

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

LUIZ GUSTAVO DAMIANI

IMERSÃO E INTERAÇÃO DE OBJETOS EM AMBIENTE VIRTUAL COM

REALIDADE MISTA

**CRICIÚMA
2013**

LUIZ GUSTAVO DAMIANI

**IMERSÃO E INTERAÇÃO DE OBJETOS EM AMBIENTE VIRTUAL COM
REALIDADE MISTA**

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

Orientadora: MSc. Leila Laís Gonçalves

**CRICIÚMA
2013**

LUIZ GUSTAVO DAMIANI

**IMERSÃO E INTERAÇÃO DE OBJETOS EM AMBIENTE VIRTUAL COM
REALIDADE MISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciências da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Realidade Virtual.

Criciúma, 25 de Junho de 2013.

BANCA EXAMINADORA



Prof. (a) MSc. Leila Laís Gonçalves - UNESC



Prof. (a) MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa - UNESC



Prof. MEng. Evânio Ramos Nicoleit - UNESC

Dedico este trabalho ao meu pai Luiz Genoir Damiani e a minha esposa Rosemary Landim Damiani.

AGRADECIMENTOS

A graduação sempre foi um sonho presente em meus ideais, porém durante esta jornada contei com a presença de pessoas que me ajudaram através de incentivo e palavras de confiança, que torceram e acreditaram em mim, meus agradecimentos são eternos a estes:

Meu pai, que sempre apoiou, ao meu amor, por acreditar em mim e sempre me incentivar e ajudar.

Aos meus professores e orientadora, pelos conhecimentos transmitidos.

E, a Deus, por me dar a oportunidade de viver esta experiência em minha vida.

Agradeço também a todos os amigos e colegas pela amizade e companheirismo.

Muito Obrigado a Todos Vocês.

“A realidade é meramente uma ilusão apesar de ser
uma ilusão muito persistente.”

Albert Einstein

RESUMO

Imersão e modelagem de objetos em ambiente de realidade aumentada, para usuários leigos na computação gráfica em estudo de caso na construção civil. A maioria dos clientes hoje da área imobiliária, tem dificuldades para visualizar as dimensões e mesmo possibilidades de modificações, que seus futuros imóveis têm, enquanto ainda em planta. A realidade mista hoje pode proporcionar inúmeras formas novas de interação e imersão a inúmeros fatores, inclusive para construção civil. Como visualizar um apartamento na planta ou por modelos 3D inertes pode dar a completa compreensão das possibilidades encontradas no imóvel pretendido, neles se tem uma ideia minimizada do que realmente pode-se fazer, pois são inúmeros projetos para se ter uma mínima ideia de onde por um eletro, móvel ou parede para remover. Desta forma, este projeto visa estender as novas opções em imersão e interação com o uso da realidade mista na construção civil, iniciando-se com uma explanação dos paradigmas envolvidos na interação humano computador, aprofundando-se nas realidades aumentada e mista, e um breve estudo sobre suas ferramentas e bibliotecas, finalizando assim com uma prototipação da proposta. A fundamentação empregada no estudo através de livros e artigos científicos de grandes pesquisadores da área da computação gráfica e realidade aumentada como Preece e suas fundamentações de IHC, Azuma pesquisador de realidade aumentada e Kirner pesquisador de realidade virtual. O presente projeto mostrou um grande aumento nas compreensões de imóveis além de melhor aceitação para a venda dos mesmos. Desta forma houve uma aceitação grande em ambas as partes para a utilização da realidade aumentada como novo método de imersão na área da construção civil.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Realidade Mista. Imersão. Interação. IHC.

ABSTRACT

Immersion and objects modeling, in augmented reality environment for lay users in computer graphics on a case study in construction. Most customers today's real estate, have difficulty viewing the same dimensions and possibilities of modifications that homeowners have their future, while still in plan. The mixed reality today can provide many new forms of interaction and immersion to numerous factors, including construction. How to view an apartment in the plant or inert 3D models can give a complete understanding of the possibilities found in the intended property in them is minimized has an idea of what really can be done, because there are numerous designs to get an idea where by an electro, mobile or wall to remove. Thus, this project aims to extend the new options in immersion and interaction with the use of mixed reality in construction, starting with an explanation of the paradigms involved in human computer interaction, deepening the augmented and mixed realities, and a brief study of its tools and libraries, thus finishing with a prototype of the proposal. The rationale used in the study through books and papers of major researchers in the field of computer graphics and augmented reality as Preece and their foundations HCI, Azuma researcher augmented reality and virtual reality researcher Kirner. This project showed a large increase in the understanding of real estate in addition to better acceptance for the sale of the same. Thus heard a great acceptance in both parties for the use of augmented reality as a new method of immersion in the construction area.

Keywords: *Augmented Reality. Mixed Reality. Immersion. Interaction. IHC.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Demonstração de Ambiente em Realidade Aumentada da Squartz	9
Figura 2-Relação entre Usuário, Interação Interface do Sistema	13
Figura 3-Hierarquia de Necessidades	15
Figura 4-Atividades de design com intervenção	20
Figura 5-Atividades básicas da PIU	21
Figura 6-Ilustração da Realidade Mista.....	23
Figura 7-Sistema de representação dos componentes da RV	25
Figura 8-Sistema de RA Ótico.....	28
Figura 9-Sistema de RA por Vídeo	28
Figura 10-Sistema de RA por Monitor	29
Figura 11-Diagrama do Funcionamento da ARToolKit.....	32
Figura 12-Relação entre Java 3D, Open Inventor e Papervision3D.....	35
Figura 13-Relacionamento entre as coordenadas do marcador e câmera.....	37
Figura 14-Representação do QR Code e Código de Barra.....	38
Figura 15-Marcador e Coordenadas	39
Figura 16-Funcionamento do Protótipo.....	45
Figura 17-Marcadores utilizados na prototipação	48
Figura 18-Modelo do trabalho desenvolvido, tubulação geral.	49
Figura 19-Captura do Marcador via webcam.....	49
Figura 20-Planta baixa gerada em sketchup.....	50
Figura 21-Demonstração Protótipo.....	51
Figura 22-Protótipo, em RA visualização geral Edifício e elétrico.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre as características Visuais, Físicas, Comportamentais, Comunicações e Interações de Interfaces Convencionais e com RV.....	26
Tabela 2 - Comparativo entre RV, RA e RM.....	31
Tabela 3 - Comparativo entre as bibliotecas de Realidade Aumentada	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ACM	Association Fo Computing Machinery
ASCII	American Standard Code for Information Intercharge
CAD	Computer Aided Design
CUI	Interface de Usuário Baseado em Caractere
GUI	Graphical User Interface
HTML	Hiper Text Markup Language
IHC	Interação Humano-Computador
NPDs	Nucleo Processamento de Dados
OpenGL	Open Graphics Library
PIU	Projeto de Interação com o Usuário
RA	Realidade Aumentada
RM	Realidade Mista
RV	Realidade Virtual
SIREM	Sistema Interativo de Realidade Mista
UI	User Interface
UX	User Esperience
VA	Virtualidade Aumentada
VRML	Virtual Reality Modelling Language
WEB3D	Consórcio internacional de padronização para imagens 3D na web
WIMP	Window, Icon, Menu, Pointing device
WUI	Web User Interface
X3D	Padrão aberto de exibição de imagens tridimensionais
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 OBJETIVO GERAL	7
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.3 JUSTIFICATIVA.....	8
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	10
2 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR: CONCEITOS E PROJETOS	11
2.1 INTERFACE, INTERAÇÃO E IHC.....	12
2.2 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	14
2.3 INTERFACE DE USUÁRIO E INTERAÇÃO	16
2.4 PROJETO DE INTERAÇÃO COM USUÁRIO.....	20
3 REALIDADE VIRTUAL, AUMENTADA E MISTA: CONCEITOS E PROJETOS	22
3.1 IMERSÃO.....	23
3.2 REALIDADE VIRTUAL	24
3.2 REALIDADE AUMENTADA	26
3.4 REALIDADE MISTA.....	30
3.5 COMPARATIVO RV, RA E RM.....	30
3.6 FERRAMENTAS GRÁFICAS	31
3.6.1 ARtoolkit.....	32
3.6.2 NyARtoolkit.....	33
3.6.3 FLARtoolkit	33
3.6.4 Java3D.....	34
3.6.5 Papervision3D	34
3.6.6 Blender3D	34
3.7 REGISTRO E POSICIONAMENTO DE OBJETOS EM RA E RM.....	36
3.7.1 Códigos Interativos	37
3.7.2 Marcadores	38
4 TRABALHOS CORRELATOS	40
4.1 ESTUDO E APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA.....	40
4.2 SPIRE WORLD	40
4.3 A UTILIZAÇÃO DA RA PARA VENDAS NO E-COMMERCE	41
4.4 IMERGINDO NA ARQUITETURA COM A REALIDADE AUMENTADA	41
5 SIREM – SISTEMA DE INTERAÇÃO COM REALIDADE MISTA	42
5.1 METODOLOGIA	42

5.1.1 Levantamento Bibliográfico.....	43
5.1.2 Interação Humana Computador e ux.....	43
5.1.3 Realidade Aumentada e Mista.....	43
5.1.4 Projeto de Interação do Usuário	44
5.1.5 Modelagem da PIU.....	45
5.1.6 Prototipação da SIREM.....	46
5.2 RESULTADOS OBTIDOS.....	50
6 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE A - ARTIGO.....	59

1 INTRODUÇÃO

As formas de representação e expressão da realidade e do imaginário têm sido potencializadas pelo avanço dos recursos computacionais e de tecnologias como a Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM). A aplicação desses recursos e tecnologias na criação de mundos tridimensionais simulados tem possibilitado que o usuário possa manipular e explorar ambientes reais virtualizados com a nítida impressão de estar dentro dele.

Os conceitos de RV, RA, RM e virtualidade aumentada são abordados por Tori, Kirner e Siscoutto (2006). Segundo os autores, a Realidade Virtual (*virtual reality*) é uma interface avançada para aplicações de computador na qual o usuário navega e interage, em tempo real utilizando dispositivos multissensoriais, em um ambiente tridimensional gerado computacionalmente. A Realidade Aumentada (*augmented reality*) é entendida como a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, sendo apresentada em tempo real ao usuário a partir de um dispositivo tecnológico, utilizando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais. O uso de representações de elementos reais no mundo virtual, usando a interface que permite ao usuário interagir com o ambiente virtual, é definido como Virtualidade Aumentada (*augmented virtuality*). Já a Realidade Misturada (*mixed reality*) é vista como a sobreposição de objetos virtuais gerados computacionalmente com o ambiente físico, apresentada em tempo real ao usuário, com o apoio de algum dispositivo tecnológico. A Realidade Misturada apresenta duas modalidades: Realidade Aumentada e Virtualidade Aumentada.

É crescente o número de pesquisas e aplicações desenvolvidas por cientistas, teóricos e engenheiros que buscam criar dispositivos e aplicativos que propiciam experiências imersivas e interativas. Estas soluções incluem:

- a) criação de ambientes virtuais com imagens tridimensionais simulando dimensões e aparência reais na perspectiva do usuário;
- b) possibilidade de interação acompanhando e reagindo aos movimentos e ações do usuário.

Os temas principais de pesquisa envolvem pacotes, utilitários e bibliotecas para RV/RA/RM, tecnologias avançadas de exibição, interação espacial, interfaces não convencionais, avatares e humanos virtuais, tecnologias 3D para Web, presença, imersão e interação em RV/RA/RM, impactos sociais, econômicos e/ou tecnológicos da RV/RA/RM, avaliação e estudos com usuários, aplicações com/em RV/RA/RM.

Interação Humano Computador é a área da Ciência da Computação que estuda a comunicação entre humano e computador. A IHC se preocupa “com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles” (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p.14).

Diante das possibilidades, neste trabalho foi identificada uma oportunidade de aplicação da Realidade Mista na área da Construção Civil buscando uma solução para a representação do esquema estrutural de um imóvel com características imersivas e interativas. Os meios mais utilizados por construtoras e imobiliárias para a apresentação do esquema estrutural de um imóvel são maquete, planta baixa ou folder. Estes recursos muitas vezes não conseguem transmitir dimensões reais, todos os elementos estruturais, a especificação de composição, posicionamento correto, entre outras informações. Estes dados são requeridos em caso de alterações internas no imóvel.

O uso de RM nesta solução visa possibilitar a criação do imóvel virtual considerando um conjunto de elementos estruturais que compõe este ambiente e a simulação de alterações neste espaço. E dessa forma, propiciar a imersão no ambiente virtual desenvolvido e interações nos objetos e espaços virtualizados.

1.1 OBJETIVO GERAL

Modelar e prototipar um ambiente virtual imersivo e interativo com uso de Realidade Mista aplicado em estudo de caso na Construção Civil.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) compreender a interação em interfaces computacionais a partir de princípios de Interação Humano-Computador (IHC);
- b) comparar características e aspectos funcionais de Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM);
- c) identificar técnicas de imersão e interação em ambientes virtuais e de Realidade Aumentada (RA);
- d) modelar um ambiente virtual imersivo e interativo em estudo de caso na Construção Civil;
- e) prototipar o ambiente virtual modelado com uso de Realidade Mista.

1.3 JUSTIFICATIVA

A busca por imersão (sensação de fazer parte de um mundo virtual) e interação, (possibilidades de visualização, comunicação e manipulação nestes espaços) tem contribuído para o desenvolvimento e pesquisa em ambientes virtuais nos quais os usuários visam ampliar seu sentimento de presença. Grande parte dos estudos envolvendo imersão e interação em ambientes virtuais é baseado na aplicação de tecnologias como Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM) juntamente com a área de Interação Humano Computador (IHC).

A Realidade Virtual gera ambientes tridimensionais totalmente criados por computador e propicia a imersão de seus usuários nestes mundos virtuais simulando diversas experiências sensoriais com ajuda de equipamentos e tecnologias. O principal foco da Realidade Aumentada é a interação nos ambientes virtuais a partir de objetos do mundo real. A junção da Realidade Virtual com a Realidade Aumentada dá origem à Realidade Mista que cria um ambiente que mistura em tempo real objetos físicos e virtuais reunindo ideias de virtualidade aumentada, RA e RV (KIRNER; SISCOUTTO, 2007).

A IHC tem o foco de desenvolvimento centrado no usuário e busca proporcionar experiências interativas eficientes, cujas características buscam facilidade de uso e o aprendizado na realização de tarefas. Novos paradigmas de interação surgem focando, cada vez mais, na tangibilidade, ou seja, na aproximação da experiência de uso virtual ao real.

O desenvolvimento de ambientes virtuais possibilita aos usuários interagirem de forma similar ao mundo real e até mesmo permitir tipos de interação que não são viáveis na realidade como, por exemplo, nas aplicações de simulação. Soluções envolvendo RV, RA ou RM introduzem uma interação homem-máquina mais natural, atrativa, envolvente além de propiciar ao usuário boa qualidade de imersão sendo utilizadas nas mais variadas áreas do conhecimento.

A inspiração principal para o desenvolvimento deste projeto foi o projeto da Squartz, onde além da ambientação tridimensional em realidade aumentada, ainda faz uma demonstração de cotas e mesmo em exposições externas possui animações de veículos e movimentação de pedestres para dar uma sensação de imersão ainda maior, como demonstrado na Figura 1, porém sua aplicação é privada, mesmo assim inúmeras pessoas leigas em realidade aumentada, mostraram-se muito interessadas pela praticidade, diversão e visualização instantânea da proposta.

Figura 1- Demonstração de Ambiente em Realidade Aumentada da Squartz.



Fonte: Squartz (2010).

A imersão é uma das características de envolvendo RV, RA ou RM relacionada ao envolvimento, sensação de estar dentro, proporcionada pelo ambiente virtual e apreendida por meio dos sentidos humanos (principalmente visão, tato e audição). A imersão possibilita ao usuário uma experiência de uso mais realista aumentando sua sensação de presença e participação.

Sendo assim, RM se mostra como solução adequada para criação, interação e imersão em projetos de ambientes virtuais interativos e imersivos. O uso de RM nesta pesquisa visa possibilitar a criação do imóvel virtual considerando um conjunto de elementos estruturais que compõe este ambiente e a simulação de alterações neste espaço. E dessa forma, propiciar a imersão no ambiente virtual desenvolvido e interações nos objetos e espaços virtualizados. Busca-se nesta solução, com a virtualização do imóvel, atender necessidades de representação dos espaços do imóvel considerando dimensões reais e elementos de composição da estrutura. Como também possibilitar simulação de alterações de posição e remoção de elementos estruturais.

A IHC norteia o desenvolvimento de projetos interativos buscando uma melhor experiência de uso e dá o suporte teórico e metodológico no tocante à interação e interface do usuário e sua mediação com os dispositivos.

Dessa forma, o presente estudo é relevante para empresas no ramo de construção civil, como imobiliárias, moveis planejadas, decorações entre outras, pois através do mesmo, estes poderão repassar aos seus clientes novas noções em termos de espaço, alterações, simulação de decoração entre outros. Contudo este estudo é relevante para o pesquisador, por ser uma área que aprecia muito Realidade Virtual, Aumentada e Mista, pela oportunidade de adquirir e ampliar conhecimentos, e mesmo torna-se de grande importância para a universidade, pois servirá como referência a futuros estudos do tema em questão.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está apresentado em seis capítulos, com intuito de facilitar a compreensão dos fatores abordados, dessa forma o primeiro capítulo é composto pela introdução, objetivo deste estudo e a justificativa do mesmo.

