no trabalho;
- Levantamento de requisitos;
- Estudo e realização de testes em ferramentas de modelagem 3D;
- Estudo e realização de testes em ferramentas de RA;
- Modelagem de uma aplicação em RA em cada *framework* proposto;
- Realização de uma análise comparando os *frameworks* baseados em requisitos determinantes para a escolha ou não do usuário;

A pesquisa e as análises tem o propósito, não de se achar a melhor ferramenta de desenvolvimento em RA e sim, de definir as vantagens e desvantagens de cada plataforma. As análises foram feitas para auxiliar o desenvolvedor a definir qual *framework* irá se adaptar melhor a sua metodologia de programação e desenvolvimento em RA, assim como suas necessidades. Esta análise consistiu também em definir qual ferramenta é adequada para determinado

caso, dependendo do problema que necessita ser resolvido pelo desenvolvedor já que, cada plataforma possui suas particularidades e pode ser melhor aproveitado em determinadas situações.

6.1 METODOLOGIA

Dentro das linhas de pesquisa do curso de Ciência da Computação, este projeto se insere nas áreas de RA, RV e IHC.

As etapas de desenvolvimento da pesquisa foram: levantamento bibliográfico, estudo da realidade aumentada, levantamento de requisitos para o início do desenvolvimento, modelagem de uma aplicação em RA para dispositivos móveis em três *frameworks Open Source* para a realização de uma análise comparativa e descrição e análise dos resultados a partir do conhecimento e experiência adquiridos durante o processo de desenvolvimento.

6.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A primeira etapa desta pesquisa foi o levantamento bibliográfico, buscando organizar as referências. O Desenvolvimento foi baseado nos materiais já produzidos sobre o assunto, como livros, artigos, dissertações, sites da internet, projetos e ou produtos comerciais e projetos livres já desenvolvidos.

A partir do levantamento bibliográfico foi possível atender os seguintes objetivos específicos:

- Compreensão acerca de RV, RA e IHC, a partir dos principais conceitos de especialistas da área;
- Descrição do funcionamento de *frameworks* de RA e de ferramentas de criação e modelagem de objetos em *3D*;
- Identificação dos *frameworks* utilizados no desenvolvimento deste projeto;
- Definição dos parâmetros utilizados para a realização da análise.

6.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

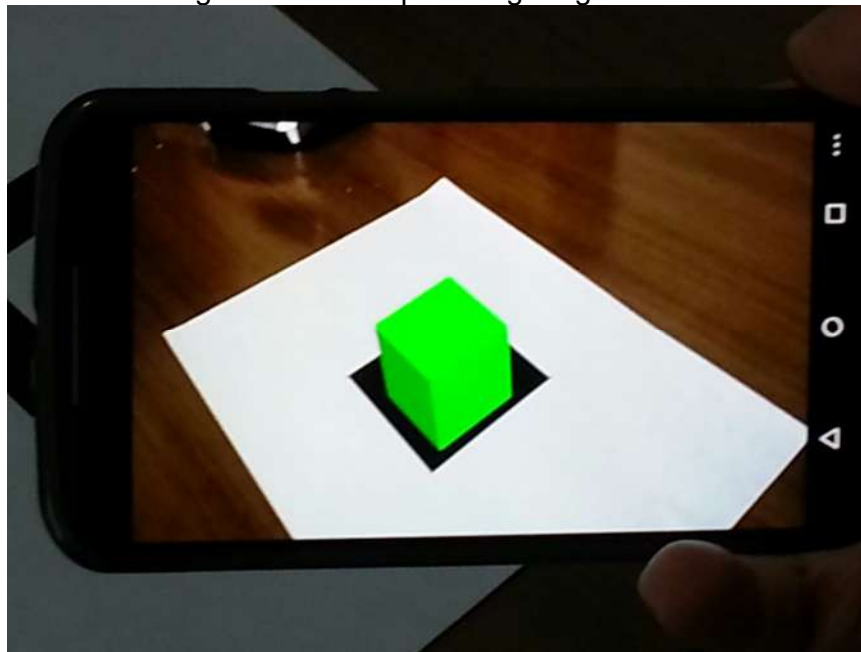
Para se realizar o desenvolvimento da análise comparativa proposto neste trabalho, serão utilizados os seguintes critérios:

- Tecnológico: Integração com as ferramentas de modelagem em *3D*, qualidade do arquivo de instalação, otimização (TONINI, 2004);
- Desempenho: Desempenho em relação ao *hardware* utilizado durante o projeto (RIBEIRO; SANTOS, 2009);
- Eficiência: Facilidades e dificuldades em relação a criação de projetos em RA (RIBEIRO; SANTOS, 2009);
- *Interface*: Estudo da *interface* de cada *framework* (MENEGETTI, 1998);
- Gráficas: Os diferenciais de cada *framework* (RIBEIRO; SANTOS, 2009);
- Interação do Virtual com o Real: Interatividade do objeto desenvolvido na máquina com o ambiente real (KIRNER, 2011);
- Usabilidade: Direcionamento de um *framework* para um objetivo específico (RIBEIRO; SANTOS, 2009);
- Linguagens Suportadas: Implementação em diferentes plataformas (RIBEIRO; SANTOS, 2009).

O primeiro passo ao se iniciar o trabalho foi fazer um estudo em relação às ferramentas de desenvolvimento em RA *open source* disponíveis no mercado. Após a realização destes estudos, foi analisado quais ferramentas de modelagem *3D*, que são integradas aos *frameworks open source* seriam viáveis para a criação do projeto e se seriam compatíveis com o *PC* utilizado no mesmo. O *PC* utilizado no trabalho em questão é um Notebook *HP* com Processador *Intel Core i5*, Placa Gráfica *Radeon 6470*, 8Gb de Memória Ram e HD de 1tb que utiliza o Sistema Operacional *Windows 7*. O *smartphone* utilizado no projeto foi um *Moto X* (Segunda Geração) que possui um processador de 2,5GHz *Qualcomm Snapdragon 801* com Quad-core CPU (MSM 8974-AC), Adreno 330, 578MHz GPU, com 2Gb de Memória RAM e 32Gb de memória interna e um sistema operacional *Android Lollipop 5.1*. Após as conclusões das definições iniciais, iniciou-se o projeto.

O trabalho teve como proposta desenvolver uma figura geométrica simples (figura 17), já que o foco nesta pesquisa são as ferramentas de realidade aumentada e não os *softwares* de modelagem 3D. Com isso, foi realizado uma otimização de tempo, pois realizando uma modelagem simples, houve mais tempo para trabalhar com as ferramentas de realidade aumentada e tirar maiores conclusões.

Figura 17 - Exemplo de figura geométrica



fonte: Do autor.

Sendo assim, iniciou-se o desenvolvimento na ferramenta *Unity* e na ferramenta *3DS Max* e, com os arquivos gerados, iniciou-se o processo de transformação de um arquivo em 3D pra um arquivo de realidade aumentada em dispositivos móveis. Durante o processo de transformação do arquivo bruto para um arquivo de RA foram feitas anotações com a proposta de deixar arquivado todo o processo em cada *framework* para descrever o máximo da experiência neste trabalho.

Os critérios foram definidos a partir da definição de o que faz o *framework* de RA ser útil para um desenvolvedor e para o usuário, com base em uma métrica padrão para análises de *software* como um todo.

6.4 ATIVIDADE DESENVOLVIDA: ARTOOLKIT

A primeira etapa ao se iniciar o desenvolvimento no *framework ArToolkit* foi realizar o *download* da ferramenta *3DS Max*, assim como da ferramenta de RA propriamente dita. Após a instalação da ferramenta de modelagem *3D*, foi realizado um estudo acerca da mesma para aprendizado, com o intuito de ter uma base para o desenvolvimento da aplicação de RA. Após esse estudo, foi realizado um estudo no *ArToolkit* com a finalidade de compreender a ferramenta já que, a mesma não possui um *setup mode*, e sim vários arquivos dentro de uma pasta, cada qual com uma função determinada. O que torna a ferramenta mais complexa no início e pouco amigável para pessoas que não estão familiarizadas, não só com o mundo da RA mas como no mundo da computação como um todo. Após o estudo em relação à ferramenta *ArToolkit*, foi iniciada uma série de testes com os modelos que já estão desenvolvidos e que estão presentes dentro do arquivo da ferramenta, com a proposta de compreender se o *hardware* em mãos seria o suficiente para se desenvolver o projeto, buscando a viabilidade do mesmo. Com isso, iniciou-se a criação do projeto de RA proposto.

O *ArToolkit* é um *framework* que possui a capacidade de integração com diversas ferramentas de desenvolvimento em *3D* existentes no mercado. Seja elas *open source* ou pagas. Isso faz com que essa ferramenta seja excelente para a realização de diversas tarefas, principalmente no caso de criação de modelos *3D* estáticos ou dinâmicos. Porém, a falta de informação a respeito da utilização e implementação dessa ferramenta em português faz com que ela seja incompatível com pessoas que não possuem conhecimento em inglês ou outros idiomas. Além disso, como foi dito anteriormente, o *ArToolkit* não possui um modo *setup*. Com isso, o usuário, após realizar o *download* do arquivo irá extrair uma pasta com todos os arquivos necessários para fazer o *framework* funcionar. Isso exige um bom estudo em relação a ferramenta pois, cada arquivo existente na pasta tem a proposta de realizar tarefas diferentes, atendendo casos diferentes e a quantidade de arquivos existente dentro desta pasta pode tornar a experiência complicada, e também um pouco frustrante no início.

Em relação à *performance* o *ArToolkit* respondeu com perfeição em relação ao *hardware* utilizado durante todo o processo. Após as configurações iniciais o *software* se integrou ao programa de edição, atendendo as necessidades.

Esse fator, somado ao fato que o *framework* é um programa *open source* o torna viável, dependendo do programa que será utilizado para o desenvolvimento já que, existem várias ferramentas de desenvolvimento de objetos 3D e serão elas o principal fator para um bom desempenho em uma máquina.

O *ArToolKit* não é uma ferramenta simples de se manusear. Como dito anteriormente, ela não possui um *menu* de opções. É um *framework* que tem a finalidade principal de atribuir à ferramenta de edição a propriedade de tornar o modelo criado na mesma em um modelo de RA. O *ArToolKit* possui em sua biblioteca, arquivos integrados com a *webcam* do PC para a realização de testes com o modelo desenvolvido, porém cada arquivo atende a uma necessidade específica do utilizador. Ao se realizar uma aplicação para dispositivos *mobile*, o arquivo desenvolvido na ferramenta de edição se torna um arquivo *apk*. para se realizar uma instalação no dispositivo móvel, após transferir esse mesmo arquivo gerado para o aparelho. O *ArToolKit* não possui uma interface a ser avaliada, porém os arquivos que iniciam a *webcam* do PC são simples e funcionais.

O *ArToolKit* tem como principais funcionalidades a criação de um modelo 3D de RA, interativo ou não com o ambiente real, bem como a criação de jogos eletrônicos em RA, tanto para dispositivos móveis quanto para PC. Isso permite ao desenvolvedor utilizar essa ferramenta para criação de propagandas, maquetes, modelos em 3D de algo a ser desenvolvido em um ambiente real, entre outros. Os modelos utilizados para teste atenderam aos requisitos, tanto os estáticos quanto os dinâmicos. Porém, durante o desenvolvimento constatou-se que o foco principal do *ArToolKit* é o de se desenvolver objetos estáticos ou dinâmicos pelo fato que a integração do *software* com o programa de edição *3DS Max* ter sido mais eficiente em relação à ferramenta *Unity*, que possui um foco maior em um desenvolvimento de *games*. Além disso, o *ArToolKit* possui uma extensa comunidade de desenvolvedores que lidam com a criação de objetos em 3D. Isso faz com que seja mais viável quando alguma informação for necessária durante o desenvolvimento de um projeto.

6.5 ATIVIDADE DESENVOLVIDA: AMIRE

A primeira etapa ao se iniciar o desenvolvimento no *framework AMIRE* foi realizar o download da ferramenta de RA. Durante o processo de estudo contatou-se que o *framework AMIRE* possui uma melhor integração com a ferramenta *3DS Max*. Após a instalação do *AMIRE*, foi realizado um estudo sobre o *framework* mencionado com a finalidade de possuir uma base para o desenvolvimento da aplicação de RA. Após a conclusão desse estudo iniciou-se uma série de testes com os modelos já desenvolvidos nesse *framework* pela comunidade, com a proposta de compreender se o *hardware* em mãos seria o suficiente para desenvolver o projeto, buscando a viabilidade do mesmo. Com isso, iniciou-se a criação do projeto de RA proposto.

O *AMIRE* é um *framework* que possui integração com algumas ferramentas existentes no mercado. Nos testes o *framework* mostrou que possui muitas um grande potencial para o desenvolvimento de RA. O que mais pode-se destacar no *AMIRE* é o fato de ele ser o único *framework* testado que possui uma *interface* gráfica completa. Ao se extrair o arquivo para o PC percebe-se uma pasta com um ícone de *setup* e outra pasta com manuais técnicos e *tutoriais* sobre, além de uma pasta com os *targets* que servirão para fazer com que a RA aconteça. Por se tratar de um *framework* com uma *interface* ele se mostrou menos complexo para a utilização e muito útil para usuários que gostariam de ter uma primeira impressão sobre o universo de RA e o modo *setup* o torna menos complexo e com uma curva de aprendizagem menor nos momentos iniciais.

Quanto a *performance*, o *AMIRE* respondeu bem em relação ao *hardware* utilizado durante todo o processo. Porém, mesmo possuindo um modo *setup*, ele não se integra à ferramenta de edição automaticamente. Isso faz com que, após a criação do modelo em *3D*, o desenvolvedor necessite trabalhar em conjunto com o *AMIRE* para fazer com que o arquivo se torne um modelo de RA. Programas de modelagem *3D* consomem a memória *RAM* de forma considerável, fazendo com que a construção de um projeto utilizando as duas ferramentas ao mesmo tempo se torne mais complicada em computadores menos potentes. Nesse caso, um computador com uma configuração mais robusta seria o ideal para fazer com que um projeto desenvolvido no *AMIRE* seja algo mais viável.

O *framework* é uma ferramenta que se mostrou simples pelo fato de possuir uma interface completa, principalmente para pessoas que irão desenvolver uma aplicação que não é voltada para dispositivos *mobile* pelo fato de realizar o projeto e poder realizar testes rápidos, otimizando tempo, pois a interface do *AMIRE* mantém a *webcam* do computador ligada constantemente. Isso faz com que o projeto, ao ser integrado ao *framework* seja testado em seguida ao se apontar um *target* para a câmera, porém não é um *framework* recomendado para a realização de aplicações de RA em dispositivos móveis, pois ele exige que o desenvolvedor tenha que fazer muitas configurações desnecessárias que podem contribuir para o mal desempenho do projeto. Outro problema é que tudo acerca do *AMIRE* está em inglês e outros idiomas. Isso exige que o desenvolvedor tenha a capacidade não só de ler e entender algo dito em inglês, quanto de interpretar o que se é dito.