No segundo capítulo é apresentada uma visão sobre a Interação Humano-Computador, neste capítulo também é visto Experiência do Usuário, Interfaces e Interação abrangendo estilos e projetos.

No terceiro capítulo aborda os conceitos da Realidade Virtual, Aumentada e Mista, apresenta também uma visão geral das ferramentas gráficas tais como, por exemplo: ARtoolkit e NyARtoolkit entre outras. O quarto capítulo é dado pela apresentação de trabalhos correlatos, que fazem menção a Realidade Virtual, Aumentada e Mista.

No quinto capítulo é apresentado o trabalho proposto bem como sua metodologia, uma vez que a metodologia referencia-se aos meios utilizados para realizar um estudo ou pesquisa considerando assim as etapas que serão utilizadas para se obter tal objetivo. Neste capítulo também é apresentado os resultados, considerando o conhecimento e descobertas obtidos no estudo em questão.

2 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR: CONCEITOS E PROJETOS

Os processos e recursos que mediam a interação entre o ser humano e o computador, são estudados e descritos pela área da Ciência da Computação chamada de Interação Humano Computador (IHC). Autores como Guedes (2009), Pimentel (1995) e Preece (1994), e, entre outros, apresentam conceitos, histórico, experiência do usuário e aplicações de IHC que possibilitam uma visão panorâmica de sua atuação.

Beacker e Buxton (1987) conceituam IHC como um grupo de processos, ações ou mesmo diálogos no qual um usuário, neste caso específico humano, interage com um computador ou sistema computacional. Para Barbosa e Silva (2010), a Interação Humano Computador é descrita como o meio utilizado para estabelecer uma comunicação entre o usuário e o computador de forma a proporcionar respostas para qualquer ação desferida pelo o usuário.

Autores como Baranauskas e Rocha (2003), Hewett (1996) e Preece (1994) entendem como principais funções e preocupações de IHC são o projeto de interface e design, avaliação, implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e também os fenômenos nos quais as envolve.

A IHC aborda as tarefas executadas pelos seres humanos e pelas máquinas buscando estudar, melhorar e ampliar a comunicação entre eles, a capacidade humana de usar a máquina, algoritmos e programas da interface, conceitos de engenharia aplicados ao projeto, assim como o processo de implementação das interfaces (CARVALHO, 1994).

Desta forma, o que ocorre durante a comunicação do homem e o computador, é considerado IHC, independente da forma de interação e do ambiente que o cerca, enquanto que a interface seria o sistema do computador que mapeia as ações do usuário quando o mesmo efetua a solicitação de algum processamento ao sistema, então a interação envolve além da interface, também o ambiente físico onde o trabalho é realizado (GUEDES, 2009).

Como área multidisciplinar, a IHC não foca apenas no estudo da computação ou do ser humano, mas compreende também o envolvimento entre a ciência da computação, psicologia, sociologia, antropologia, além de outras. Estas áreas combinam suas habilidades para encontrar as melhores soluções para interações e interfaces com maior qualidade (GUEDES, 2009).

Segundo Kirner, Siscouto e Tori (2006), a interação do humano com o computador envolve muito além de um projeto de software visando à usabilidade, mas indo além, com a utilização de meios como a experiência do usuário para tornar esta interação

muito mais eficiente. A usabilidade é usada para medir desempenho e satisfação do usuário, com o objetivo de determinar o quanto um produto é usável dentro de um contexto particular (ISO 9241-11, 2002).

Aplicações com boa qualidade de uso propiciam maior facilidade na compreensão, utilização e operação do sistema possibilitando aos usuários atingirem suas metas com eficiência, eficácia e satisfação em um contexto de uso (PREECE, 1994).

2.1 INTERFACE, INTERAÇÃO E IHC

A área de IHC evoluiu juntamente com a tecnologia dos computadores e tanto seu conceito quanto a sua aplicação se confundem com os termos interface e interação. Os primórdios vêm de 1950, quando interação se restringia a uma interface de hardware para engenheiros com diversos botões de comunicação, presentes em praticamente todos os dispositivos eletrônicos atualmente (AMYRIS, 2007). O termo interface surgiu em 1880, porém apenas em 1960 este termo foi implementado para a computação, no entanto o mesmo foi absorvido e denominado como ponto de interação entre computador e alguma outra entidade, como pode ser visto em impressoras, scanners, ou até mesmo em monitores, devido ao novo foco computacional na década de 1970 onde se visava à interação com o usuário (PREECE, 1994).

Johnson (2001), afirma que até os anos 1970, não existia interfaces computacionais para usuários leigos tendo apenas interfaces programadas com linguagens tais como *Cobol* e *Fortran*. Nesta época havia apenas máquinas com teclados parecidos com os de máquinas de datilografia. Desta forma as únicas máquinas com terminais de vídeo eram conhecidas como console, porém pertenciam apenas aos Núcleos de Processamento de Dados (NPDs), que eram responsáveis pela programação do mesmo, o que limitava o seu o seu acesso aos seus operadores e programadores. Os terminais de linguagem de comando surgem entres décadas de 1970 a 1990.

Na década de 1980 são desenvolvidas primeiras interfaces gráficas de usuário também chamadas de *Graphical User Interface* (GUI), GUIs. Na década de 90 surgem as interfaces para empresas com redes distribuídas, mas foi por volta do ano 2000, que as interfaces tornaram-se onipresentes aparecendo em aparelhos moveis, com telas intuitivas e similares.

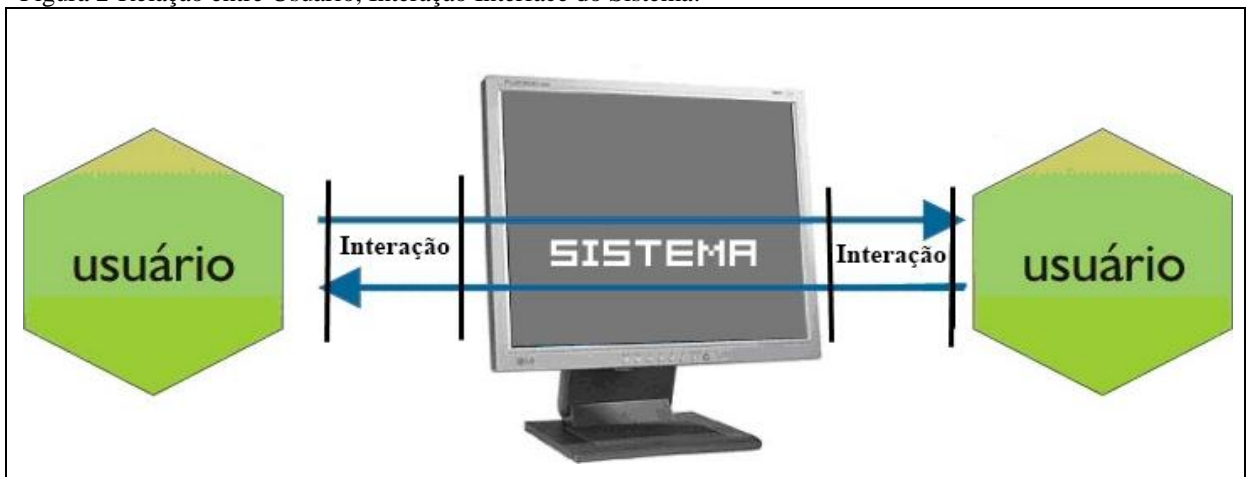
Com o avanço das interfaces, surge a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a comunicação entre humano e computador (BARANAUSKAS; ROCHA, 2003) dando

início à área de IHC ainda no ano de 1980. Estes estudos inicialmente focavam na interface, ou seja, buscavam compreender e melhor apresentar o meio em que a comunicação humano-computador acontece.

A evolução das interfaces e dos dispositivos com que o usuário passou a utilizar para manipular estes meios proporcionou o surgimento de paradigmas de interação (AMYRIS, 2007). Sendo assim, os estudos em IHC extrapolaram o meio de uso para atender também as formas de utilização.

Pode-se compreender a relação entre interface e interação como partes de um sistema interativo. Neste sentido, a interface é o meio que permite a comunicação entre sistema e usuário e a interação é a ação sobre este meio que é a interface como demonstrado na Figura 2 e abordado mais aprofundadamente em tópicos seguintes.

Figura 2-Relação entre Usuário, Interação Interface do Sistema.



Fonte: Do Autor.

Olher (2004) afirma que o crescimento contínuo em IHC tem proporcionado benefícios ao desenvolvimento de softwares, como o surgimento de novas abordagens para corresponder melhor às necessidades dos usuários e propiciar uma melhor experiência de uso. A evolução dos dispositivos e formas de interação tem propiciado interfaces cada vez mais interativas e com formas diversificadas.

2.2 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

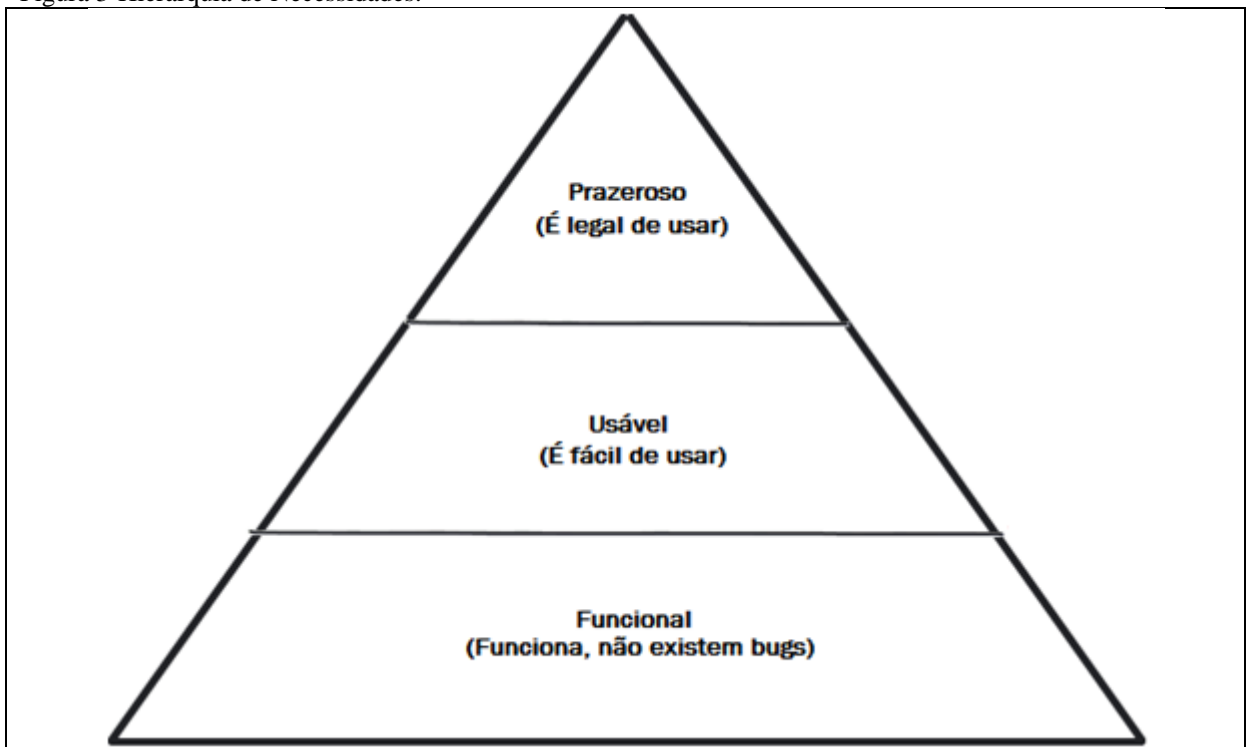
Experiência do Usuário (UX) consiste em tudo que se relaciona com as interações que o usuário tem com o sistema, interface, ou objeto de manipulação em questão, físico ou virtual. A UX é definida pelas percepções e respostas dos usuários, resultantes do uso e/ou antecipação do uso de um produto, sistema ou serviço (ABNT NBR ISO 9241-210, 2011).

A experiência de uma pessoa quando interage com um projeto específico está qualificada no sentimento do usuário quando utiliza um produto, sistema ou serviço e no prazer e satisfação suscitados no contato com este artefato (PREECE; ROGERS; SHARP, 2011). De acordo com os autores, não se projeta as experiências dos usuários propriamente, mas é possível criar condições para que elas sejam despertadas de forma. A qualidade da experiência do usuário pode determinar o uso ou desuso de produtos e serviços e se não for provida de uma maneira positiva, as pessoas certamente não os usarão mais (GARRETT, 2010).

“Experiência do Usuário é a qualidade da experiência de uma pessoa quando interage com um projeto específico. Isto pode variar de um artefato específico, como um copo, brinquedo ou web site, até experiências maiores integradas como um museu ou um aeroporto.” (UXNET, 2010).

UX está fundamentada no estudo dos fatores humanos no uso de tecnologia com uma abordagem diferente da usabilidade de inspetoria. A usabilidade refere-se ao conforto, eficiência e eficácia no uso de objetos e/ou interfaces. Já a UX abrange a análise da funcionalidade e facilidade para o usuário alcançar seus objetivos numa determinada interação. A diferença entre a usabilidade e a UX pode ser visualizada no sistema de hierarquia de Maslow (1997), como demonstrado na Figura 3.

Figura 3-Hierarquia de Necessidades.



Fonte: Maslow's (1997).

A pirâmide de hierarquia experiência de uso é dividida em três patamares. Na base têm-se a experiência de uso do nível “Funcional” no qual se entende que as aplicações funcionam de forma útil (trabalham como programadas) e confiável (sem erros de execução e sempre disponíveis). No patamar intermediário as aplicações atendem têm o nível “Usável”, onde as aplicações são classificadas como fáceis de usar. No topo está o nível “Prazeroso”, onde as aplicações são legais e agradáveis de usar podendo ser consideradas uma experiência que vale a pena compartilhar.

A Usabilidade corresponde ao nível “Usável” e tende a focar no uso sem dificuldades. Já a UX abrange, além do nível “Usável”, o nível “Prazeroso” buscando, além da facilidade, prazer e divertimento aos seus usuários na sua experiência de uso (MASLOW'S, 1997).

De acordo com a ISO 9241-210 (ISO, 2011), três fatores influenciam a experiência de uso: usuário, sistema e contexto de uso. O perfil do usuário e seu estado emocional (predisposições, expectativas, necessidades, motivação, humor, etc.) alteram e geram consequências no uso. O sistema reflete as características de projeto (por exemplo, complexidade, proposta, usabilidade, funcionalidade, etc.). O contexto ou ambiente de uso envolve cenário, as condições objetivas e situações subjetivas do uso da interface. O cenário é composto pelos dispositivos e tecnologias para interação e conectividade (computador,

celular, ambiente de uso e conexão de internet) e pelo próprio ambiente de interação, externo aos dispositivos, envolvendo o local físico (espaço organizacional/social, casa, trabalho, área rural ou urbana). As situações subjetivas envolvem circunstâncias e condições de uso: significado da atividade, voluntariedade, motivação do usuário no uso, etc.

Dois conceitos são importantes em UX (CAMPAS, 2011): tarefa e *affordance*. Tarefa pode ser definida como uma relação sequencial de ações que o usuário deve executar para completar uma operação, dentro de um ambiente interativo. *Affordance* refere-se ao atributo de um objeto que permite ao usuário compreender como utilizá-lo. Norman (1988) define *affordance* como “dar uma pista” e as classifica em dois tipos: *Affordances* reais e *Affordances* percebidas. As *Affordances* reais são pistas concretas de como usar um objeto ou interface e as *Affordances* percebidas são pistas abstratas de como utilizar as metáforas (imitações do real) e artefatos dentro das interfaces.

2.3 INTERFACE DE USUÁRIO E INTERAÇÃO

Interface de usuário (UI) pode ser definida como um meio de comunicação entre usuário e sistema computacional. Este meio é composto de um conjunto de elementos físicos (dispositivos de entrada e saída de dados) e elementos de comunicação (informação apresentada tanto para ou pelo usuário e os retornos sobre o comportamento do sistema e das ações do usuário). Dessa forma a UI pode ser vista como a associação de uma linguagem de entrada de dados do usuário e uma de saída de dados da máquina juntamente com um protocolo que define a interação (CHI, 1985 apud PREECE, 1994).

Esta definição não se aplica apenas a computadores, mas também para dispositivos móveis e demais tecnologias interativas, real ou virtual que proporcionam a interação entre homem e máquina (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Pode-se entender como função da interface, ser espaço e meio de comunicação que possibilita e estimula as interações do usuário com a aplicação atuando como um dispositivo de entrada e saída de dados para que o usuário realize as ações necessárias para execute suas tarefas. E, para cada uma das ações do usuário, há uma reação do sistema como resposta a ela (SOUZA, 1999).