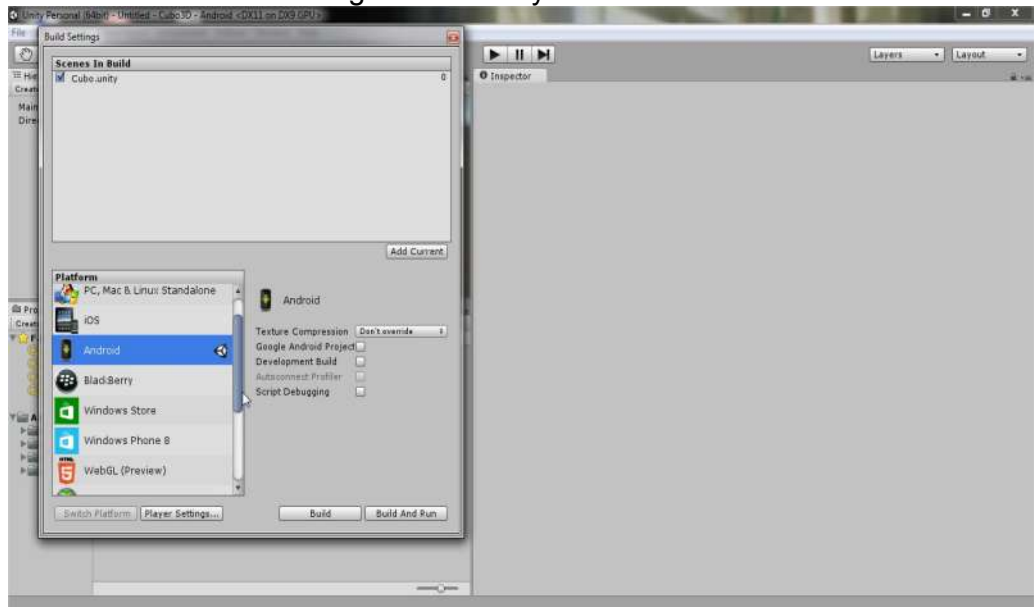
O *AMIRE* tem como principais funcionalidades a transformação de um modelo *3D* para RA, interativo com o ambiente ou estático, tanto para dispositivos móveis quanto para PC. É uma ferramenta que permite que o desenvolvedor crie o que for necessário, como modelos em *3D*, maquetes, propagandas, entre outros. Todos os modelos utilizados na fase de testes atenderam as necessidades do desenvolvedor. Porém, durante o desenvolvimento do projeto contatou-se que o *AMIRE* é um *framework* melhor aproveitado para a criação de projetos voltados para o PC, sejam eles estáticos ou dinâmicos. A integração com a ferramenta de edição é a parte mais complicada a se fazer com o *framework* de RA, e transformar o arquivo em um *apk*. para plataformas móveis não é tarefa simples. Além disso, o *AMIRE* não é uma ferramenta muito utilizada por desenvolvedores de RA. Isso faz com que a quantidade de informações a respeito da mesma seja restrita, fazendo com que seja uma ferramenta para poucos e inviável para a maioria dos usuários. Mesmo sendo uma ferramenta com uma *interface* gráfica bem desenvolvida e funcional, ela possui vários problemas de desempenho e a falta de informação a respeito ela pesa negativamente contra a utilização desse *framework*. Porém, se o desenvolvedor possuir um *hardware* poderoso em mãos e estudar a ferramenta de RA, ela sem dúvidas se tornará algo mais acessível para o desenvolvedor.

6.6 ATIVIDADE DESENVOLVIDA: VUFORIA

A primeira etapa ao se iniciar o desenvolvimento no *framework Vuforia* foi realizar o download da ferramenta *Unity*, assim como da ferramenta de RA propriamente dita. Após a instalação da ferramenta *Unity*, foi realizado um estudo acerca da mesma para aprendizado, com o intuito de possuir uma base para o desenvolvimento da aplicação em RA. Após o estudo da ferramenta, foi realizado um estudo em relação ao *Vuforia* com a finalidade de compreender a ferramenta. Após concluir os estudos, foi realizada uma série de testes com os modelos já desenvolvidos, já que o *Vuforia* possui uma grande comunidade, com diversas aplicações já desenvolvidas, com o intuito de compreender se o *hardware* em mãos seria o suficiente para se desenvolver o projeto, buscando sua viabilidade. Após os testes, iniciou-se a criação do projeto de RA proposto.

O *Vuforia* é um *framework* que possui integração com algumas ferramentas de desenvolvimento em *3D*, *open source* ou pagas. Porém sua integração maior é com a ferramenta de modelagem *3D* e desenvolvimento de jogos *Unity*. A empresa *Qualcomm*, desenvolvedora do *Vuforia* criou essa parceria com a *Unity* pois, como a *Unity* é uma ferramenta consagrada em termos de desenvolvimento nesse estilo e por possuir uma base com milhares de desenvolvedores ativos, o *Vuforia* se tornaria uma ferramenta prática e com uma base já instalada. Esse é o maior diferencial do *Vuforia* pois esse é o *framework* com mais informações, em diversos idiomas. Isso faz com que a curva de aprendizagem sobre o *Vuforia* seja algo menor em relação a qualquer outra ferramenta de desenvolvimento de RA até então. O *Vuforia* possui um modo *setup* que instala todo o necessário para a transformação do modelo *3D* em RA na própria ferramenta de desenvolvimento, possuindo um modo instalador especial para o *Unity*, sendo mais um motivo para se utilizar essa ferramenta para o desenvolvimento no *Vuforia*. O *framework* possui um modo de instalação para aplicações *Android* e para aplicações *iOS* (figura 18).

Figura 18 - Unity



fonte: Do autor.

A *performance* da *Vuforia* depende exclusivamente da *Unity*. Se o *hardware* suportar a *Unity*, o *framework* de RA não se tornará um empecilho. Após a instalação do *Vuforia* na máquina ele faz toda a integração e configuração com a ferramenta de edição de forma automática, atendendo todas as necessidades do desenvolvedor. A *Unity*, mesmo sendo uma ferramenta completa e robusta para desenvolvimento, principalmente em *games*, é bem otimizada, se tornando acessível até para máquinas com *hardwares* mais simples.

O *Vuforia* é uma ferramenta que não necessita que o usuário possua um grande conhecimento em relação a mesma, pois é um *framework* que é instalado automaticamente na ferramenta de criação. Isso faz com que o desenvolvedor necessite apenas ter conhecimento em relação a *Unity* e em relação a o que o *Vuforia* pode oferecer. Após a criação do modelo *3D*, o desenvolvedor tem o direito de escolher para qual plataforma o mesmo será transformado e utilizado. Ao se instalar o *framework Vuforia* o *Unity* fornece a opção de salvar o arquivo em RA para *Android* ou *iOS*, dependendo da necessidade do desenvolvedor. Isso gera um arquivo *apk*. que será transferido para o dispositivo móvel. O *target* é selecionado durante a criação do modelo *3D* otimizando tempo. Com isso, é necessário apenas instalar a aplicação no dispositivo móvel, sem necessitar de configuração adicionais para fazer com que a RA aconteça.

O *Vuforia* tem como principais funcionalidades a criação de um modelo 3D de RA, interativo ou não com o ambiente, bem como a criação de jogos eletrônicos em RA, seja para dispositivos móveis, PC e até para consoles como *PS4* e *Xbox One*. Isso permite que o desenvolvedor crie o que sua imaginação permitir. Seja jogos, propagandas, maquetes, modelos 3D, entre outros. Os modelos utilizados atenderam os requisitos, tanto estático, quanto dinâmicos e até os jogos, que também foram testados por ser tratar de uma ferramenta de criação voltada para o mesmo. Após o desenvolvimento e testes constatou-se que o *Vuforia*, somado com a *Unity* foi a melhor ferramenta de criação de RA utilizada neste trabalho. Essa integração entre as duas ferramentas permite que o desenvolvedor consiga criar qualquer projeto em RA. A *Unity* é uma ferramenta completa para desenvolvimento de modelos 3D, não apenas para games. Mesmo sua versão *free* entrega uma boa experiência ao usuário, e sua versão paga possui um valor acessível a todos que pretendem entrar para essa área. Além disso, tanto a *Unity* quanto o *Vuforia* possuem uma extensa comunidade. Não faltarão informações e nem suporte a respeito das duas ferramentas, principalmente da *Unity* em relação a desenvolvimento de projetos.

6.7 TABELA COMPARATIVA

Essa tabela foi criada com base em todo o estudo minucioso em relação aos *frameworks* de desenvolvimento em RA e após a implementação do projeto e a utilização dos mesmos após vários testes, não só com os modelos desenvolvidos pelo desenvolvedor, quanto com projetos desenvolvidos pelos desenvolvedores das comunidades relacionadas a cada *framework*. Esta tabela foi desenvolvida para servir como uma referência para determinar qual *framework* é melhor em relação ao outro em um determinado critério.