A interação pode ser definida como “[...] a maneira com que o usuário se comunica com a aplicação, podendo esta comunicação ocorrer através de dispositivos ou de forma simbólica [...]” (KIRNER; SISCOOTTO, 2007, p.53). A interação é, assim, toda ação realizada por um usuário, em um sistema computacional, através de algum meio

intermediário, seja ele um componente físico síncrono como mouses e teclados, a interações assíncronas, como comandos de voz (PREECE, 2005).

Guedes (2009) e Leite (2008) citam uma linha evolucionária da interface de usuário mostrando como a inter-relação entre a evolução do dispositivo físico e das possibilidades de interação vem contribuindo para a melhoria da experiência de uso. No princípio as interações entre humanos e computadores eram exaustivas envolvendo ações tanto mentais quanto físicas. O desenvolvimento computacional vem permitindo ampliar a complexidade da interação, porém ao mesmo tempo em que buscar tornar mais agradável a forma de serem realizadas. A evolução desde os painéis eletrônicos, cartões perfurados, interfaces de comando, gráficas, Web é considerável e as tendências apontam para interfaces onde gestos realizam as ações, comando de voz, entre outras possibilidades. Os autores apontam essa evolução em sete níveis que refletem o desenvolvimento das interfaces: linha de comando, metáfora de conversação, pergunta e resposta, menu, formulário, WIMP e intuitiva.

As interações podem ser classificadas de acordo com a forma e os elementos disponíveis ao usuário para manipular e agir dentro da aplicação. Hutchins (1986) identifica dois tipos distintos de interação: manipulação direta que corresponde à interação diretamente nos objetos, e manipulação por linguagem de comando que utiliza comandos para realização de tarefas. De acordo com Winograd (1996), a interação ocorre pela manipulação, locomoção e conversação. Para Preece, Rogers e Sharp (2005) as interações são classificadas de acordo com o modelo que podem ser: baseados em atividades (instrução, conversação (diálogo), manipulação e navegação, exploração e pesquisa), baseados em objetos ou artefato (analogia com algo do mundo físico), e híbridos (adequados para aplicações e interações específicas).

A partir a concepção dos autores citados e encontradas na literatura, os principais estilos de interação apresentados são: Linguagem de Comandos, Perguntas e Respostas, Apresentação de Formulários, Seleção de Menus e Ícones, Linguagem Natural, Manipulação Direta, WIMP e Pós-WIMP.

A partir do estudo sobre interface e interação pode-se perceber que a evolução aconteceu de forma paralela e imbricada. De acordo ainda com os autores, pode-se dividir esta evolução em quatro gerações. Na primeira geração de interfaces a comunicação é puramente textual e realizada via comandos e respostas às perguntas geradas pelo sistema. Estas interfaces, conhecidas como Interface de Usuário Baseada em Caractere (CUI), eram baseadas em textos e caracteres alfanuméricos, fazendo uso da metáfora de uma máquina de escrever ou de um teletipo. Fazem parte deste grupo as interfaces de linha de comando, metáfora da conversação linguagem natural, perguntas e respostas.

A interface de linha de comando, presente nos primeiros computadores e na maioria dos primeiros sistemas operacionais, exigia a digitação dos comandos para especificar ações. Era trabalhosa e demandava memorização de comandos e funções. Uma simples ação de copia exigia uma grande combinação de teclas com um vocabulário e sintaxe próprios da linguagem de programação.

Nas interfaces, com a metáfora da conversação linguagem natural, perguntas e respostas cada solicitação feita pelo usuário correspondia a uma resposta imediata do computador. Ocorriam várias falhas nestes sistemas decorrentes da forma de construção das sentenças, da limitação da sintaxe dos comandos, da ambiguidade da linguagem coloquial, dentre outras.

A segunda geração de interfaces correspondem às interfaces com menus que são mais elaboradas apresentando uma lista de opções pra o usuário escolher podendo apontar, usar uma tecla de caractere ou teclas direcionais para navegar pelo menu. Na seleção de menus os conjuntos de opções oferecidos ao usuário estão à vista. Os menus possuem seleções simples, ou mesmo seletividade múltipla, com caixas de opções, onde as mesmas podem provocar mudanças de estado da aplicação. Sua maior vantagem consiste na não necessidade da lembrança da opção que se deseja, basta reconhecê-la. Sua organização é hierárquica com sequências de telas, menus rolantes e menus saltantes. Sua maior desvantagem esta no espaço que estes menus ocupam na tela.

Já as interfaces de formulário e preenchimento são menos elaboradas do que as interfaces de menus e contém um conjunto de espaços para serem preenchidos e servem para entrada de dados. Uma de suas vantagens é a facilidade no aprendizado, considerando que seus em campos esteja claro que tipo de informação necessitam, sua maior negatividade consiste na consistência dos dados.

As interfaces gráficas correspondem à terceira geração e são denominadas Interface de Usuário Gráfica (GUI) compostas de gráficos e desenhos, fazendo uso de metáforas de mesas de trabalho, documentos, botões, janelas, etc. São conhecidas como interfaces *Windows*, *icon*, *menu*, *pointing device* (WIMP) ou interface de manipulação direta. Estas interfaces são compostas por uma área gráfica *desktop* e por meio de um ponteiro, conhecido como mouse, pode-se acessar as diversas funcionalidades e aplicações dispostas pelo sistema. Nesta interface podem-se manipular diretamente os objetos e realizar ações sobre os ícones dispostos pela mesma. A interação WIMP diminui a distancia cognitiva que a entre a execução e a interação, focando-se na tarefa que se deve ser executada e não na

tecnologia. Seu maior problema consiste em aplicações complexas, devido ao grande número de recursos, acaba que os usuários gastam muito tempo manipulando a interface ao em vez da tarefa que deseja executar, outro ponto negativo, seria que as *Widgets* utilizadas na WIMP são bidimensionais.

As interfaces da quarta geração incluem as características da Web e dos dispositivos mais avançados. Na Web têm-se as *Web User Interface* (WUI) utilizadas por meio de navegadores. Outro formato de interface desta geração são as *Pen-based User Interface* (PUI) e Interfaces Intuitivas (*Perceptual*) compostas de um dispositivo de tela em formato de planilha ou bloco de anotações que recebe dados de uma caneta eletrônica ou dedo. A *Virtual Reality-based User Interface* (VRUI), também desta geração, é fundamentada no paradigma da realidade virtual.

Como exemplos de interfaces da quarta geração citam-se:

- a) Interfaces *Hands-Free* (sem as mãos), com tecnologias como reconhecimento de voz, Liveboards, Pads e Tabs utilizadas em conjunto permitem mobilidade, conexão e contínua interação com o computador;
- b) Interfaces Sensíveis a Objetos, com tecnologia como os sistemas *Radio-Frequency IDentification* (RFID);
- c) Interfaces multimodais e multimídia, que permitem aos utilizadores interagir com uma aplicação através de novos tipos de interfaces (ex: voz, gestos, etc.) e de diferentes modalidades sensoriais tais como visão, audição, tato, olfato e paladar.

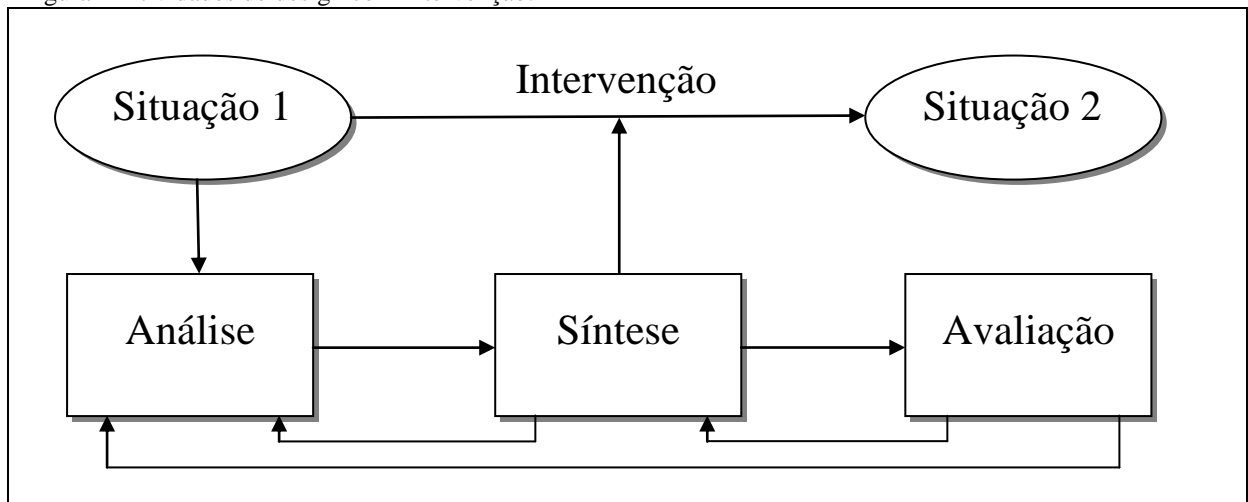
As interações Pós-WIMP agregam as possibilidades das interações WIMP e estendem sua abrangência com inovações no reconhecimento de gestos e voz, além de *Widgets* 3D e mesmo a realidade virtual. Desta forma supre as deficiências que a WIMP possuía com relação às possibilidades e dispositivos disponíveis aos usuários.

A partir da linha de evolução, é possível observar a busca por tangibilidade nas interfaces no intuito de melhorar a qualidade da utilização e da experiência de uso garantindo a satisfação do usuário. Os avanços na interação apontam para interpretação do significado e a interação da mensagem e do usuário com a manipulação do conhecimento e assim poder dar explicações sobre o usuário às tarefas que serem executadas. A principal tendência é o foco na atividade do usuário e cada vez menos na tecnologia em si.

2.4 PROJETO DE INTERAÇÃO COM USUÁRIO

Segundo Barbosa e Silva (2010), sistemas interativos são desenvolvidos, a partir de situações do mundo real e de intervenções do usuário, considerando um conjunto de processos (análise, síntese e avaliação) que pode ser denominado design como é apresentado na figura 4.

Figura 4-Atividades de design com intervenção.



Fonte: Barbosa e Silva (2010).

O desenvolvimento de um sistema interativo é apoiado por um Projeto de Interação com o Usuário (PIU). O PIU é uma atividade prática e criativa que tem por objetivo final o desenvolvimento de um projeto que, da forma mais simples possível, ajude os usuários a atingirem suas metas. Segundo Verplank (2003 apud REBELO, 2009) o projeto de interação abrange como o usuário executará uma tarefa, como ele se sente e como ele sabe fazê-la.

O conceito de projeto de interação com usuário surgiu da união de diversas áreas como design de interação, IHC, além de áreas voltadas a fatores humanos. PIU tem como principal objetivo projetar a troca de informação (reposta a estímulos) que garanta uma passagem segura e efetiva do diálogo. O projeto interativo deve prever detalhes quanto aos processos da comunicação tanto lógica quanto física, para suportar a diversas atividades do cotidiano, seja no lar, no trabalho ou em lugares de lazer (SAFFER, 2007).

O PIU envolve uma série de processos e instrumentos relacionados ao usuário que utilizará o sistema considerando não há um modelo correto, mas possibilidades que devem ser adequados à maioria dos usuários. Uma característica importante é o detalhamento das atividades executadas pelo usuário em uma aplicação (HUDSON, 2000).

Preece (2005) define as quatro atividades básicas dos projetos de interação, como apresentado na Figura 5.

Figura 5-Atividades básicas da PIU.



Fonte: Preece (2005).

A primeira etapa é a identificação das necessidades e o estabelecimento dos requisitos, corresponde à base de requisitos do produto ou software em questão, ele sustenta o desenvolvimento e o design do mesmo, já que sua principal função é conhecer o usuário alvo. Na segunda etapa tem-se o desenvolvimento dos projetos alternativos que vão de encontro aos requisitos, consiste na atividade principal de um projeto de interação. Nesta etapa o projeto conceitual do produto ganhara forma, juntamente com as descrições do que devera fazer, e assim se iniciara o projeto físico.

As versões interativas são construídas na etapa três de maneira que possam ser comunicadas e analisadas. São simulados os processos de interação, podendo se ter uma análise direta do usuário alvo, se o projeto esta atendendo suas necessidades, normalmente são criadas as versões prototipadas para mostrar aos usuários, porem podem-se utilizar protótipos em papel devido à rapidez no desenvolvimento.

Na etapa final é realizada a avaliação do que esta sendo construído e é medida sua aceitabilidade. Nesta etapa se determina a usabilidade e aceitabilidade do produto através de inúmeros critérios, como erros cometidos pelo usuário, à atratividade que o projeto trás ao usuário e mesmo o preenchimento dos requisitos, alem de passar por testes de qualidade para a certificação do produto final.

3 REALIDADE VIRTUAL, AUMENTADA E MISTA: CONCEITOS E PROJETOS

O desenvolvimento de interfaces tangíveis de usuário demanda tecnologias que simulem experiências reais. Neste contexto, aplica-se realidade virtual, aumentada e mista para simular situações reais acessíveis por meio de ambientes tridimensionais digitais que oferecem ao usuário uma experiência o mais próximo possível da realidade.

O objetivo deste capítulo é identificar conceitos, características, possibilidades de uso, ferramentas e dispositivos envolvidos na aplicação de RV, RA e RM. A partir deste levantamento de informações é apresentado um comparativo entre as tecnologias.

Cardoso e Lamounier (2004) apresentam a Realidade Virtual como um novo paradigma, onde o usuário não é visto mais em frente a um monitor e sim onde este se sentirá dentro da sua própria aplicação. A RV é uma tecnologia para interações avançadas entre o usuário e o sistema computacional, seu objetivo é recriar ao máximo a sensação da realidade virtualmente, e sua interação ocorre em tempo real (BOTELLA et al, 2007). Latta (1994) considera em seu conceito a característica da simulação no ambiente realístico criado. De acordo com Pimentel (1995) complementa afirmando que em uma aplicação de RV é possível ao usuário realizar a imersão, a navegação e a interação em um ambiente sintético de 3D, gerado por computador, utilizando-se de meios multissensoriais.

A Realidade Aumentada é uma área que desenvolve mundos, ambientes, objetos ou cenas virtuais, gerados computacionalmente, e os combina com o mundo real, de vivência do usuário, aumentando as informações contidas no universo real do mesmo (AZUMA, 1997, 2001). Ainda de acordo com o autor, a implementação do mundo real com objetos gerados por computador dá a impressão de coexistirem sendo que permite também ao usuário, perceber e executar interações em tempo real com estes objetos e imergir neste ambiente usando sentidos de visão, audição, tato e olfato.

Virtualidade Aumentada é a inserção de representações de elementos reais no mundo virtual, usando a interface que permite ao usuário interagir com o ambiente virtual (KIRNER; KIRNER, 2008).

A Realidade Mista é descrita por Providelo (2004) como algo que abrange tanto os conceitos de RV quanto de Virtualidade Aumentada. Como já citado, a RV consiste no enriquecimento da realidade com objetos virtuais através de aparatos que funcionam em tempo real. Já a virtualidade aumentada insere objetos reais em ambientes virtuais possibilitando sua interação. Sendo assim, a RM sobrepõe objetos virtuais e reais em tempo real, conforme apresenta a Figura 6.

Figura 6-Ilustração da Realidade Mista.



Fonte: Milgram (1994).

3.1 IMERSÃO

Imersão é um conceito chave em tecnologias como RV, RA e RM sendo amplamente difundido e definido por autores como Dansky (2006), Murray (2003), Sadowski e Stanney (2002), entre outros. Como conceito convergente, imersão está relacionada à sensação do usuário estar embutido em um dado ambiente virtual simulado, ou seja, sentimento de presença. De acordo com Mendonça e Mustaro (2011), a imersão está presente em jogos eletrônicos (*Kinect, Exergames*), em aplicações computacionais de RV, RA e RM, em filmes, ente outros.

Os elementos, características, métricas e classificação da imersão são discutidos, além dos autores já citados, também por Calleja (2007), Heeter (1992) e Taylor (2002). Como elementos complementares do contexto imersivo são citados: identidade/identificação, conforto, sentimento de presença e projeção/transe. As métricas de avaliação da imersão, comumente utilizadas são: narrativa, interatividade, componentes (gráfico, vídeo e áudio), técnicas de Inteligência Artificial, leis da Física e aspectos sociais.

Quanto à imersão, a Realidade Virtual pode ser classificada como imersiva e não imersiva. Na não imersiva não são requeridos recursos especializados podendo ser utilizados os dispositivos básicos de entrada e saída (monitor, teclado, mouse) para o usuário manipular o ambiente virtual. Já a imersiva exige uso de equipamentos específicos (capacetes, luvas,

sensores, etc.) para dar a sensação ao usuário de estar sendo circundado por objetos virtuais e que o ambiente precisa interagir com o utilizador.

Para aumentar a sensação de realidade com a imersão e melhores interações, algumas aplicações utilizam objetos e ambientes reais no mundo virtual, conhecido como virtualidade aumentada, já outros enriquecem o ambiente real com objetos virtuais, o que tende trazer o virtual para o real, conhecido como realidade aumentada (DUARTE, 2006).

3.2 REALIDADE VIRTUAL

A Realidade Virtual desencadeou uma grande mudança no desenvolvimento de interfaces propiciando novas e avançadas formas de interações mais inerentes aos seres humanos, permitindo assim que os usuários tenham uma interação mais intuitiva.

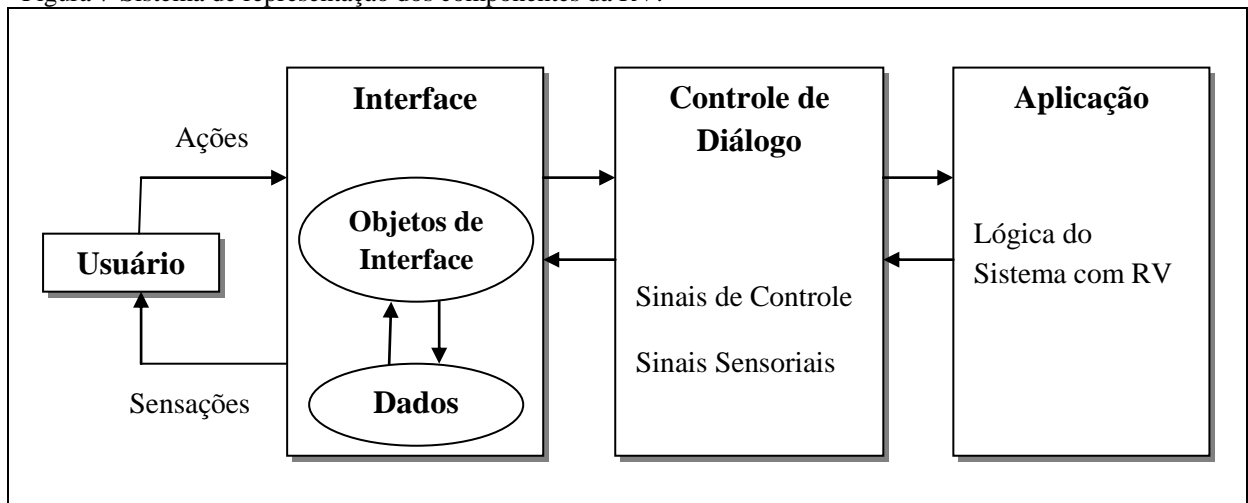
A Realidade Virtual segundo Kirner e Siscoutto (2007), teve origem na década de 60, através do desenvolvimento do SketchPad por Ivan Sutherland, porém ela só começou a ser mais abordada na década de 90, devido ao avanço tecnológico ocorrido neste período. Olher (2004), afirma que uma das primeiras aplicações foram os simuladores de voo da força aérea dos estados unidos após a segunda guerra mundial.

A realidade virtual pode ser dividida em dois tipos de variantes: morfológicas e fenomenológicas. A morfológica consiste em sistemas do tipo, *Windows on World Systems* (WoW) onde o ambiente virtual é visto através de uma janela, nela concentra-se todo o ambiente tridimensional e interações do usuário. Já no aspecto fenomenológico consiste em uma análise de ambientes com populações autônomas virtuais, que tendem a agir comportamentalmente como os humanos.

A RV visa à modelagem de ambientes virtuais tridimensionais, criando espaços que simulam mundos (reais ou não), onde reproduz o real no virtual. A RV, ainda proporciona que visitemos lugares diferentes criados pelo computador, além de poder visualizar objetos ou mesmo eventos que ainda não se manifestaram na realidade (DUARTE, 2006).

Os sistemas de RV podem ser compostos basicamente por quatro componentes (PINHO, 1997): usuário, interface, controle de diálogo e aplicação, conforme demonstra a Figura 7.

Figura 7-Sistema de representação dos componentes da RV.



Fonte: Tanriverdi (2001).

Conforme apresentado na Figura 7, os usuários ou mesmo outros sistemas, podem manipular e trocar informações com os sistemas de RV. Estas ações passam por uma interface que contém objetos e os dados, referentes à entrada do usuário, e transcorre através da área de controle de diálogo que é responsável pelas permissões de comunicação da interface com a aplicação.

Como características de RV Burdea (1994) e Pimentel (1995) citam a imersão, interação e imaginação. Bowman (2001), Stuart (1996) e Vince (1995) adicionam ainda às características o envolvimento, a navegação e a resposta ao usuário.

A imersão em RV, como já definida, proporciona ao usuário a sensação real de estar dentro do mundo virtual com a possibilidade manipular objetos deste ambiente com o uso de capacetes digitais, óculos estereoscópicos ou a caverna digital. Os pontos principais na imersão em RV é a profundidade das informações e a extensão delas.

Segundo Pimentel (1995), a interação em RV, para proporcionar a manipulação no ambiente virtual, ocorre por meio de comandos intuitivos com uso do mouse ou por outros aparelhos como a luva virtual, os óculos virtuais e interface de toque, monitor. Sendo conhecida como RV de Simulação. Outra forma de RV é a de Projeção. Nesta forma, apesar de sua forma de comunicação visual ser externa, ainda há uma interação por meio do mouse, a capacidade de detecção, entradas feitas pelo usuário, modificações ocasionais no ambiente virtual e as respostas às ações do usuário, realizadas pelo sistema em tempo real como a base conceitual da interação.

A Tabela 1 demonstra algumas diferenças entre as interfaces convencionais e com RV.

Tabela 1 - Comparação entre as características Visuais, Físicas, Comportamentais, Comunicações e Interações de Interfaces Convencionais e com RV.

Características	Interfaces Convencionais	Interfaces com RV
Visuais	Dispositivos e Objetos 2D	Dispositivos e Objetos 2D e 3D
Físicas	Objetos Virtuais	Objetos Virtuais e Físicos
Comportamentais	Objetos Passivos	Objetos Passivos e Ativos
Comunicações	Simple entre Objetos	Complexas entre Objetos
Interações	Explícitas	Explícitas e Implícitas

Fonte: Tanriverdi (2001).

A RV tem como objetivo principal, possibilitar ao usuário interagir em tempo real com o ambiente virtual de forma mais intuitiva que as interações em outros ambientes, com objetivos de aperfeiçoar o desenvolvimento das interfaces, tornando todas as suas interações mais naturais e de fácil aprendizado.

A imaginação, outra característica da RV, consiste em o usuário se adaptar ao mundo virtual apresentado. Já envolvimento é definido por Stuart (1996) e Vince (1995) como a motivação do usuário para realizar ações no ambiente virtual, navegação, e a habilidade de utilizar toda a totalidade do ambiente virtual. A característica de a resposta ao usuário, Bowman (2001) define como toda resposta dada pelo sistema a qualquer ação do usuário.

Segundo Pimentel (1995), a interação em RV, ocorre por meio de comandos intuitivos proporcionados por muitas vezes, o mouse, ou por outros aparelhos como a luva virtual, os óculos virtuais e ainda o próprio monitor, também conhecida como RV de Simulação. Outra forma de RV seria de Projeção, nela apesar de sua forma de comunicação visual ser externa ainda a uma interação por meio do mouse, neste caso não a uma imersão completa, porém a uma interação.

3.2 REALIDADE AUMENTADA

O avanço dos estudos em RV permitiu o aparecimento de um novo conceito, a Realidade Aumentada (RA), onde o ambiente real é aumentado com objetos virtuais, com a necessidade de alguns dispositivos tecnológicos, às vezes muito comuns (SANTOS, 2011).

A RA pode ser compreendida como uma modificação da realidade virtual, uma vez que esta se limita a um ambiente artificial, ela possibilita ao usuário visualizar objetos no

espaço real, como se eles realmente estivessem no mesmo plano (AZUMA, 1997). O autor afirma que um sistema de RA deve combinar elementos virtuais com o ambiente real criando um ambiente misto 3D de forma a aparentar estar no mesmo plano físico. Neste ambiente deve ser possível a interação e seu processamento ocorre em tempo real.

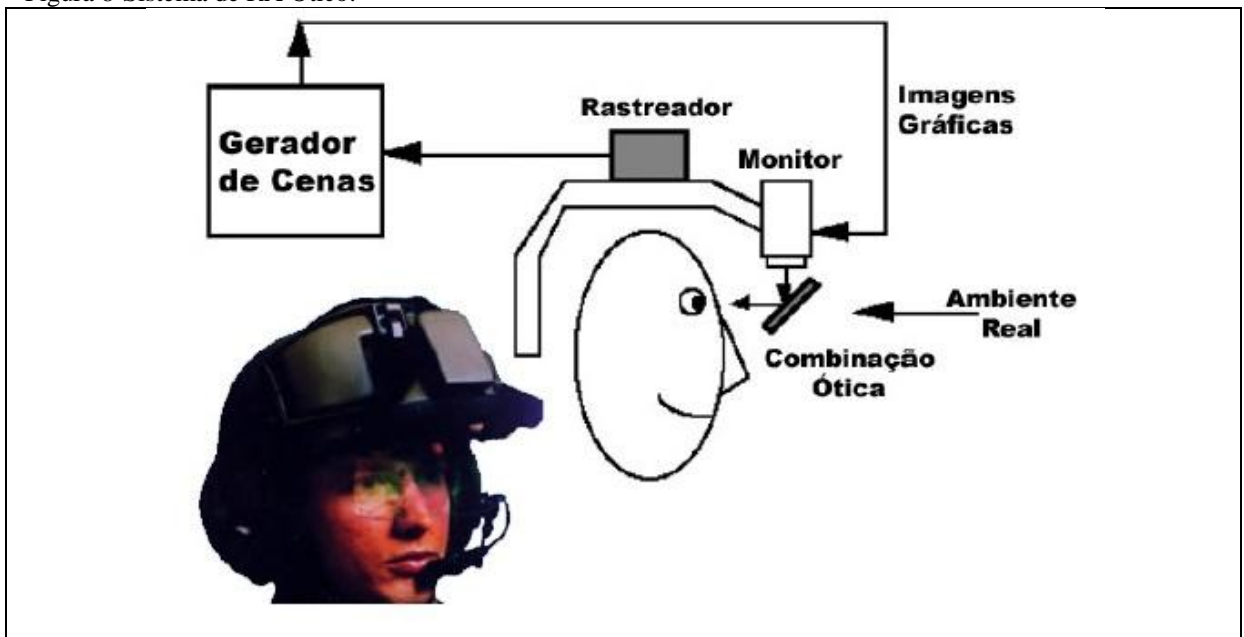
As aplicações de RA passaram a ser mais acessíveis a partir dos anos 2000, com a evolução, disponibilização e barateamento dos dispositivos. Exemplos de aplicações de RA podem ser encontrados em serviços militares, dispositivos de navegação, como GPS, na área médica, na educação e entretenimento como os games (AZUMA, 2001).

Na RA, a interação ocorre de maneira mais intuitiva na qual o usuário manipula objetos virtuais a partir de objetos reais, utilizando marcadores especiais. E estes objetos virtuais devem ficar em harmonia como se estivessem realmente no mesmo plano material, tudo é visualizado por câmeras ou outro meio óptico como os óculos de RA. Os objetos, em sua maioria, podem ser afetados por movimentos, por comandos de voz ou mesmo por modificações no estado de posicionamento do marcador de geração da imagem (AZUMA, 2001).

A imersão na área da RA pode-se dar de diversas formas. Neste tipo de sistema, a captura do ambiente real é feita através de câmeras conectadas ao computador, também deve ter um rastreamento constante da posição e orientação da câmera, após esta etapa. A imersão se classifica em três tipos distintos, a partir do tipo de *display* utilizado (PEREIRA, 2005): RA Ótico, RA por Vídeo e RA por Monitor

Na RA Ótico, a imersão ocorre através de uma visualização mais direta, quase considerada a olho nu, realizada pelo dispositivo de óculos de realidade aumentada, (*see-through Head Mounted Display - see-through HMD*). Este dispositivo permite ao usuário ver o ambiente real e ainda introduzir imagens do mundo virtual. É composto de duas partes: uma responsável pela geração de cenas e cálculos necessários para a implementação e imersão; a outra parte é composta pelo monitor, que é responsável por sobrepor as imagens virtuais às imagens reais nas lentes HMD, como demonstrado na Figura 8 (DUARTE, 2006).

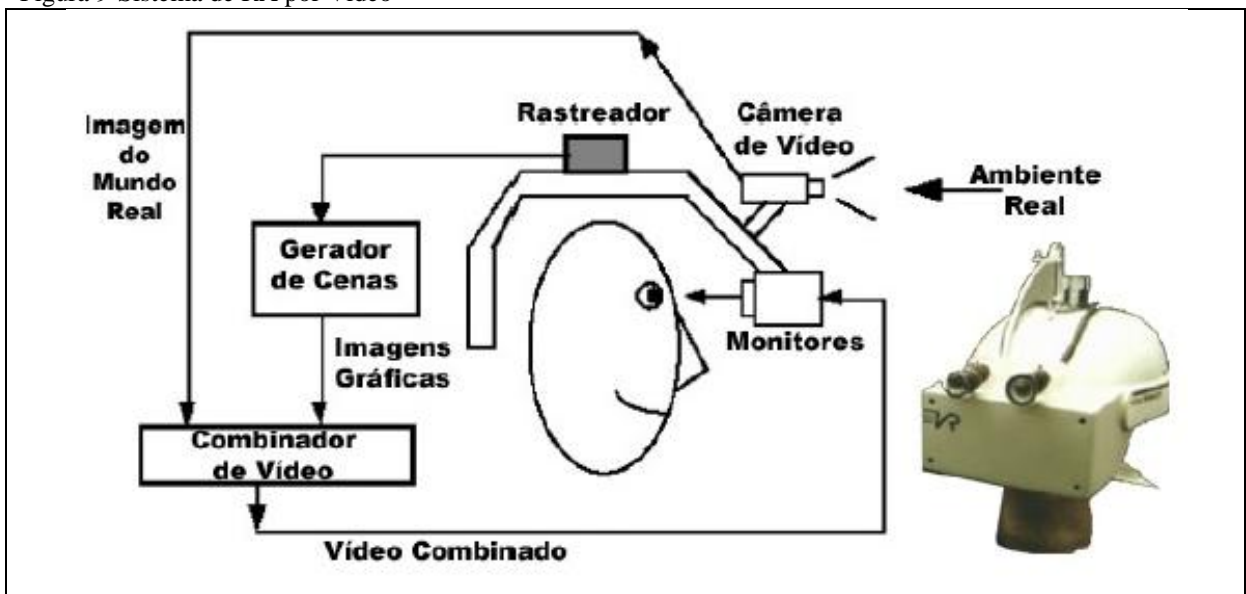
Figura 8-Sistema de RA Ótico.



Fonte: Azuma (1997).

Na RA por Vídeo, segundo Duarte (2006), a imersão é feita diretamente no monitor, ou mesmo por um capacete especial. Porém neste método, ao em vez de visualização direta do mundo real, esta ocorre por meio de uma ou duas câmeras que devem fazer o papel dos olhos. Neste modelo o que for capturado por elas, será passado para um combinador de vídeo, que reúne as cenas vindas do gerador de cenas, ou seja, as imagens virtuais, com as imagens do mundo real desta forma parecendo um único ambiente, como demonstra a Figura 9.

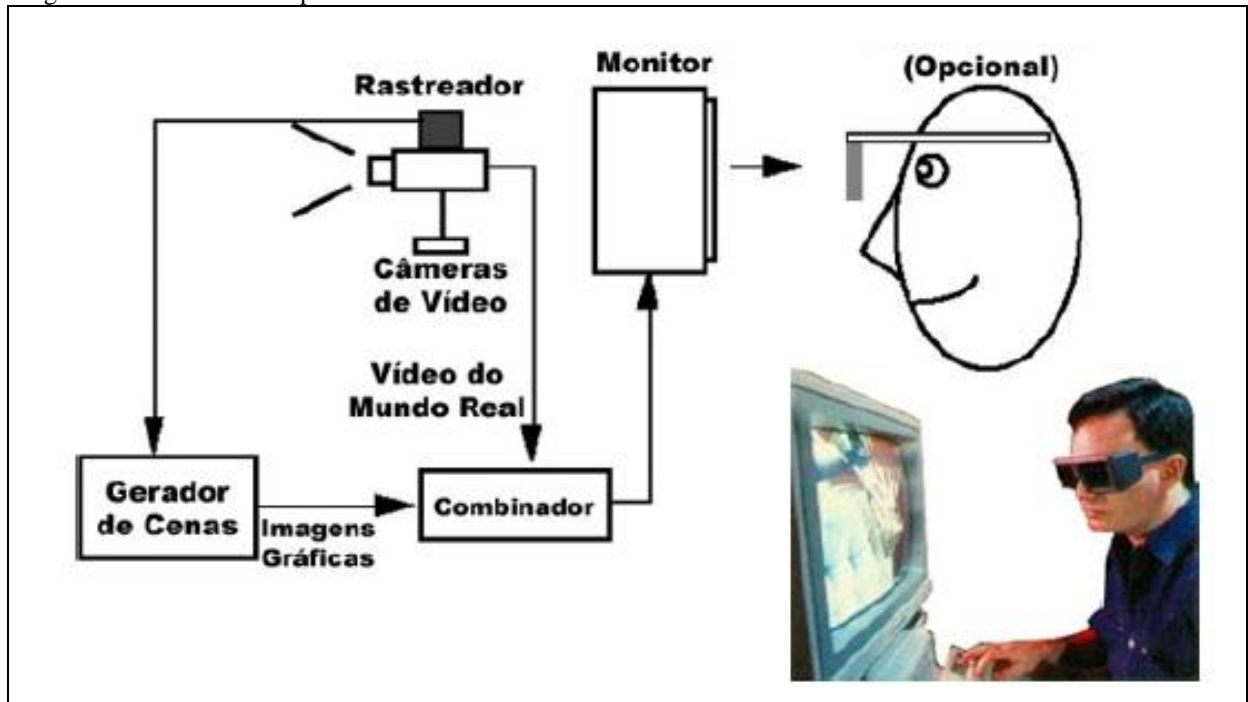
Figura 9-Sistema de RA por Vídeo



Fonte: Adaptado de Azuma (1997).