Legenda (RIBEIRO; SANTOS, 2009):

- # - Inexistente: Recurso não existente
- 1 - Básico: Possui o básico para se desenvolver
- 2 - Recomendado: Possui o recomendado para uma boa aplicação
- 3 - Avançado: Possui recursos a mais em relação as outras

Tabela 2 - Tabela Comparativa

Crítérios	ArToolKit	AMIRE	Vuforia
Tecnológico	2	3	3
Desempenho	3	2	3
Eficiência	2	2	3
Interface	#	3	#
Gráficas	1	2	3
Interatividade	3	3	3
Usabilidade	2	1	3
Linguagens Suportadas	3	#	3

6.8 RESULTADOS OBTIDOS

A proposta deste trabalho foi a de estudar a realidade virtual e a realidade aumentada de forma ampla, desde o seu início, até os dias atuais, tanto em teoria, quanto na prática. A RA é uma tecnologia que possui um conceito e uma trajetória não muito atual, mas que começou a ser desenvolvida e aperfeiçoada recentemente junto com a evolução do *hardware* que permitiu que isso se torna-se viável de forma geral. O trabalho foi criado com a finalidade de mostrar os principais *softwares* de criação de RA *open source* disponíveis e algumas ferramentas de modelagem 3D que são utilizadas para o desenvolvimento do projeto. Existem uma grande variedade de ferramentas disponíveis e compatíveis com RA, porém a preferência pela *Unity* e pela *3DS Max* foram escolhidas por serem ferramentas que se adaptaram melhor ao *hardware* disponível. Existem ferramentas que exigem menos do *PC* que conseguem realizar esta tarefa, mesmo que com menos recursos.

Não apenas para mostrar e demonstrar como funciona o desenvolvimento de RA para plataformas mobile, este trabalho tem a função de reunir conteúdo para qualquer pessoa que tem o desejo de começar a iniciar nessa área, já que RA hoje em dia é uma grande realidade, já faz parte do nosso cotidiano, mesmo que não seja perceptível logo de início e que necessita de desenvolvedores, por ser uma

tecnologia muito nova, com muito a ser visto. As funcionalidades da RA são inúmeras, e é um projeto com muito a ser explorado e desenvolvido.

O objetivo principal deste projeto foi o de desenvolver uma aplicação de RA para dispositivos móveis em 3 *frameworks* diferentes. Este modelo é igual nos 3 *frameworks* utilizados para testes para avaliar com melhor qualidade qual seria as facilidades e dificuldades para se desenvolver e transformar a mesma para um modelo em RA, já que existem uma série de dificuldades, principalmente para pessoas fluentes em português, dificuldades estas mencionadas nas páginas anteriores. Além disso, foi realizado testes com outros modelos, desenvolvidos por outros programadores com a finalidade de entender como funciona os *frameworks* e para realização de testes relacionados a instalação em um *smartphone* e sua compatibilidade com o mesmo. Após a realização de testes e desenvolvimento, foi realizado uma análise comparativa entre as 3 ferramentas, visando não à procura da melhor ferramenta e sim, determinar para qual finalidade cada *framework* é indicado. Porém, após os testes, constatou-se que o que define o sucesso ou o fracasso do projeto é a ferramenta de modelagem 3D que será definida pelo desenvolvedor. Cada *framework* possui integração com uma série de ferramentas, porém a maior dificuldade em relação a todos os *frameworks* de desenvolvimento em RA é a de instalação. Na maioria dos casos não é algo simples. Mesmo os *frameworks* utilizados que possuíam um modo *setup* exigiram arquivos adicionais como arquivos *.dll*. Isso exigiu tempo para configurar o *PC* para a transformação do modelo em 3D para RA, e foi um problema que aconteceu com as três ferramentas. Porém, a partir do momento que o *PC* utilizado ficou pronto para as tarefas, ela aconteceu sem maiores problemas. Porém, um *hardware* mais robusto teria otimizado meu tempo. Por isso outro ponto importante a se destacar é que um *PC* com uma boa placa de vídeo e um bom processamento são essenciais para evitar frustrações durante o desenvolvimento, não só de RA mas como a tarefa de modelagem 3D propriamente dita.

A realidade aumentada possui uma diversidade de aplicações a serem realizadas. Desde modelos simples em 3D como propagandas, maquetes dinâmicas e *games* eletrônicos. A partir deste trabalho, pode-se escolher a ferramenta que mais se adapta ao *hardware* e a necessidade do usuário para realizar qualquer tarefa que a imaginação do mesmo permitir. A função deste trabalho foi a de realizar testes e reunir a maior quantidade de material possível. A intenção do trabalho não é

a de apontar a melhor ferramenta entre as três, porém nos testes o *Vuforia* integrado à ferramenta de desenvolvimento *Unity* foi a ferramenta que se saiu melhor nos testes, pela sua facilidade de uso, pela quantidade de materiais acerca do assunto, e pela otimização dos dois no *hardware*. Durante o trabalho foi usado o programa *Memory Cleaner* para mostrar o consumo de memória *RAM* no *PC* e o conjunto destas duas ferramentas foi o que consumiu menos recursos da máquina. Porém, o *ArToolKit* e o *AMIRE* se mostraram mais eficazes para a realização de testes, por possuírem um modo integrado a câmera do *PC*.

Nos testes realizados não foi possível implementar uma aplicação de RA em dispositivos móveis utilizando a ferramenta *AMIRE*. Isso se deu pela falta de informação a respeito do *framework*. Mesmo o arquivo possuindo uma série de arquivos *.pdf* com *tutoriais* sobre a ferramenta, ela é uma ferramenta muito complexa para se lidar. A *interface* tem seus prós e contras e a grande desvantagem da mesma é a complexidade para se desenvolver um arquivo para *mobile* e pelo fato de possuir essa *interface*, ela é mais complexa para se integrar a uma ferramenta de modelagem *3D*. Porém em testes realizados com a *webcam* utilizando um target impresso ele funcionou muito bem. Em um projeto futuro, a utilização do *AMIRE* voltado para *PCs* pode ser opção válida.

Durante os testes foi criado um arquivo em RA para *iOS* através do *Vuforia* e do *ArToolKit*, porém por não possuir um aparelho com esse sistema operacional, não foi possível realizar testes diretamente no aparelho. Porém, a criação de projetos de RA para *iOS* igual a para *Android*, sendo necessário apenas mudar para *iOS* na hora de salvar o projeto. Em um projeto futuro poderia ser testado a utilização de RA em dispositivos *iOS*.

7 CONCLUSÃO

A realidade aumentada é uma tecnologia definida por conceitos não atuais, mas que passou a ser estudado e aperfeiçoado recentemente pelo fato que os *hardwares* atuais são poderosos o suficiente para realizar a proposta que a RA tem. Essa tecnologia é capaz de realizar uma interação com o ambiente diferente de tudo que já foi desenvolvido desde então. Além disso, é o tipo de tecnologia acessível a todos, pois exige apenas uma aplicação e uma câmera, item existente em qualquer dispositivo *mobile*.

É uma tecnologia de muita importância e de muito valor, que abre um extenso campo de idéias e oportunidades, em diferentes áreas do conhecimento como *marketing*, engenharia, *design*, medicina entre outras. Cada um pode usufruir da RA do jeito que for necessário.

Este trabalho teve como proposta estudar, realizar testes e desenvolver em RA em diferentes plataformas, com a finalidade de definir qual ferramenta seria mais útil para determinada situação. Nos estudos realizados durante este trabalho, informações acerca de desenvolvimento se mostraram escassas, independente do idioma. Em português, informações com relação a diversas áreas da RA não foram encontradas, ou foram mencionadas de forma superficial. O que mais atribui a isso é o fato de ser uma tecnologia muito recente e que necessita de anos de estudo para ser trabalhada, desenvolvida e melhorada para que o grande público tenha acesso a RA. Este trabalho reuniu todas as informações possíveis para realizar testes e o desenvolvimento, que foi a proposta do mesmo e, após todo o estudo e desenvolvimento mostrou êxito nos resultados. Mesmo não conseguindo resultados para dispositivos móveis no *framework AMIRE*, os estudos acerca dele contribuíram positivamente pois ele se mostrou uma ferramenta de grande valia para desenvolvimentos de RA para computadores.

Este trabalho abordou não só a RA, como a RV em teoria, abordando e organizando idéias dos principais nomes da área, que contribuíram ou contribuem para essa tecnologia. Este estudo foi fundamental para o êxito no desenvolvimento da RA. É necessário compreender tudo que a tecnologia tem a oferecer para se desenvolver boas aplicações, independente da plataforma a ser utilizada. Mesmo não sendo uma tecnologia com base em linhas e códigos de programação, algo que não é usual na área da tecnologia em termos de desenvolvimento de aplicações, é uma área com extrema complexidade, que exige que o desenvolvedor tanto quanto

outro tipo de implementação. As ferramentas de criação de RA são complexas e exigem muito do desenvolvedor e da máquina. Este trabalho contribuiu para a compreensão de RA e de RV, assim como os processos de desenvolvimento e seus percalços. Também contribuiu para o estudo e compreensão do *framework* *ArToolKit*, *AMIRE* e *Vuforia*, e também das ferramentas de desenvolvimento em modelagem e criação em *3D Unity* e *3DS Max*. Foi definido as características de cada *framework* como desenvolvedor, de forma igual para que nenhuma ferramenta tenha destaque em relação à outra, já que cada uma tem a função e importância.

Este trabalho possui muitos campos a serem estudados. A RA é uma tecnologia que depende exclusivamente da imaginação do desenvolvedor. Um bom estudo em relação a tudo citado neste trabalho e uma boa idéia são os dois pontos necessários para a criação de algo novo. A RA é uma tecnologia muito nova e existe muito a ser criado e desenvolvido. Tanto a RA quanto a RV, nesse momento, estão em alta. Existem tecnologias sendo desenvolvidas e aprimoradas como o *Oculus Rift* e o *Project Morpheus* que utilizam a RV e a RA e muitos especialistas apontam como o futuro dos *games* e de ICH. Várias áreas do conhecimento podem usufruir da RV e da RA para várias situações, mencionadas ou não neste trabalho. Com mais tempo, este trabalho haveria abordado sobre desenvolvimento de aplicações dinâmicas para RA. Porém são aplicações que demandam muito tempo e conhecimento em relação às ferramentas de desenvolvimento. Além de necessitar de um *hardware* mais poderoso porque o *3DS Max* exigiu muito do *hardware* utilizado.

Realidade aumentada e realidade virtual podem ser o início de uma nova mudança entre interação humano-computador, e estamos presenciando essa mudança atualmente. São duas tecnologias que apareciam em filmes ou citadas em livros de ficção científica que sempre chamaram a atenção de todos e agora é disponível para qualquer usuário com a vontade de se aventurar no que elas tem a oferecer. Este trabalho mostrou que é viável, mesmo com um *hardware* modesto, e que depende apenas de imaginação e empenho, para fazer com que um novo mundo apareça diante dos olhos do usuário.

Como trabalhos futuros este trabalho propõe fazer o desenvolvimento completo em realidade aumentada, como um jogo ou uma aplicação dinâmica por exemplo, não importando se será voltado para dispositivos móveis ou para computadores pessoais, utilizando uma dessas três ferramentas. O trabalho mostra

os diferenciais e as áreas de aplicação de cada uma dessas ferramentas. Cabe ao desenvolvedor escolher a ferramenta mais compatível com suas necessidades.

REFERÊNCIAS

AMIRE. Site oficial da ferramenta AMIRE. Disponível em <<http://amire.sourceforge.net/>>. Acesso em: 25 Mai. 2014.

ALBERTINO, Itamar. Realidade Virtual e Aumentada - Conceitos, Tecnologias e Aplicações. Instituto Cuiabano de Educação, 2012

ARToolkit. Site oficial da ferramenta ARToolKit. Disponível em <<http://www.hitl.washington.edu.artoolkit/>>. Acesso em 25 Mai. 2014.

AZUMA, Ronald. *Special Section on Mobile Augmented Reality*. USA. 2011

AZUMA, Ronald; BAILLOT, Yohan. *Recent Advances in Augmented Reality*. USA. 2011

AZUMA, Ronald, BILLINGHURST, Mark, KLINKER, Gudrun. *Special Section on Mobile Augmented Reality*. Computer & Graphics, vol. 35, #4 (Agosto, 2011). *Special issue on mobile Augmented Reality*. Pp. VII.VIII.

AZUMA, Ronald, NEELY, Howard III, DAILY, Mike, LEONARD, Jon. *Performance Analysis of an Outdoor Augmented Reality Tracking System that relies upon a few mobile beacons*. Proc. IEEE and Acm Int'l Symp. On mixed and augmented reality (ISMAR, 2006) (Santa Barbara, California, 22-25, Outubro, 2006). Pp. 101-104.

AZUMA, Ronald, FURMANSKI, Chris. *Evaluating Label placement for augmented reality view management*. Proc. IEEE and ACM Int'l Symp. On mixed and Augmented Reality (ISMAR, 2003) (Tokyo, 7-10, Outubro, 2003). PP. 66-75.

AZUMA, Ronald, BAILLOT, Yohan, BEHRINGER, Reinhold, FEINER, Steven, JULIER, Simon, MACINTYRE, Blair. *Recent Advances in Augmented Reality*. IEEE Computer Graphics and Applications (Dezembro, 2001), 34-47.

BAND. Site da rede de televisão BAND. Disponível em <www.band.uol.com.br/>. Acesso em: 15 Jun. 2014.

BAPTISTA, Armanda Catarina Morgado. A aplicação da realidade aumentada nos dispositivos móveis: Estudo de relação com a tecnologia do encantamento de Alfred Gell. 2011. 8f. Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

CAGNIN, M. I, PARFAIT: Uma contribuição para Reengenharia de *software* baseada em Linguagens de Padrões e *frameworks*. ICMC-USP, São Paulo, 2005.

FAYAD, M. E, SCHMIDT, D.C *Object-oriented Application frameworks. Communications of the ACM*, Vol. 40, 10p. 1997.

FIGUEIREDO, Brenda. Desenvolvimento e criação para realidade aumentada em celulares. Rio de Janeiro. 2014.

FRANCHESCHI, Daniel Caprioli. Interação e Imersão de Realidade Aumentada: Estudo de caso aplicado a jogos de mesa. 2012. 118 f. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012.

FURMANSKI, Chris, AZUMA, Ronald, DAILY, Mike. *Augmented reality visualizations guided by cognition: Perceptual heuristics for combining visible and obscured information*. Proc. IEEE and ACM Int'l Symp. On Mixed and Augmented Reality (ISMAR, 2002) (Darmstadt, Alemanha, Outubro, 2002). Pp. 215-224.

GONÇALVES, Maylson Lívio dos S, RIBEIRO FILHO, Manoel, AGUIAR, Leonardo Santos de. Um *framework* para desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada de alto nível para Web. 2014. 4f. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

GOMES, F.D, CAGNIN, M.I, MALDONADO, J, C. Esboço de um processo ágil de Desenvolvimento baseado em *framework*. XXXII Conferência Latino-Americana de Informática, Chile, 2006.

HudWay. Site oficial do aplicativo Hudway. Disponível em <www.hudwayapp.com/>. Acesso em: 15 Jun. 2014.

KIRNER, Cláudio. Aplicações de realidade virtual e aumentada. 2009. 147 f. XI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Porto Alegre, 2009.

KIRNER, Cláudio. Abordagens Práticas de Realidade Virtual e Aumentada. 2009. 146f. XI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Porto Alegre, 2009.

KIRNER, Cláudio. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. 2006. 422.f. VIII *Symposium on Virtual Reality*, Belém, 2006.

KIRNER. Cláudio. Prototipagem Rápida de aplicações interativas de Realidade Aumentada. 2011. 22 f. Porto Alegre, 2011.

KIRNER, Cláudio. *Using Augmented Reality to support the understanding of three-dimensional concepts by blind people*. Federal University of Itajuba/Adventist University of São Paulo/ State University of Campinas, BRAZIL – ICDVRAT, 2010.

KORAH, Thommen, WITHER, Jason, YUN-TA, Tsai, AZUMA, Ronald. *Mobile augmented reality at the Hollywood walk of fame*. Proc. Of IEEE *Virtual Reality 2011* (Cingapura, 19-23 Março, 2011). Pp. 183-186.