Já no sistema RA por monitor são usados monitores simples, televisões, ou mesmo retroprojetores, para a visualização e imersão no ambiente de RA. Assim como nos RA por vídeo, a captura das imagens do mundo real se dá através de uma câmera. As imagens são passadas a um sistema HMD, que deverá fazer a combinação do real com o virtual e só então enviar para o visualizador de vídeo em questão, como apresenta a Figura 10.

Figura 10-Sistema de RA por Monitor.



Fonte: Azuma (1997).

Há diversas técnicas de interação com objetos virtuais, uma que tem grande destaque na área da RA, é chamada de interfaces tangíveis, onde o objeto real é utilizado como dispositivo de entrada e saída para interação com interfaces de computador. Estas interfaces são poderosas porque os objetos físicos utilizados pela mesma possuem propriedades e restrições físicas que limitam como são manipulados, por isso são muito fáceis de serem utilizados, e através da RA usando a sobreposição possibilita ainda a alteração virtual do objeto real (KATO, 1999).

A RA pode ser compreendida como uma modificação da realidade virtual, uma vez que esta se limita a um ambiente artificial, ela possibilita ao usuário visualizar objetos no espaço real, como se eles realmente estivessem no mesmo plano (AZUMA, 1997).

3.4 REALIDADE MISTA

Em termos gerais a Realidade Mista é a união da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada, uma vez que esta abrange tanto o real como o virtual, o que refere-se a que um usuário pode interagir tanto no mundo real como no virtual em uma mesma aplicação (KIRNER; TORI, 2004). Sua denominação consiste na junção de um ambiente virtual em um mundo real, fundindo assim os diversos tipos de displays que estes sistemas mistos utilizam (MILGRAM; KISHINO, 1994).

Na RM, a interação é ampliada incluindo as possibilidades de interação proporcionadas pela RA como os gestos e comandos de voz, e interações por meio de teclados, mouse ou qualquer outro método de interação. Dando uma abrangência ainda maior no método de interação, ou seja, são ações tanto no mundo físico quanto no ambiente virtual que dará os métodos de interação, e sua imersão combinará os óculos ou câmera da realidade aumentada, com um monitor para demonstrar as funções extras que poderá ser utilizadas através do mouse e teclado (PROVIDELO, 2004).

Outra grande vantagem da RM é não abranger apenas sinais como marcadores, ela capta todo ambiente real, e o analisa como um todo, desta forma todos os elementos reais assim como todos os virtuais, vivem parte do mesmo plano, consistindo então uma interação e imersão muito superiores as da RA ou da RV, um bom exemplo é o *google glass*, que demonstra em tempo real, informações como tempo, GPS, telefonia e inúmeras outras funções (GOOGLE, 2013).

Muito se tem aplicado de RM em soluções interativas e imersivas. Em Quarles (2008) é demonstrado um ambiente onde se utiliza RM para simular uma máquina de anestesia, ela é muito utilizada por estudantes de medicina. Lacey (2007) possui um exemplo de aplicação da RM na área médica. Nesta solução se utiliza uma câmera com sistema de som *stereo* colocada em um boneco que tem como função medir a posição dos instrumentos cirúrgicos, o sistema concentra todas estas informações em um servidor onde é gerado um ambiente de RM. Nele tem-se o intuito de treinar estudantes em realizações de cirurgias invasivas.

3.5 COMPARATIVO RV, RA E RM

Dentro das inúmeras ferramentas da computação gráfica, podemos citar as grandes diferenças entre elas como o ponto principal pelo qual define onde e quando devem

ser usadas, a realidade virtual, pois possui uma grande abrangência de uso, porém sua visualização está restrita ao monitor, já para uma visualização mais imersa, ela necessita de equipamentos específicos, como capacete e luvas, já na realidade aumentada, ela reduz o processamento de imagem, a partir do momento que utilizasse de uma webcam comum para sua imersão, podendo com pouco equipamento especial como óculos de RA, obter sua imersão, a Tabela 2 demonstra suas principais diferenças.

Tabela 2 - Comparativo entre RV, RA e RM.

X	Realidade Virtual	Realidade Aumentada	Realidade Mista
Imagem	Geradas durante a execução em ambiente controlado	Geradas na execução no ambiente real	Geradas na execução, mescla de real e virtual.
Som	A reprodução é Tridimensional	A reprodução é Tridimensional	A reprodução é Tridimensional
Imersão	Utiliza monitor ou Equipamentos especiais como capacete e luva	Utiliza monitor ou Óculos especial	Utiliza monitor ou Óculos Especial
Interação	Baseada em mouse, teclado ou ações com luvas.	Baseado em gestos intuitivos	Baseado em gestos intuitivos e ações com mouse
Custo dos Periféricos	Acessível	Alto	Alto
Internet	Trafego pequeno, deve ser constante.	Trafego mínimo, apenas atualizações.	Trafego mínimo, apenas atualizações.
Reconhece como ativos	Apenas o mundo virtual	Apenas os marcadores	Todo mundo real e virtual são lidos

Fonte: Do autor.

3.6 FERRAMENTAS GRÁFICAS

Para utilizarmos aplicações com RA, é necessário utilizar bibliotecas gráficas específicas, a mais utilizada atualmente é a ARToolKit onde sua implementação é rápida e

sem complicações, ainda possuem resultados excelentes além de ter seu código aberto (Open Source), ou seja, gratuito (OLIVEIRA, 2005).

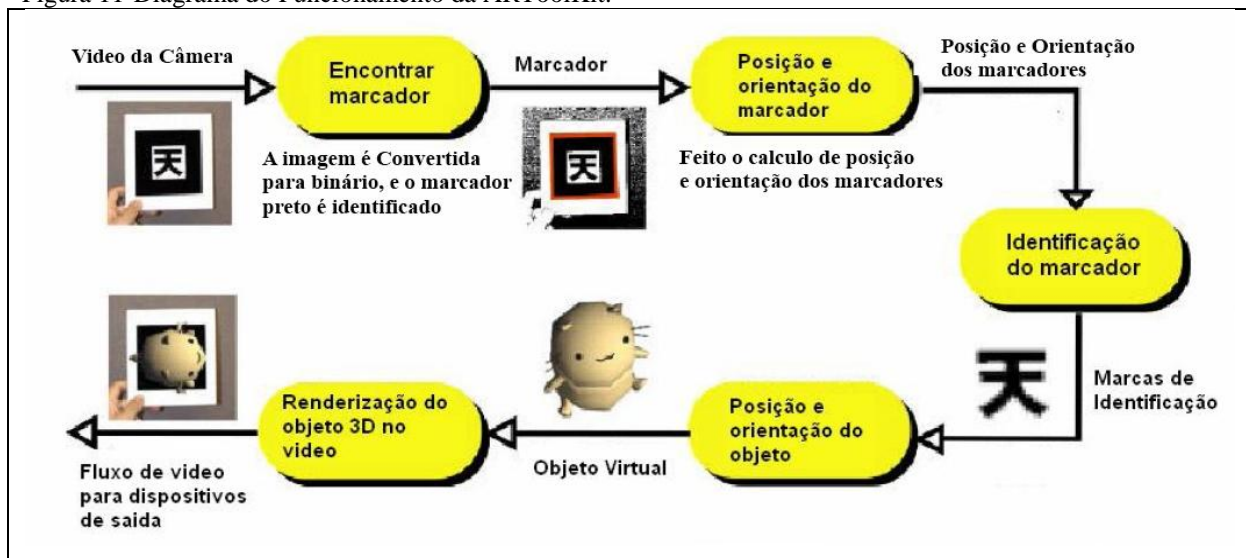
A também a FLARToolkit, de Koyama (2010), sua implementação baseada na ARToolkit, porém com linguagem em ActionScript, utiliza-se para implementações de RA WEB.

Podemos também citar ARTag com seu desenvolvimento mais comercial, mas ainda podemos utilizar OpenGL para ter uma sobreposição de objetos reais mais convincente (OLIVEIRA, 2005).

3.6.1 ARtoolkit

ARToolkit é uma biblioteca que utiliza recursos da visão computacional e sistemas para processamento de imagens, que viabiliza a criação de interfaces que utilizem RA, ela foi desenvolvida em C e com seu código Open Source, seu criador foi Hirokazu Kato em 1999. Ela captura *tags* específicas por meio de câmeras, e através destas *tags*, a *Artoolkit* possibilita o rastreamento, posicionamento e orientação para renderizar o objeto virtual, conforme apresenta a figura 11 (WAGNER, 2008).

Figura 11-Diagrama do Funcionamento da ARToolkit.



Fonte: Adaptado de (Oliveira, 2005).

Segundo Kato (2010), a criação de implementações de RA ou mesmo RM, possui alguns problemas no rastreamento vindo do ponto de vista do usuário, mais especificamente,

para saber onde deve ser desenhado o objeto virtual, pois a mesma necessita saber de onde o usuário está olhando no mundo real, para só então poder gerar as imagens de RA.

Ainda segundo Grohs e Maestri (2002), além do problema anterior, possui alguns problemas também na ocultação parcial dos objetos reais para maior realidade na coexistência com os objetos virtuais, estes problemas podem ser supridos através da implementação de algoritmos utilizados no ARtoolkit.

3.6.2 NyARtoolkit

Consiste em uma nova biblioteca para a implementação de realidade aumentada, ela se derivou da ARToolkit original, porém com foco em um maior número de plataformas, como Java, C#, *ActionScript3* além de Android, possui um grande suporte para vários formatos de imagens, possui funções de marcação rápida o que facilita a ordenação dos marcadores, e um novo sistema de rastreamento, ainda mais eficiente.

3.6.3 FLARtoolkit

Para implementações web de realidade aumentada, surgiu o FLARToolKi, ele é uma extensão provida do ARToolKit, seu funcionamento é basicamente o mesmo, com poucas diferenças devido ser voltado especificamente para implementações em web, como seu nome sugere, utiliza do flash como plataforma de aplicações, ele se tornou extremamente popular, através do *plugin papervision 3D*, pode exibir modelos de sistemas como 3DMax, Maya e Blender (Digifilia, acesso em 01/09)

Saquoosha em 2008 fez uma tradução da NyARToolKit do Java para ActionScript e foi denominada FLARToolKit, podendo ser executada por qualquer browser que possua o adobe flash player, desta forma pela necessidade apenas com a disposição do flash, pode ser executada qualquer implementação de RA em FLARToolKit (KOYAMA, 2010).

Koyama (2010) refere-se às etapas de funcionalidade da FLARToolKit como inicialmente a captura da imagem pela câmera, a criação do mapa de bits da imagem linearizada, a detecção dos quadros, a identificação e comparação dos marcadores, o cálculo da matriz de transformação e por fim a renderização dos objetos virtuais.

3.6.4 Java3D

Ela consiste em uma hierarquia de classes Java, para o desenvolvimento de sistemas gráficos tridimensionais, com construtores de alto nível, para criação e manipulação de objetos, também possibilita a criação de universos virtuais com muita flexibilidade, onde todos os detalhes de sua visualização são automaticamente gerenciados (SUN, 2003).

Java 3D é uma API, baseada nas bibliotecas gráficas *OpenGL* e *DirectX*, a mesma foi construída de forma a ser independente de plataformas, assim como VRML, devido sua plataforma Java já ser multi-plataforma, ainda pode utilizar-se da *OpenGL* para renderizações mais pesadas, enquanto se responsabiliza pela interação (AMES; NADEAU, 1997).

3.6.5 Papervision3D

Saqoosha (2010), afirma que para renderização de objetos 3D na cena do RA, quando se utiliza FLARToolKit, deve-se utilizar o Papervision3D por se tratar de uma biblioteca em ActionScript que utiliza a API 3D do flash. Desta forma toda a parte da renderização ficaria tratada pelo Papervision3D, podendo utilizar outras ferramentas para a edição dos modelos como o Blender3D e o Google Sketchup. Após a renderização o FLARToolKit ficara responsável apenas por calcular as orientações dos marcadores, o posicionamento dos objetos virtuais e as ações de movimentação, interação e escalonamento destes objetos.

3.6.6 Blender3D

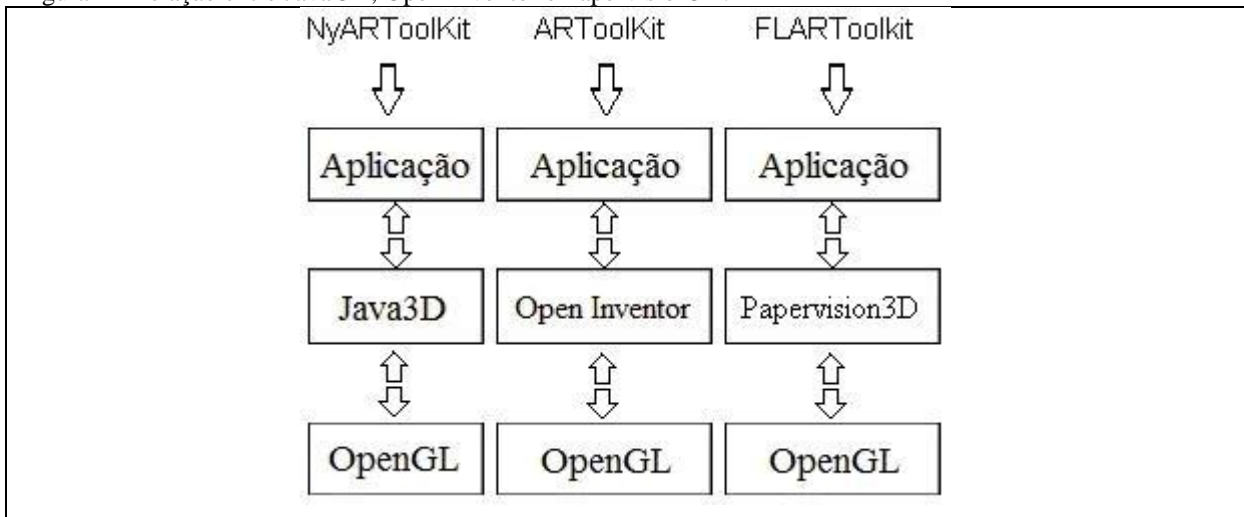
É uma ferramenta open source e multiplataforma utilizada no desenvolvimento e modelagem de objetos e cenários em 3-D. A mesma também possibilita a criação de aplicações interativas, como jogos e apresentações, foi desenvolvida pelo estúdio holandês *NeoGeo Studio*, e retido pela *Blender Foundation*, possui internamente o reconhecimento de scripts da *Python*, o que permite criar inúmeras implementações (Blender).

3.6.7 Comparativo entre as Bibliotecas e Ferramentas 3D

Os conceitos por trás das bibliotecas para implementação 3D, como OpenGL, Open Inventor e Java3D, são basicamente suas linguagens ao qual são designadas,

originalmente OpenGL foi criado para linguagem C, já em C++ se dispõe da Open Inventor e finalmente em Java temos a Java3D. Open Inventor e Java3D oferecem grandes facilidades para a criação de sistemas gráficos 3D, e tiram proveito da OpenGL para renderização de cenários, como demonstrado na figura 12 (BROWN, 1999).

Figura 12-Relação entre Java 3D, Open Inventor e Papervision3D.



Fonte: do Autor.

Java 3D é uma API interface criada para o desenvolvimento de ambientes e objetos tridimensionais em Java, originou-se do OpenGL e é um componente da Sun Microsystems Inc com ela os programadores tem a liberdade de trabalhar em multiplataforma, além da orientação a objetos e segurança que o Java proporciona. O que devido ao qual concede uma abordagem de alto nível e possibilita ao programador dedicar-se a criação e menos aos problemas de baixo nível (BICHO, 2002).

Desta forma o Java 3D se apresenta como uma solução extremamente viável a implementações de objetos e ambientes tridimensionais, tanto para desktop, quanto para Web. Seu projeto parte, a partir de um grafo de cena onde contem objetos gráficos, luz, som e objetos de interação, o que possibilita ao programador criar mundos virtuais sem restrições (SOWIRZAL, 1998).

OpenGL é uma API, com grande utilização em computação gráfica, ela é sucessora da biblioteca gráfica IRIS GL, desenvolvida pela *Silicon Graphics* (NEIDER, 1993). A OpenGL é uma interface para simples e diretos controles sobre conjuntos de rotinas, permitindo que o programador indique o objeto e ações necessárias para a construção de alguma imagem gráfica. Ela pode ser utilizada em qualquer sistema de visualização, pois sua

destinação é somente a renderização e devido a isto, outras bibliotecas gráficas podem usufruir de suas funções pela velocidade obtida em seu processamento (SEGAL, 1996).