WHITER, Jason. WHITE, Sean. AZUMA, Ronald. *Comparing Spatial Understanding Between Touch-Based and AR-Style interaction. Proc. IEEE Int'l Symp on Mixed and Augmented Reality (ISMAR, 2011)* (Basel, Switzerland, 26-29 Outubro 2011), pp. 273-274

WITHER, Jason, YUN-TA, Tsai, AZUMA, Ronald. *Indirect Augmented Reality. Computer & Graphics*, vol 35, #4 (Agosto, 2011). *Special issue on Mobile Augmented Reality*. PP. 810-822.

Loosea, J.; Grasset, R.; Seichter, H.; Lamb, P. Osgart toolkit for opens-cenegraph. Disponível em: <http://www.artoolworks.com/community/osgart>. Acesso em: 30 mar. 2011.

MALHEIROS, Thiago, REIS, Leandro, CARVALHO, John E.R de. A utilização de realidade aumentada em jogos de cartas colecionáveis. 2012. 4.f. SBGames, Brasília, 2012.

MALKAWI A. M., and Srinivasan R. S., A new paradigm for Human-Building Interaction: the use of CFD and Augmented Reality, *Automation in Construction* Volume 14, Issue 1, January 2005, Pages 71-84.

NETTO, Antonio Valerio, MACHADO, Liliane dos Santos, OLIVEIRA, Maria Cristina Ferreira de. *Realidade Virtual – Definições, Dispositivos e Aplicações*. 2012. 33.f. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PALHARES, Gessica. *Realidade Virtual: Conceitos, Evolução, Dispositivos e Aplicações*. Interfaces Científicas. Aracaju, 2013.

OLIVEIRA, Rogério Coimbra de. *Dispositivos móveis portáteis: Tecnologias envolvidas no desenvolvimento de aplicativos para smartphones*. 2011. 90f. Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2011.

SILVEIRA, André Luis Marques da, BIAZUS, Maria Cristina Villanova. *A Realidade aumentada em Museologia*. 2011. 18 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SINCLAIR, P. A., Martinez, K., Millard, D. E., and Weal, M. J. 2003. Aug-mented reality as an interface to adaptive hypermedia systems. *Hypermedia* 9, 1 (Jan. 2003), 117-136.

LIMA, João Paulo Silva do Monte. *Um framework de realidade aumentada para o desenvolvimento de aplicações portáteis para a plataforma Pocket PC*. 2007. 49 f. Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2007.

OLIVEIRA, Mônica Rocha Ferreira de. *Adequação de um framework para suportar realidade virtual em dispositivos móveis*. 2011. 109 f. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

OLIVEIRA, Fábio Henrique Monteiro. *Uso de Interfaces naturais na modelagem de objetos virtuais*. 2013. 100f. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

Realidade Aumentada. Site especializado em realidade aumentada. Disponível em <realidadeaumentadapt.blogspot.com.br/>. Acesso em: 15 Jun. 2014.

REY, Guilherme Policio, MIYAKAZI, Aline Kimy, MARENGONI, Mauricio. Realidade aumentada aplicada a jogos de RPG de mesa. 2011. 4.f. Salvador, 2011.

ROMÃO, Viviane Pellizzon Agudo. Realidade aumentada: Conceitos e aplicações no design. 2013. 34f. Universidade do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, 2013.

ROCHA, Mônica, CARDOSO, Alexandre. Adequação de um *framework* para suportar Realidade Virtual em dispositivos móveis. Uberlândia, 2011.

Vuforia. Site oficial da ferramenta Vuforia. Disponível em <<http://www.qualcomm.com/solutions/augmented-reality>>. Acesso em: 25 Mai. 2014.

Knoerlein, B., Székely, G., and Harders, M. 2007. Visuo-haptic collaborative augmented reality ping-pong. In Proceedings of the international Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (Salzburg, Austria, June 13 - 15, 2007). ACE '07, vol. 203. ACM, New York, NY, 91-94.

EUGÊNIA, Viviane. Requisitos, Qualidade de Produtos de Software e Instruções Normativas. Recife. 2011.

ROBERTO, Paulo. Levantamento de Métricas de Avaliação de Projetos de Software livre. São Paulo. 2008

MENDES, Ítalo. RODRIGUES, Selan. Métricas para avaliação de Motores de Jogos Tridimensionais. Rio Grande do Norte. 2009.

TONINI, Antônio Carlos. Métricas de Software. São Paulo. 2004

MENEGHETTI, Luciano. Métricas objetivas para consistência de interface: Explorando a relação entre interação humano-computador e engenharia de software. São Paulo. 1998.

Frameworks open source de desenvolvimento em Realidade Aumentada para dispositivos móveis

Ruano Marques Pereira¹, Leila Laís Gonçalves¹

¹Departamento de Ciência da Computação
Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
Criciúma - SC - Brasil

ruanopereira@hotmail.com
llg@unesc.net

Abstract. *This research aims to conduct tests and develop an augmented reality application for mobile devices using three different frameworks, with the proposal to define the advantages and disadvantages of each other and a better use for each. Initially was conducted a literature review of principal concepts. Based on the theoretical study that was performed tests on every frameworks with models made conducted as an example for the user to define the project's viability and to confirm the compatibility with the hardware used. After this process, was initiated the process of creating augmented reality applications in the three frameworks, ARToolKit; Amire; Vuforia and then the analysis thereof. From the testing and project development it can be concluded that augmented reality can unite the positive characteristics of virtual reality, with a close interaction to a real interaction taking place naturally. The tests also showed the effectiveness of each framework for each specific area of knowledge, and that augmented reality can be the future regarding various areas, mainly the entertainment.*

Resumo. *Esta pesquisa tem como finalidade realizar testes e desenvolver uma aplicação de realidade aumentada para dispositivos móveis utilizando três frameworks diferentes, com a proposta de definir as vantagens e desvantagens de cada um e apontar um melhor uso para cada uma delas. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico dos principais conceitos. A partir do estudo teórico foi realizado testes em cada frameworks com modelos feitos como exemplo para o usuário para definir a viabilidade do projeto e para confirmar a compatibilidade com o hardware utilizado. Após este processo, iniciou-se o processo de criação de aplicações de realidade aumentada nos três frameworks, ArToolKit; AMIRE; Vuforia e em seguida a análise dos mesmos. A partir dos testes e do desenvolvimento do projeto pode-se concluir que a realidade aumentada consegue unir as características positivas da realidade virtual, com uma interação próxima a uma interação real, sendo feita de maneira natural. Os testes também mostraram a eficiência de cada framework para cada área específica do conhecimento, e que a realidade aumentada é o futuro com relação a diversas áreas, principalmente do entretenimento.*

1. Introdução

Com o avanço da tecnologia ao longo dos anos, conseguimos gerar um novo universo, onde o real e o virtual se misturam e abrem um novo mundo de possibilidades, tanto para os desenvolvedores, quanto para os usuários. Esse novo mundo tornou-se possível a partir de uma máquina de proporções colossais, se comparado aos dias atuais e, hoje em dia, por meio

de um simples óculos, conseguimos visualizar e interagir entre esse mundo real e virtual e com isso, novas tecnologias e novas possibilidades foram sendo desenvolvidas.

Entre a realidade virtual até a hiper-realidade surgiu esse novo meio de misturar o real com o virtual, chamado realidade aumentada. A realidade aumentada se trata de um novo jeito de interagir com o mundo ao redor do usuário. Por meio de uma câmera, seja de um dispositivo móvel, um computador ou até de um console de mesa, consegue-se criar objetos virtuais tridimensionais, através de um marcador que é desenvolvido no computador através de uma ferramenta de criação.

A tecnologia de realidade aumentada é uma área que está em constante desenvolvimento e evolução. É algo que pode ser utilizada em diversas áreas do conhecimento, desde a medicina até a área de jogos e de marketing. E por ser uma tecnologia bem acessível e por misturar o ambiente real com o virtual de forma excepcional que a realidade aumentada vem chamando bastante a atenção de todos os aficionados por tecnologia.

Desse modo, esse Trabalho de Conclusão de Curso busca realizar uma análise comparativa entre três *frameworks open source* de realidade aumentada, em relação a determinadas características, sendo elas técnicas, tecnológicas, de desenvolvimento, de *performance*, etc, e relatando quais as vantagens e quais são as desvantagens de cada plataforma.