Tabela 3-Comparativo entre as bibliotecas de Realidade Aumentada.

X	PLATAFORMA	LINGUAGEM	MODELAGEM / RENDERIZAÇÃO 3D
ARToolkit	Desktop	C#, C++	OpenGL
ARToolkit Plus	Dispositivos Moveis	C#, C++	OpenGL
FLARToolkit	Desktop; Web; Dispositivos Moveis	ActionScript	Papervision 3D
JARToolkit	Desktop	Java	OpenGL
NYARToolKit	Desktop	Java	Java 3D

Fonte: do Autor.

Como demonstrado na Tabela 3, há uma grande variedade de bibliotecas para implementações em RA ou mesmo RM, só a necessidade de se escolher seu dispositivo de plataforma e a finalidade da implementação. A RA avança rapidamente, e novas funcionalidades surgem periodicamente, dando cada vez mais facilidades aos implementadores e facilidades aos usuários.

3.7 REGISTRO E POSICIONAMENTO DE OBJETOS EM RA E RM

O principal conceito que envolve tanto RA quanto RM, é o rastreamento dos objetos do mundo real, a captação de seu posicionamento, para possíveis interações e o direcionamento dos objetos virtuais na realidade, para realizar esta imersão (MATOS, 2010).

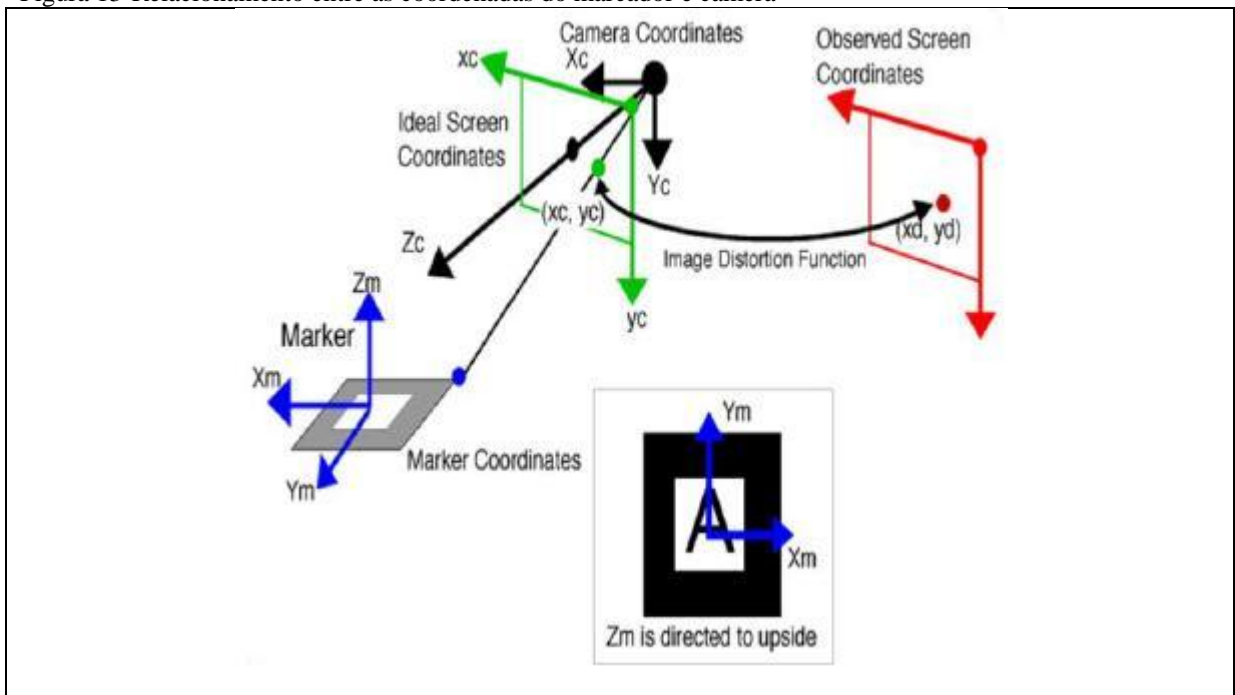
Rastreamento em ambientes de RA e RM têm como principal função a identificação de objetos marcadores, que podem ser não apenas as placas de marcadores, mas também a posição das mãos, cabeça, pernas, olhos, boca, e até mesmo o próprio usuário, o que permite ao mesmo executar inúmeros ações e comandos nestes ambientes. Como se realmente fizesse parte como um todo com os objetos ou ambientes virtuais, possibilitando tocar, arrastar, pegar, soltar, movimentar por comandos, entre outras diversas ações que o objeto virtual permitir, onde todas estas ações podem ser captadas por uma simples webcam, e como em RM além da webcam, ações são aceitas com mouse e teclado em um ambiente virtual gerado pela interação com o real (SISCOUTO; COSTA, 2008).

A matriz de calibração da câmera é dada por:

$$K = \begin{bmatrix} \alpha x & s & u0 \\ 0 & \alpha y & v0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

Onde α_x e α_y são proporcionais a distancia focal com pesos k_x e k_y definidos pela quantidade de pixels em cada direção, então α_x e α_y são definidos por $k_x * f$ e $k_y * f$, já u_0 e v_0 são as coordenadas correspondentes ao ponto principal da câmera e S é o coeficiente de *skew* da câmera que define a relação entre as direções dos eixos do pixel da câmera, conforme exemplo apresentado pela Figura 13 (TEICHRIEB, 2007).

Figura 13-Relacionamento entre as coordenadas do marcador e câmera



Fonte: Siscoutto e Souza (2011 apud KATO, 2011).

3.7.1 Códigos Interativos

Temos contato com alguns códigos capazes de armazenar inúmeros tipos de informação, como os códigos de barra, sua codificação unidimensional, é utilizada comercialmente para armazenar algumas informações de produtos, outro código utilizado são os *QR Codes*, códigos bidimensionais, que podem armazenar pequenos textos, ou mesmo definir ações como enviar mensagens ou realizar ligações apenas com a leitura destes códigos, que por sua vez são os precursores da RA (SANTOS, 2011).

Filho (2006) define os códigos de barra, como um conjunto de barras paralelas verticais, claras e escuras, podendo ser lida por leitores ópticos, pode armazenar no máximo 20 dígitos. De acordo com site oficial *QR Code*, é definido por barras bidimensionais, foi criado pela empresa japonesa *Denso-Wave* em 1994, ele é o predecessor da RA atual.

Originalmente foi criado para armazenar uma quantidade maior de informações podendo chegar a milhares de dígitos, além de ter uma resposta rápida às leituras, neles às informações são lidas tanto horizontalmente quanto verticalmente, como apresentado na Figura 14, há uma pequena comparação.

Figura 14-Representação do QR Code e Código de Barra.



Fonte: Adaptado de Santos (2011).

3.7.2 Marcadores

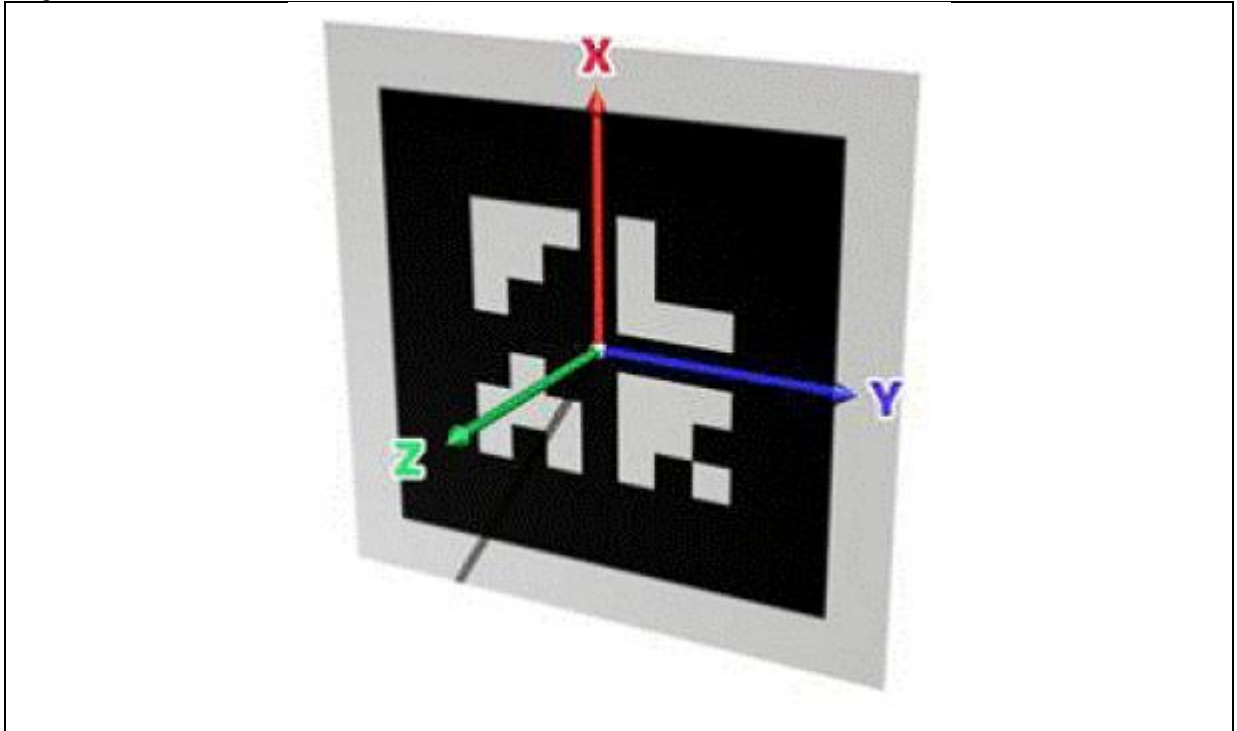
A maior parte da representação de objetos da RA e mesmo da RM, é feita por reconhecimento de marcadores, que consiste em um quadrado de bordas pretas, com um padrão central que o torna único e distinguível de outros marcadores, não a restrições quanto à imagem central, ficando a critério do desenvolvedor da aplicação que o utilizara. A detecção do marcador é feita por comparação de trechos da imagem capturada, com um banco de dados de marcadores (SANTOS, 2011).

Há muitas ferramentas que geram marcadores, podemos citar o site *Marker Generator* (<http://flash.tarotaro.org/ar/MGO2.swf>), nele torna-se possível criar e utilizar marcadores, definindo poucos parâmetros. Modo *select*, define se a imagem será capturada pela câmera ou realizara um *upload*, no *marker size*, define-se a área a ser utilizada para o marcador, em *marker segments*, é definido o tamanho e a qualidade do marcador, e por fim em *get parttern*, se salva o marcador após ser reconhecido.

Cabana (2010) define como um bom modelo de marcador, aquele que apresentar uma diferença a cada rotação de 90° no eixo z, e não possibilite interpretações ambíguas, desta forma facilitara o trabalho da biblioteca toolkit na orientação x, y e z, para o posicionamento dos objetos virtuais. Lembrando ainda que a coordenada x representa o deslocamento para

cima, a coordenada y o deslocamento horizontal e a coordenada z aproximação e afastamento do marcador em relação a webcam como demonstra a Figura 15.

Figura 15-Marcador e Coordenadas.



Fonte: Saqoosha (2012).

4 TRABALHOS CORRELATOS

Existem inúmeros projetos e implementações que utilizam a realidade aumentada ou realidade mista para resolver inúmeros desafios de interação, ou simplesmente para uma nova visão de abordagem de algum determinado problema. Dentre esses projetos podemos dar destaque aos seguintes: Estudo e Aplicação da Tecnologia de Realidade Aumentada, Fibrosa Connection, A utilização da Realidade Aumentada para vendas no e-commerce, e Imergindo na Arquitetura com a Realidade Aumentada.

4.1 ESTUDO E APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE REALIDADE AUMENTADA

Desenvolvido por Clóvis de Oliveira Santos Filho, como trabalho de conclusão do curso de engenharia da computação na Escola Politécnica de Pernambuco em 23 de dezembro de 2005. Este projeto trata de inúmeras técnicas de realidade aumentada, assim como o desenvolvimento de aplicações para manutenção de videogames, visando utilizar a mesma para mostrar ao usuário, a localização dos componentes, facilitando assim a manutenção. Se baseando na utilização de uma câmera digital para capturar a imagem do videogame a ser concertado, então é sobreposto através da RA, assim resolvendo inúmeros problemas de identificação de peças. Neste caso os marcadores usados, são imagens das placas pré-cadastradas que serão usadas para identificar e sobrepor (OLIVEIRA, 2005).

4.2 SPIRE WORLD

Outro grande projeto envolvendo realidade aumentada no ramo da construção seria o da empresa Spire World, empresa no ramo de construção e desenvolvimento de projetos de edifícios verdes, ou mais ecologicamente corretos. Através de uma parceria com a Experiential Design Lab, criou um inovador sistema de projeção de apartamentos usando realidade aumentada, seu projeto consiste principalmente e visualização rápida do projeto.

Consiste do software da empresa ligado a um sistema de entrada e saída de vídeo, uma câmera e um monitor, e uma folha simples de papel, sem a necessidade de marcadores, ele foca no desenho como um todo, o arquiteto desenha nesta folha como seria o apartamento, ou imprime como deve ser o apartamento, com janelas, portas e outras especificações do mesmo, e o software o criara 3D em cima do projeto em instantes, possibilitando sua

modificação ou mesmo exploração de seus ambientes com muito mais segurança de que as mudanças no projeto realmente serão eficientes para o mesmo, (SPIREWORLD, 2009).

4.3 A UTILIZAÇÃO DA RA PARA VENDAS NO E-COMMERCE

Projeto criado por um grupo de alunos do Grupo de Realidade Virtual de Goiás, no instituto luterano de ensino superior de Itumbiara, e por membros da faculdade de engenharia elétrica de Uberlândia a UFU.

Tinha como principal objetivo, a introdução da realidade aumentada nos produtos de um site de transações comerciais eletrônicas, com objetivo de facilitar a compreensão dos produtos pelos clientes do site, possibilitando desta forma, que para cada produto no site, ouve-se a possibilidade de imprimir o marcador específico da RA, onde poderia ser rastreado e renderizado o produto específico através do software disponibilizado no site (DIEGO et al, 2012).

4.4 IMERGINDO NA ARQUITETURA COM A REALIDADE AUMENTADA

Projeto criado por Frank Caramelo, e publicado no portal do arquiteto em julho de 2010, pelo próprio autor, e hoje já possuem duas empresas utilizando desta inovação na área da construção civil, através da realidade aumentada, a Syene Empreendimentos em Salvador e a Queiroz Galvão em Recife, em parceria com a empresa Caramelo Arquitetos Associada, onde visão utilizar novas tecnologias em suas atividades.

O projeto inovador consiste, em catálogos das obras, onde através da utilização de óculos especiais ou de webcam, torna-se possível a visualização 3D em RA do edifício ou do apartamento, o software também possibilita a entrada no imóvel, e colocação de moveis, assim como possibilidades como bater uma foto do imóvel com os moveis, para uma visualização posterior do cliente (FRANK, 2010).

5 SIREM – SISTEMA DE INTERAÇÃO COM REALIDADE MISTA

Esta pesquisa consistiu Modelar e prototipar um ambiente virtual imersivo e interativo com uso de Realidade Mista aplicado em estudo de caso na Construção Civil. Para atingir o objetivo proposto nesta pesquisa foram efetuados: uma pesquisa bibliográfica embasada em Interação Humano Computador (IHC), Imersão, Interação, Realidade virtual, Realidade Aumentada, Realidade Mista e Interação com Usuário (UX). Dentro do desenvolvimento houve a modelagem de um ambiente imersivo em RM, focado na IHC, que tornou-se o princípio do protótipo proposto.

O protótipo se baseia em manipuladores físicos, utilizando como dispositivo de entrada uma webcam e de saída o monitor, além de utilizar ferramentas e bibliotecas *OpenSource*.

Buscou-se um aprofundamento maior na área da realidade mista, sendo esta uma junção da realidade aumentada com a realidade virtual e a fonte de toda a idealização deste projeto.

Este capítulo tem como foco descrever a metodologia de desenvolvimento do presente trabalho de conclusão de curso e apresentar a aplicação prática dos conceitos e técnicas abordados na fundamentação teórica. O objetivo do desenvolvimento prático foi à avaliação da imersão e interação de usuários em um ambiente de RM a partir da observação e relato de experiência.

5.1 METODOLOGIA

Dentro das linhas de pesquisa do curso de Ciência da Computação, este projeto se insere no estudo da Realidade Aumentada, que tem como propósito, buscar métodos de interação humano computador, mais eficientes, ubíquas e amigáveis aos usuários, o que deixa este tipo de interação mais atrativa.

A metodologia pode ser compreendida como o modo utilizado para obter respostas de um determinado estudo ou pesquisa, podendo ser vista como um meio de investigação científica, em outras palavras pode ser descrita como as técnicas utilizadas para se alcançar um objetivo.