2. Realidade Aumentada

De acordo com Lanier (1994), cientista da computação, músico e um dos primeiros a pesquisar o assunto, realidade virtual é “Diferenciar simulações tradicionais feitas por um computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado.” A realidade virtual trata-se de um ambiente virtual que constitui de uma interface avançada entre o usuário e um sistema computacional. Outros autores (BURDEA, 1994; JACOBSON, 1991; KRUEGER, 1991), afirmam que realidade virtual é uma técnica avançada de interface que permite ao usuário realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multi-sensoriais.

Diane Ackerman afirma em seu livro *A Natural History of the Senses*, que 70% dos receptores do sentido humano encontram-se nos olhos, tornando-os os grandes “monopolistas dos sentidos” (JACOBSON, 1994). A maioria das informações recebidas pelo ser humano tem a forma de imagens visuais, as quais são interpretadas por um computador extremamente eficiente, o cérebro. Os computadores digitais, por sua vez, interpretam informações fornecidas por algum dispositivo de entrada de dados, como um teclado, por exemplo. Atualmente, a realidade virtual permite que computadores e mentes humanas atuem de forma cada vez mais integrada (MACHADO, 1995).

Diante dessas informações, podemos averiguar que o objetivo da realidade virtual é criar um ambiente que consiga chegar o mais próximo da realidade para um usuário, através de dispositivos que possuam a capacidade de realizar essa tarefa e transmitir essa experiência ao indivíduo, como luvas ou óculos digitais.

A realidade virtual é uma interface utilizada pelo usuário para visualizar e interagir com um ambiente tridimensional, em tempo real, utilizando um computador. A experiência pode ainda envolver outros sentidos, como tato e audição. Já a realidade aumentada, é caracterizada como a inserção de objetos virtuais, gerador por um computador, no ambiente real do usuário, que pode ser captado por uma *webcam* (figura 1). O usuário

também pode visualizar e interagir com esses objetos virtuais em tempo real. Assim o ambiente real é enriquecido com imagens, sons e animações.

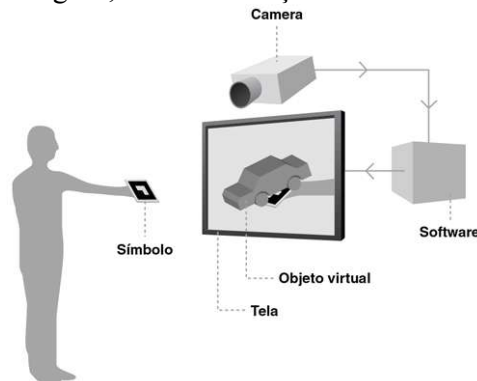


Figura 2 - Interação Humano - Realidade Aumentada

O primeiro registro de um dispositivo que possuísse a capacidade de realizar a tarefa de realidade aumentada se tem no ano de 1968. Criado pelo pesquisador *Ivan Sutherland*, foi desenvolvido uma espécie de capacete que possuía essa capacidade de realizar tal função. O capacete tinha como nome “*Head-Mounted Display*” (figura 2).



Figura 3 - Head Mounted Display

Realidade Aumentada é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais (KIRNER, 2008, tradução nossa).

Sendo assim, a realidade aumentada tem como principal fator a criação de algo que dependerá unicamente do usuário, que terá a capacidade de pertencer ao ambiente físico tendo a perspectiva 3D (Três Dimensões) como principal característica sendo que o mesmo é feito em um computador, através de *frameworks* de criação e desenvolvimento. Basicamente a realidade aumentada é um ambiente tridimensional, interativo e gerado por um computador no qual a pessoa é imersa (AUKSTAKALNIS; BLATNER, 1992), sendo uma

melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador (INSLEY, 2003).

O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar essa interação como uma de suas realidades temporais. Para isso, essa interação é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudem na aplicação do sentimento de presença do usuário (KIRNER, 2004).

3. ArToolKit

O *ARToolKit* é uma biblioteca de *software* que tem a finalidade de realizar o desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada. Disponível gratuitamente no *site* do laboratório *HITL* da Universidade de Washington, o *ARToolKit* emprega métodos de visão computacional para detectar marcadores na imagem capturada por uma câmera. O rastreamento óptico do marcador permite o ajuste de posição e orientação para realizar a renderização do objeto virtual, de modo que esse objeto pareça estar “atrelado” ao marcador (KIRNER, 2014).

Uma das principais dificuldades no desenvolvimento de aplicações em realidade aumentada é o problema de rastreamento do ponto de vista dos usuários. A fim de saber a partir de que ponto de vista realizar um desenho da imagem virtual, a aplicação precisa saber onde o usuário está olhando no mundo real (“Site do *ARToolKit*”, tradução nossa). Visando resolver essa questão, o *ARToolKit* utiliza algoritmos de visão computacional para resolver este problema. As bibliotecas de rastreamento de vídeo do *ARToolKit* calculam a posição real da câmera e a orientação em relação aos marcadores físicos em tempo real. Isto permite um desenvolvimento mais prático e viável de uma ampla gama de aplicações de realidade aumentada (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O *ArToolKit* foi originalmente desenvolvido pelo Dr. Hirokazu Kato, e seu desenvolvimento contínuo está sendo apoiado pela *Human Interface Technology Laboratory (HIT Lab.)*, pertencente a Universidade de Washington, no *HIT Lab NZ* da Universidade de *Canterbury*, localizado na Nova Zelândia e no *ARToolWorks, Inc*, em *Seattle*.

4. AMIRE

Desenvolvido na União Europeia, o *framework* AMIRE fornece um sistema de autoria gráfica para a realização de desenvolvimentos em realidade aumentada, ou com o propósito de realizar aplicações de realidade mista (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa). Designers gráficos podem criar e realizar testes em realidade aumentada em tempo real, pois as mudanças são imediatamente ativadas (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O *framework* AMIRE é um ambiente de programação baseado na linguagem C++ que foi concebido para realizar a tarefa de criação de aplicações de realidade aumentada (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O AMIRE é um ambiente de programação visual que permite que o desenvolvedor consiga realizar um trabalho de realidade aumentada, sem a necessidade de um ciclo de código -compilação - teste (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa). Uma vez que a cena de realidade aumentada foi criada, testada e salva como um arquivo *XML*, o mesmo pode ser ativado sem o sistema *AMIRE* (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa). Ou seja, a aplicação de realidade aumentada é ativada a partir do arquivo *XML*, independente do uso do *framework*.

5. Vuforia

O *Vuforia* é um *framework open-source* de realidade aumentada desenvolvida pela *Qualcomm Technologies*, uma empresa norte-americana fundada em 1985. Essa mesma empresa desenvolve produtos de *hardware*, principalmente em tecnologias de telecomunicação sem fio, tendo o processador *SnapDragon* como seu produto mais reconhecido e utilizado em vários aparelhos *móviles* na atualidade (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

Desenvolvido pensando exclusivamente nas plataformas móveis, o *Vuforia* permite a criação de aplicações de realidade aumentada utilizando uma tecnologia de visão computacional para reconhecer e rastrear imagens planares e objetos 3D simples em tempo real (SITE DO FABRICANTE, tradução nossa).