As etapas de desenvolvimento da pesquisa foram: o levantamento bibliográfico, compreendido de pesquisas em livros e artigos científicos, a modelagem de um ambiente

imersivo que utiliza como base realidade aumentada, e prototipação do modelo, para demonstrar seu conceito.

5.1.1 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 e projetos e ou produtos comerciais e projetos livres já desenvolvidos. Dessa forma foram utilizadas fontes variadas, como sites específicos sobre os frameworks, bibliotecas de programação e livros sobre interação humana computador e UX, além de modelos e protótipos embasados em realidade mista. No entanto ao que diz respeito à interação humano computador, ux, à realidade mista e o próprio modelo e protótipo, uma vez que se fez necessário abordar uma bibliografia que fundamentasse o tema de forma que utilizasse uma linguagem acadêmica.

5.1.2 Interação Humana Computador e UX

Iniciou-se uma pesquisa sobre a evolução e o funcionamento da interação humana computador, através de livros, artigos e alguns sites especializados no assunto, onde se estudou desde os primeiros métodos de interação até os atuais, que possibilitam imersões no ambiente virtual e tornando assim a interação mais intuitiva e atraente. Definindo a interação humano computador como um grupo de processos, ações ou mesmo diálogos no qual um usuário, neste caso específico, interage com um computador ou sistema computacional.

Por fim optou-se por estudo mais aprofundado sobre realidade aumentada onde mostrou um nível de interação e imersão mais eficiente e flexível para o desenvolver do trabalho proposto.

5.1.3 Realidade Aumentada e Mista

Nesta etapa fez-se necessário um estudo aprofundado sobre a realidade aumentada e mista, e suas formas de utilização, interação e implementação, dentre os dois métodos optou-se pela realidade mista onde apontava maior eficiência para a implementação proposta. Neste método de imersão, os objetos virtuais são sobrepostos ao mundo real através

de uma webcam ou outro dispositivo de vídeo que foi inicializado por um software específico e tem como função principal gerar e administrar a realidade mista.

Realidade Mista é uma tecnologia que avança muito. Sua base surge dos QR Codes um tipo 2D de código de barras, pois houve a necessidade de armazenar-se mais informações nas leituras dos códigos de barra, então partiu-se para realidade aumentada onde demonstrou uma nova forma de imersão para os mundos virtuais.

5.1.4 Projeto de Interação do Usuário

Projeto de Interação com o Usuário (PIU) consiste em corresponder à interação entre o usuário humano e a máquina através de uma interface específica. No projeto se elaborou um protótipo para Desktop, utilizando-se da tecnologia de realidade mista, onde se definiu, um público alvo, baseado em necessidades emergentes de um setor ainda novo na área da interação computacional, definiram-se também os equipamentos necessários constituídos dos elementos de entrada e saída de dados.

Preece (2005) considera que um projeto de PIU deve possuir quatro etapas, e neste projeto foi utilizado desta forma, onde na primeira etapa, temos a identificação das necessidades e o estabelecimento dos requisitos, desta forma partimos da busca do público-alvo. Os usuários leigos, muitas vezes com o mínimo contato com um computador, onde seus contatos partem desde o acesso a redes sociais a algumas ferramentas como World, Excel e mesmo AutoCAD, porém todos compartilham o mesmo foco de necessidade, a compra de um imóvel.

A segunda etapa da PIU, vem com uma descrição de como o protótipo deve funcionar, assim pretende-se dar suporte, confiabilidade e imersão a estes usuários para tornar ainda maior o estímulo na compra de seus imóveis, por reduzir assim a falta de uma visão geral do ambiente em negociação e tornando mais divertido pela tangibilidade proposta do protótipo e pela flexibilidade dos objetos nele renderizados.

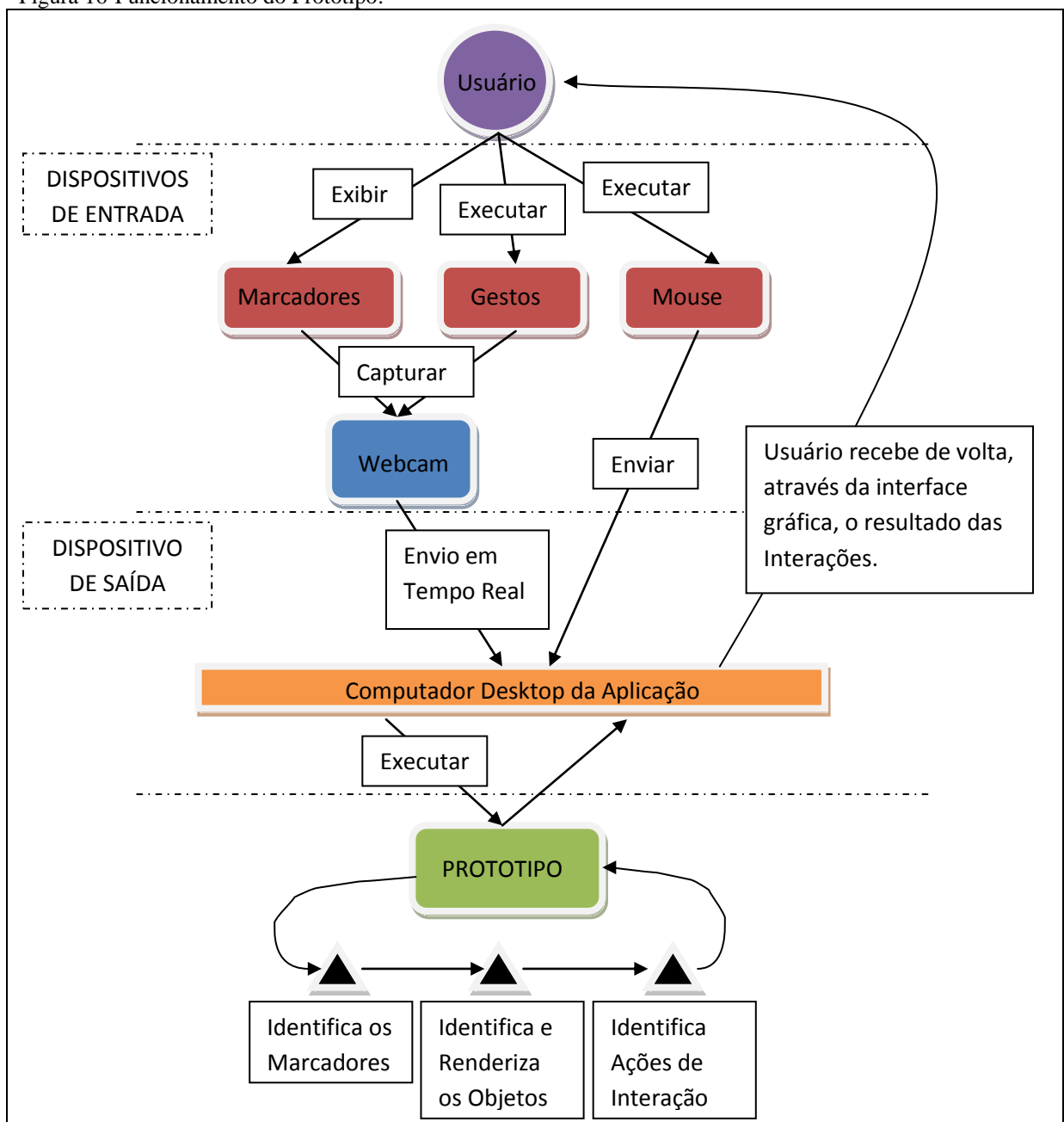
Já na terceira etapa, a implementação do protótipo, possibilita ao usuário uma visão de como está sendo modelado o projeto e assim verifica-se a aceitabilidade do mesmo. Por fim temos na quarta etapa, a avaliação do protótipo, utilizada de forma que possa determinar a aceitabilidade do projeto.

5.1.5 Modelagem do PIU

A modelagem deste protótipo envolve diversos elementos e dispositivos tecnológicos, tanto de software quanto de hardware, além de alguns outros elementos periféricos.

Na Figura 16, tem-se uma demonstração esquemática do funcionamento da aplicação, partindo da generalização de que o usuário compõe todo e qualquer tipo de ação que irá incidir sobre o sistema e gerar uma resposta.

Figura 16-Funcionamento do Protótipo.



Fonte: do Autor.

Desta forma temos:

- a) usuário, corresponde a todo e qualquer detentor de ações humanas que ira interagir com o sistema protótipado;
- b) marcadores, corresponde a marcadores impressos, em papel, que deve ser mostrado ao sistema por via de uma webcam, para geração de interação, e geração dos objetos 3D;
- c) gestos, compõe ações que o usuário fará, por movimentar suas mãos de formas específicas, para geração de ações, como por exemplo, gesto de pegar com dois dedos, em cima de uma parede, ira selecionar aquela parede;
- d) mouse, ações realizadas por um terceiro meio, o mouse, onde pode-se selecionar ícones no ambiente protótipado, como gerar planta baixa, visualizar encanamentos, entre outras opções;
- e) webcam, faz a captura dos marcadores e dos gestos, em tempo real, para que o protótipo possa utiliza-los em suas ações, pode ser embutido no computador ou ligado por uma porta USB, o padrão utilizado é 640x480 *pixels*;
- f) computador, o desktop onde a aplicação se encontra instalada, neste caso notebook do desenvolvedor, ele ira captar todas as formas de comunicação dos dispositivos de entrada, e também esta responsável pela visualização, como dispositivo de saída, utilizou-se neste caso com Windows Sete Home Premium;
- g) protótipo, realizara todas as ações programadas e respondera a todas as interações com o usuário, o protótipo segue o padrão da realidade aumentada, onde ele identificara os marcadores usados, identifica os objetos e os renderiza no dispositivo de saída e processa todas as formas de interação utilizadas pelo usuário.
- h) nyartoolkit, biblioteca sugerida para a geração e manipulação da realidade mista em Java;
- i) java3D, ferramenta sugerida para a geração dos objetos da interação;
- j) folder, componentes auxiliares para propaganda e divulgação dos marcadores, alem de instruções para sua utilização.

5.1.6 Prototipação da SIREM

O protótipo proposto foi desenvolvido usando conceitos da tangibilidade encontrados em interfaces de realidade mista, onde tornaria esta proposta tangível e gestual baseando-se

em manipulações físicas. O protótipo foi desenvolvido sem custo, utilizando-se principalmente de uma webcam já integrada ao aparelho para entrada de dados e computador próprio do pesquisador.

A ideia inicial é a utilização basicamente de bibliotecas e ferramentas *opensource*, e assim não ter custo, podem devido a dificuldades encontradas no percurso da prototipação, tornou-se necessário à compra de um *plugin* essencial para finalização da prototipação.

Diferentemente de outros projetos, prevê-se uma quantidade maior de possibilidades, como a gestão do formato dos cômodos do imóvel, onde possibilitara o usuário à remoção de paredes indesejadas que não interfiram na estabilidade do mesmo, a pintura de cômodos para visualizar seus conceitos de cores, e mesmo a colocação de alguns move para visualização de tamanhos e proporções. Outra possibilidade que este projeto tem como foco é fornece a visualização dos encanamentos de água e dutos elétricos além da opção de geração e impressão de uma nova planta baixa com as modificações optadas pelo usuário.

Inicialmente o projeto teve sua base em uma prototipação, partindo da linguagem C++, onde há inúmeras ferramentas de realidade aumentada. Após a implementação da primeira etapa, ao concluir-se o objeto neste caso o apartamento que foi totalmente gerado através da ferramenta OpenGL, e renderizado na realidade aumentada através da ferramenta Artoolkit, houve certa dificuldade em promover interações além daquelas já programadas pelo sistema, como remodelar paredes ou mudanças de textura para visualização dos encanamentos.

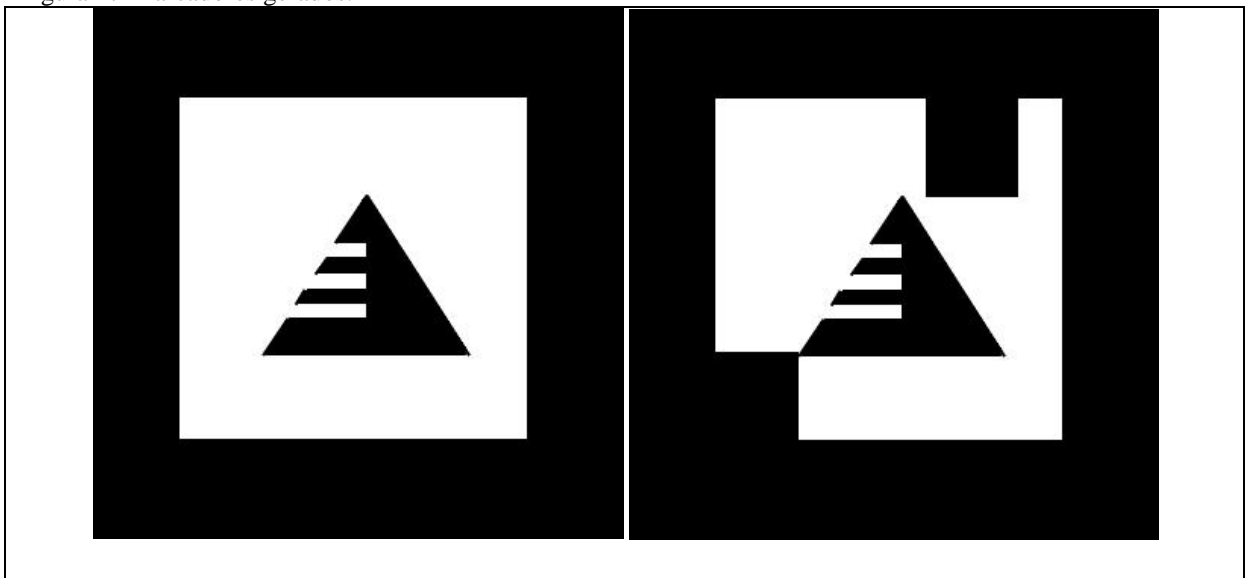
Desta forma, em princípio foi utilizado à linguagem Java, neste caso foi feito uma reestruturação do modelo em C++ para dentro do Java, na ferramenta Netbeans, para a geração do objeto apartamento, foi utilizado Java3D, e partiu-se do zero, neste caso, eventualmente tive problemas com a renderização do objeto no instante da inicialização da webcam, após algumas pesquisas, a solução encontrada foi transferir o projeto do Netbeans para o Eclipse, onde a renderização de realidade aumentada ocorreu com sucesso através da ferramenta Nyartoolkit, porém encontrou-se no mesmo problema do C++, o objeto após ser enviado para Realidade Aumentada, não obteve sucesso em alterar suas formas e texturas, na eficiência pretendida.

Uma solução pouco provável foi obtida através da ferramenta *Sketchup*, utilizada por engenheiros civis e arquitetos para criação de modelos tridimensionais de apartamentos e objetos, onde foi possível uma criação do objeto apartamento com uma facilidade maior tendo em vista estar em um ambiente propício, nele utiliza do *plugin AR-Media*, para fazer a realização da renderização em realidade aumentada, a barreira encontrada nesta etapa foi que

para obter as ações necessárias da realidade aumentada, é necessária a versão completa do *plugin*, a mesma deve ser paga, ela por sua vez proporciona a possibilidade de modelar e programar os tipos de interação para RA.

O projeto tem como um grande diferencial, de outros projetos na área, a sua tangibilidade, com necessidades básicas para sua execução que seria gestos e os marcadores. Na Figura 17 estão dois dos marcadores utilizados no projeto, o primeiro visualiza o edifício externamente e o segundo visualiza o apartamento internamente, o mesmo ativa o sistema de interação. Cada gesto é convertido pela aplicação em uma interação, onde um *menu* flutuante também auxiliará nas interações.

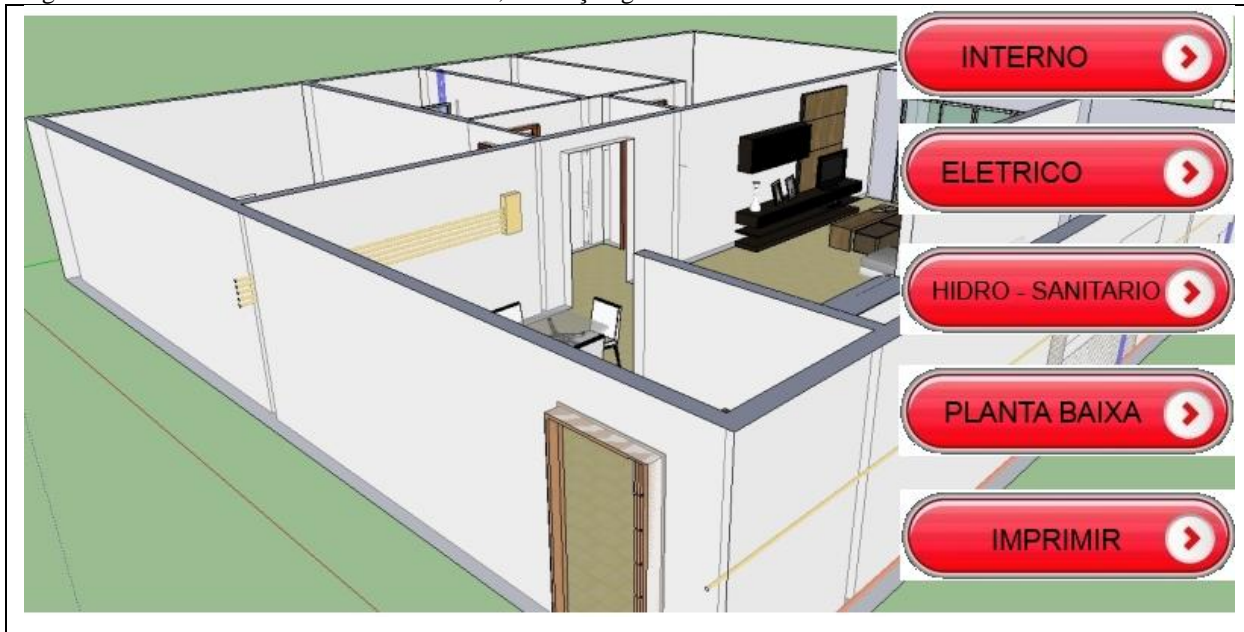
Figura 17-Marcadores gerados.