O maior diferencial do *Vuforia* é a capacidade de utilizar a ferramenta de desenvolvimento de jogos eletrônicos *Unity*, que já é muito conhecida pelos profissionais da área, como uma extensão. A *Unity* possibilita que o desenvolvedor crie toda a modelagem da aplicação de realidade aumentada. Por ser uma ferramenta completa se tratando de modelagem de objetos, pelo fato de ser um *software* que tem a finalidade de desenvolver jogos digitais, ele possibilita ao desenvolvedor uma gama de ferramentas que tornará a criação menos complexa. A *Unity* é uma ferramenta gratuita, bem como o próprio *Vuforia*, o que faz com que esse kit de desenvolvimento em RA seja acessível a todos. A *Unity* possui uma grande quantidade de ferramentas e é muito fácil de trabalhar com ela, pois além de ser visual (não apenas baseada em código como a *Irrlicht*, por exemplo) a interface é bastante amigável. Ela possui uma ferramenta de *scripts* baseada no Mono (ferramenta para desenvolver e executar aplicações .NET em diferentes plataformas), possibilitando a programação em C#, *UnityScript* e *Bool* (Disponível em Daniel Cardozo. <http://www.danielcardozo.com.br> <Acesso em 15 de Março, 2015>). Além disso, a *Unity* ainda oportuniza o desenvolvimento de *Shaders*, através da linguagem *Shaderlab*, Cg da NVidia, GLSL para o *OpenGL* e trabalha também como *Shader Mode*. O subsistema de simulação física é o *PhysX*, também da NVidia. Ela usa também bibliotecas *Direct X*, *OpenGL* para renderização 3D e *OpenAL* para áudio (Disponível em Daniel Cardozo. <http://www.danielcardozo.com.br> <Acesso em 15 de Março, 2015>). Essa plataforma ainda conta com reconhecimento de texto muito bem aperfeiçoado e com um rastreamento para uma maior variedade de imagens (Disponível em Daniel Cardozo. <http://www.danielcardozo.com.br> <Acesso em 15 de Março, 2015>).

6. Tabela Comparativa

Essa tabela foi criada com base em todo o estudo minucioso em relação aos *frameworks* de desenvolvimento em RA e após a implementação do projeto e a utilização dos mesmos após vários testes, não só com os modelos desenvolvidos pelo desenvolvedor, quanto com projetos desenvolvidos pelos desenvolvedores das comunidades relacionadas a cada *framework*. Esta tabela foi desenvolvida para servir como uma referência para determinar qual *framework* é melhor em relação ao outro em um determinado critério.

Legenda (RIBEIRO; SANTOS, 2009):

- # - Inexistente: Recurso não existente
- 1 - Básico: Possui o básico para se desenvolver
- 2 - Recomendado: Possui o recomendado para uma boa aplicação
- 3 - Avançado: Possui recursos a mais em relação as outras

Critérios	ArToolKit	AMIRE	Vuforia
Tecnológico	2	3	3
Desempenho	3	2	3
Eficiência	2	2	3
Interface	#	3	#
Gráficas	1	2	3
Interatividade	3	3	3
Usabilidade	2	1	3
Linguagens Suportadas	3	#	3

Tabela 1

7. Conclusão

A realidade aumentada é uma tecnologia definida por conceitos não atuais, mas que passou a ser estudado e aperfeiçoado recentemente pelo fato que os *hardwares* atuais são poderosos o suficiente para realizar a proposta que a RA tem. Essa tecnologia é capaz de realizar uma interação com o ambiente diferente de tudo que já foi desenvolvido desde então. Além disso, é o tipo de tecnologia acessível a todos, pois exige apenas uma aplicação e uma câmera, item existente em qualquer dispositivo *mobile*.

É uma tecnologia de muita importância e de muito valor, que abre um extenso campo de idéias e oportunidades, em diferentes áreas do conhecimento como *marketing*, engenharia, *design*, medicina entre outras. Cada um pode usufruir da RA do jeito que for necessário.

Este trabalho teve como proposta estudar, realizar testes e desenvolver em RA em diferentes plataformas, com a finalidade de definir qual ferramenta seria mais útil para determinada situação. Nos estudos realizados durante este trabalho, informações acerca de desenvolvimento se mostraram escassas, independente do idioma. Em português, informações com relação a diversas áreas da RA não foram encontradas, ou foram mencionadas de forma superficial. O que mais atribui a isso é o fato de ser uma tecnologia muito recente e que necessita de anos de estudo para ser trabalhada, desenvolvida e melhorada para que o grande público tenha acesso a RA. Este trabalho reuniu todas as informações possíveis para realizar testes e o desenvolvimento, que foi a proposta do mesmo e, após todo o estudo e desenvolvimento mostrou êxito nos resultados. Mesmo não conseguindo resultados para dispositivos móveis no *framework AMIRE*, os estudos acerca dele contribuíram positivamente pois ele se mostrou uma ferramenta de grande valia para desenvolvimentos de RA para computadores.

Este trabalho abordou não só a RA, como a RV em teoria, abordando e organizando idéias dos principais nomes da área, que contribuíram ou contribuem para essa tecnologia. Este estudo foi fundamental para o êxito no desenvolvimento da RA. É necessário compreender tudo que a tecnologia tem a oferecer para se desenvolver boas aplicações, independente da plataforma a ser utilizada. Mesmo não sendo uma tecnologia com base em linhas e códigos de programação, algo que não é usual na área da tecnologia em termos de desenvolvimento de aplicações, é uma área com extrema complexidade, que exige que o desenvolvedor tanto quanto outro tipo de implementação. As ferramentas de criação de RA são complexas e exigem muito do desenvolvedor e da máquina. Este trabalho contribuiu para a compreensão de RA e de RV, assim como os processos de desenvolvimento e seus percalços. Também contribuiu para o estudo e compreensão do *framework ArToolKit*, *AMIRE* e *Vuforia*, e também das ferramentas de desenvolvimento em modelagem e criação em *3D Unity* e *3DS Max*. Foi definido as características de cada *framework* como desenvolvedor, de

forma igual para que nenhuma ferramenta tenha destaque em relação à outra, já que cada uma tem a função e importância.

Este trabalho possui muitos campos a serem estudados. A RA é uma tecnologia que depende exclusivamente da imaginação do desenvolvedor. Um bom estudo em relação a tudo citado neste trabalho e uma boa idéia são os dois pontos necessários para a criação de algo novo. A RA é uma tecnologia muito nova e existe muito a ser criado e desenvolvido. Tanto a RA quanto a RV, nesse momento, estão em alta. Existem tecnologias sendo desenvolvidas e aprimoradas como o *Oculus Rift* e o *Project Morpheus* que utilizam a RV e a RA e muitos especialistas apontam como o futuro dos *games* e de ICH. Várias áreas do conhecimento podem usufruir da RV e da RA para várias situações, mencionadas ou não neste trabalho. Com mais tempo, este trabalho haveria abordado sobre desenvolvimento de aplicações dinâmicas para RA. Porém são aplicações que demandam muito tempo e conhecimento em relação às ferramentas de desenvolvimento. Além de necessitar de um *hardware* mais poderoso porque o *3DS Max* exige muito do *hardware* utilizado.

Realidade aumentada e realidade virtual podem ser o início de uma nova mudança entre interação humano-computador, e estamos presenciando essa mudança atualmente. São duas tecnologias que apareciam em filmes ou citadas em livros de ficção científica que sempre chamaram a atenção de todos e agora é disponível para qualquer usuário com a vontade de se aventurar no que elas tem a oferecer. Este trabalho mostrou que é viável, mesmo com um *hardware* modesto, e que depende apenas de imaginação e empenho, para fazer com que um novo mundo apareça diante dos olhos do usuário.

Referências

- AZUMA, Ronald. *Special Section on Mobile Augmented Reality*. USA. 2011
- AZUMA, Ronald, BILLINGHURST, Mark, KLINKER, Gudrun. *Special Section on Mobile Augmented Reality*. Computer & Graphics, vol. 35, #4 (Agosto, 2011). *Special issue on mobile Augmented Reality*. Pp. VII.VIII.
- FAYAD, M. E, SCHMIDT, D.C *Object-oriented Application frameworks*. *Communications of the ACM*, Vol. 40, 10p. 1997.
- KIRNER, Cláudio. Aplicações de realidade virtual e aumentada. 2009. 147 f. XI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Porto Alegre, 2009.
- WITHER, Jason, YUN-TA, Tsai, AZUMA, Ronald. *Indirect Augmented Reality*. *Computer & Graphics*, vol 35, #4 (Agosto, 2011). *Special issue on Mobile Augmented Reality*. PP. 810-822.
- AZUMA, Ronald, NEELY, Howard III, DAILY, Mike, LEONARD, Jon. *Performance Analysis of an Outdoor Augmented Reality Tracking System that relies upon a few mobile beacons*. Proc. IEEE and Acm Int'l Symp. *On mixed and augmented reality* (ISMAR, 2006) (Santa Barbara, California, 22-25, Outubro, 2006). Pp. 101-104.