Fonte: do Autor.

O resultado desta captura é visualizado pela tela do computador. Onde o usuário com poucas instruções pode ser imerso neste ambiente proposto, e modelar de forma eficiente e divertida propostas novas para sua futura ou atual habitação. Como pode ser visto na Figura 18, uma demonstração do modelo realizado. Nela é possível visualizar a passagem da tubulação elétrica na cor amarela, tubulações de água na cor azul e de gás na cor laranja além da navegação no apartamento.

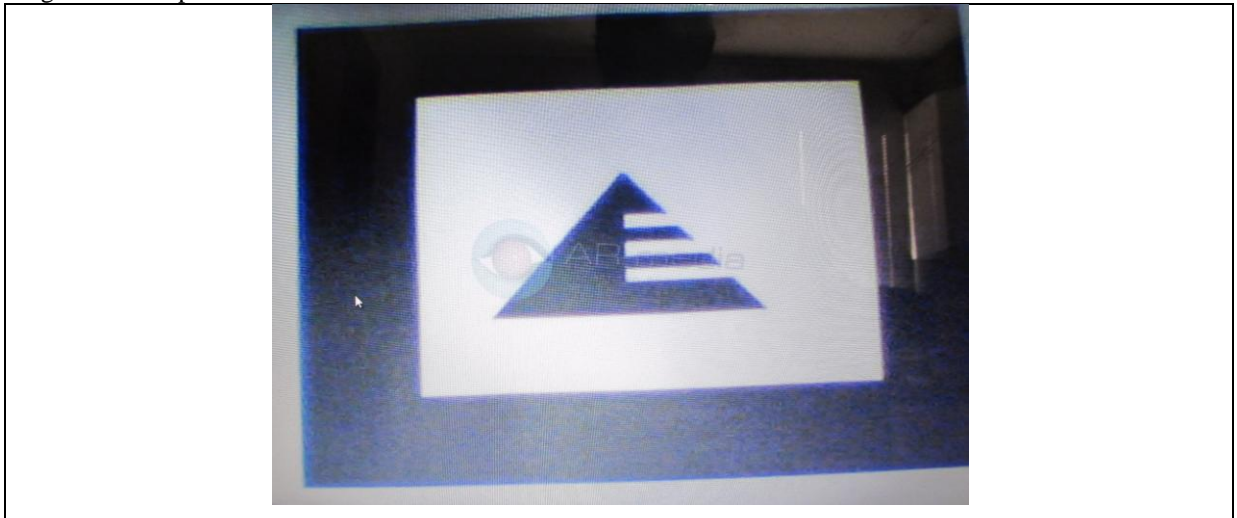
Figura 18- Modelo do trabalho desenvolvido, tubulação geral.



Fonte: do Autor.

Pode ser visto na Figura 19, a captura do marcador gerado para o protótipo, onde o sistema enquadra o marcador através do retângulo preto, e quando analisa o símbolo interno gera o objeto da RA, através do qual o objeto será analisado e gerado no ambiente real.

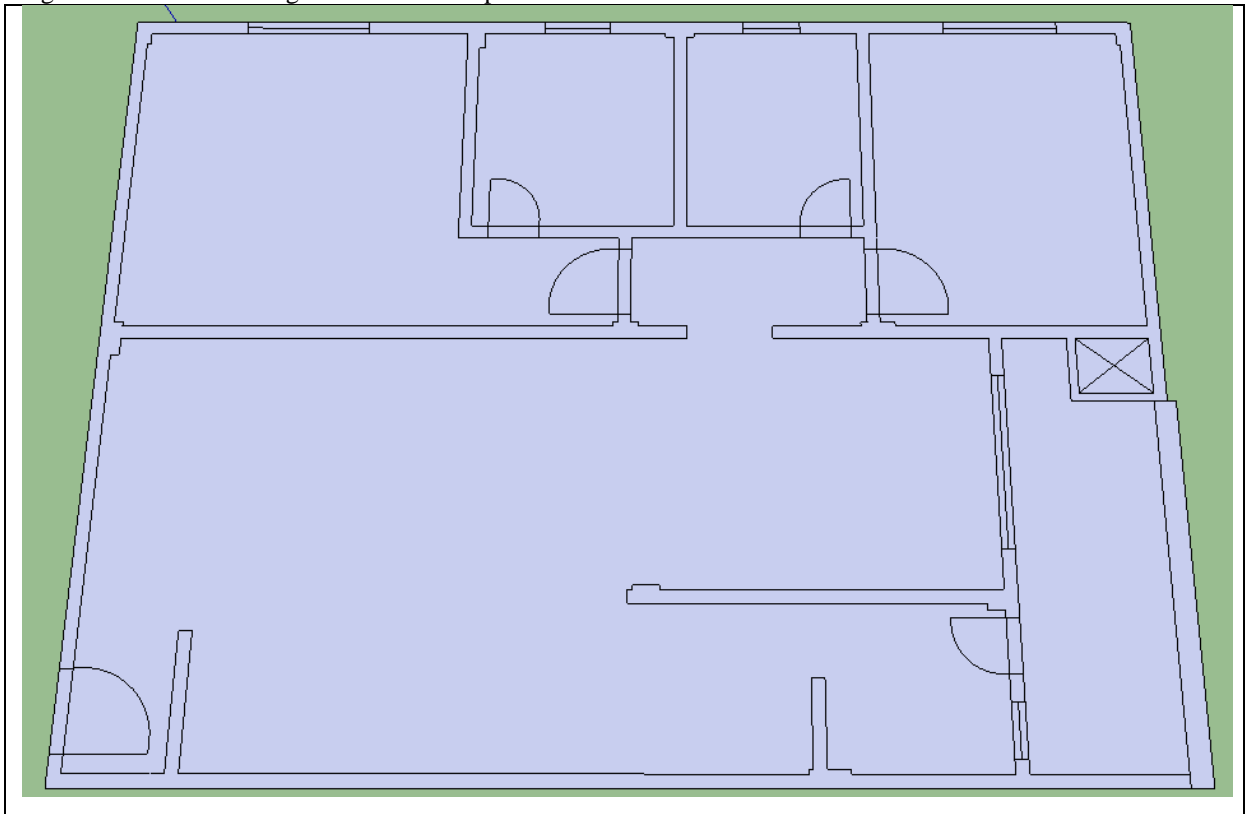
Figura 19 – Captura do Marcador via webcam.



Fonte: do Autor.

Para tal foi gerado dentro do ambiente do sketchup, uma planta baixa do apartamento proposto para estudo, para ser utilizada como base na geração do ambiente 3D imersivo, como demonstrado na Figura 20 à planta baixa em questão e a geração finalizada do apartamento prototipado para estudo.

Figura 20 – Planta baixa gerada em sketchup.



Fonte: do Autor.

5.2 RESULTADOS OBTIDOS

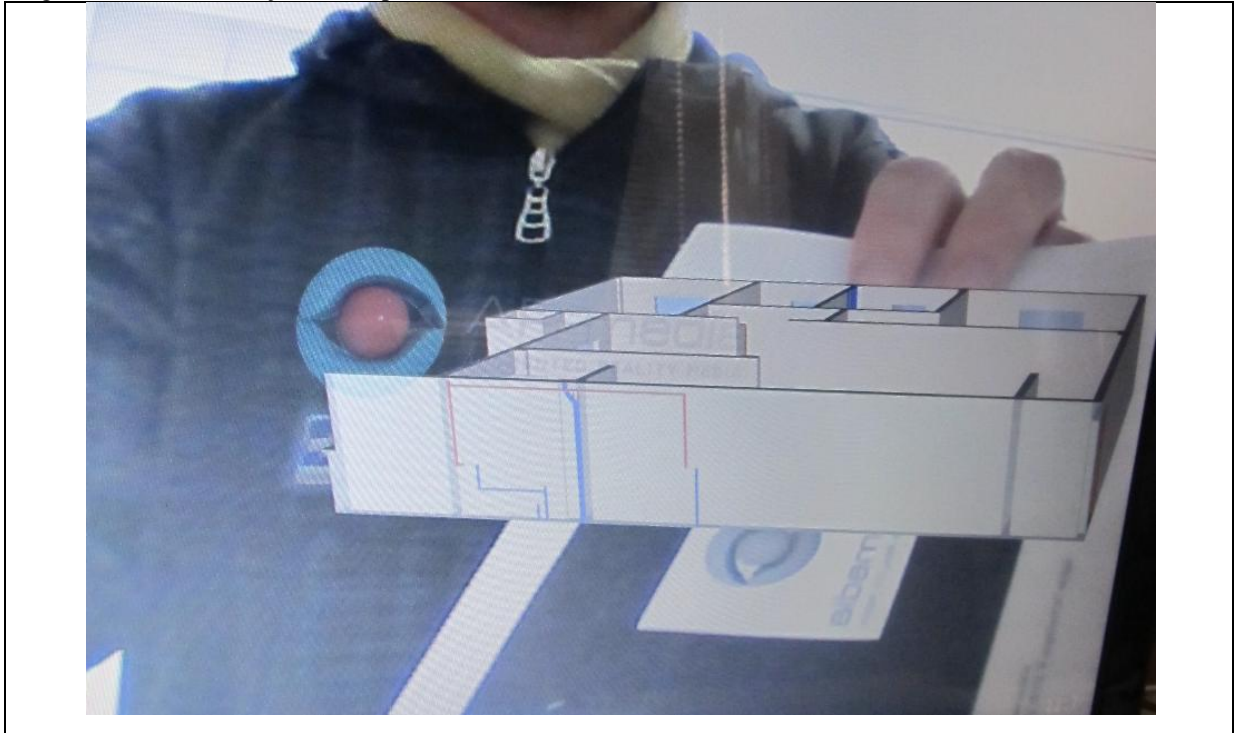
A avaliação realizada foi qualitativa, atribuindo assim uma observação direta dos usuários, usando-se do conceito de Schuhmacher (2007) e Rebelo (2009) onde diz que uma avaliação deve atingir os critérios de:

- a) avaliação da eficiência, onde se deve avaliar se o usuário ao confrontar o sistema para executar suas tarefas pretendidas, atinge as com satisfação;
- b) verificar eficiência de interação, observando-se o tempo necessário para o usuário realizar a tarefa pretendida, os problemas e as necessidades de ajuda;
- c) observar a satisfação do usuário, visando a atratividade e facilidade do usuário ao tentar executar suas tarefas;
- d) analisar o aprendizado, onde se avalia o nível de aprendizado do usuário após a utilização do software, seu nível de compreensão com relação aos controles, dispositivos de entrada e saída entre outros.

Como demonstrado na Figura 21, os resultados obtidos com a prototipação proposta, suprime uma deficiência da área da construção civil em demonstrações mais

eficientes e interativas de seus imóveis a seus clientes, tendo em vista então a melhoria da relação cliente e empresa.

Figura 21 – Demonstração Protótipo.



Fonte: do Autor.

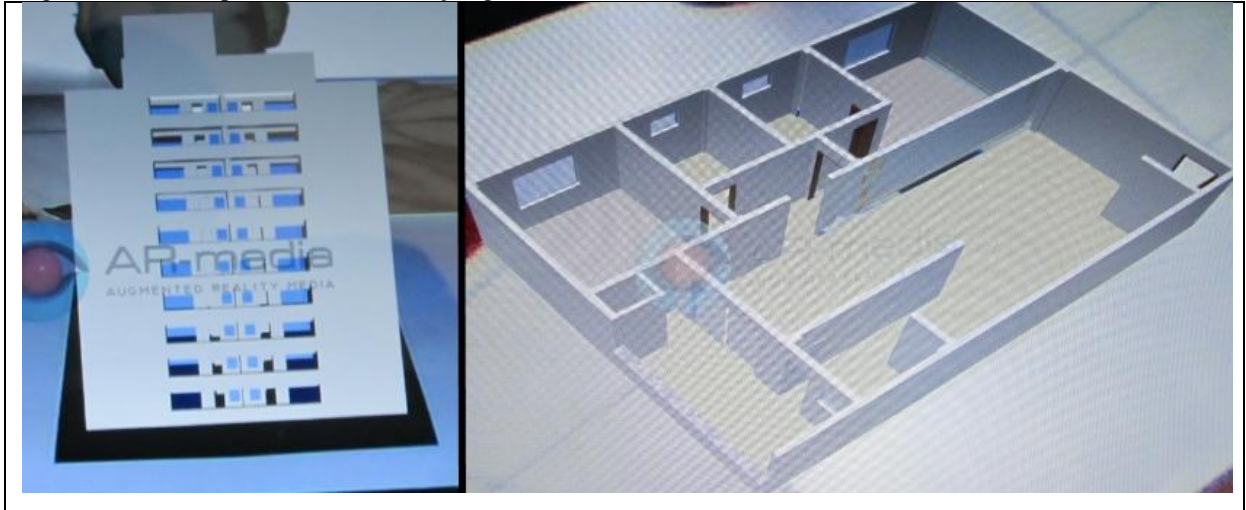
Entre as interações e visualizações tiveram sua totalidade abrangida, o que resultou em uma avaliação da proposta mais eficiente, também foi obtido êxito em facilitar o entendimento do usuário ao executar as ações proposto, devido o sistema ser intuitivo e com resposta em tempo real o que resultou em redução no tempo entre as tarefas além do aumento da atratividade de visualizações do imóvel.

O protótipo foi testado por 15 usuários leigos na área da computação gráfica, apesar de algumas dificuldades encontradas pelos mesmos inicialmente, logo demonstraram um maior interesse e fascínio pela interação e imersão proposta, afirmando tornar a compra de seu imóvel, mais atrativa e divertida. Por fim houve uma aprovação unanime dos benefícios que a implementação pode trazer a esta área e até mesmo em outras áreas que envolvem residências, como móveis pinturas, construção e mesmo informações mais amplas e relevantes sobre alguma obra de interesse.

Foi possível ter uma visão mais detalhada das dimensões do imóvel, além dos reais locais onde possíveis tubulações passam e podem gerar problemas ao usuário que deseje realizar alterações estruturais no ambiente, como pode ser visto na Figura 22. O ambiente

sendo imersivo e interativo em tempo real, possibilita visualizar com detalhes essências para o usuário alvo.

Figura 22 – Protótipo, em RA visualização geral Edifício e elétrico.



Fonte: do Autor.

Um dos usuários, formado em engenharia civil, afirmou nunca ter testemunhado este tipo de interação, e questionou a importância não apenas para os clientes, mas também para o desenvolver da obra, pois torna toda a visualização e compreensão relativamente mais eficiente.

A maior dificuldade encontrada foi com a implementação, onde houve muita incompatibilidade das ferramentas e bibliotecas. O projeto se teorizou em projetos recentes onde se utiliza a realidade aumentada no E-Commerce, ou mesmo alguns projetos que já se baseiam na sua utilização na construção civil. Seu princípio se baseia na facilitação na compreensão e imersão dos clientes com seus produtos. O projeto pode se aplicar para imersão em um apartamento, onde se pode ter uma interação com remoção de paredes, ou mesmo pinturas. Não há uma limitação para aplicações da tecnologia de realidade aumentada e mista.

Ainda tendo em vista, ser aplicável a diversas áreas da construção civil, podendo então gerar ambientes do arquitetônico, estrutural, elétrico, hidro-sanitário, emergência, gás, locação de pilares, entre outras, deixando o usuário mais interessado pelo ambiente proposto e suprimindo ainda mais esta deficiência da construção civil.

Para uma pesquisa futura, pode-se explorar ainda mais a realidade aumentada na construção civil, com novas aplicações para os canteiros de obras e mesmo buscar uma maior facilidade de utilização por base da construtora, como um sistema de integralização com o

Auto CAD através de projetos em formato “.dxf” uma extensão de livre, onde através de um protótipo ira gerar automaticamente o objeto em 3D, pronto para ser renderizado em RA. E ainda um sistema integrado com a web onde poderá diretamente do site da construtora e com um folder ou marcador impresso, visualizar e interagir com os imóveis.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo, embasado na área da realidade aumentada, consistiu em abranger a área de realidade virtual, tratando-se de um ambiente imersivo em um mundo não real, a realidade aumentada e mista, onde temos uma abrangência das tecnologias utilizadas, como a captura do marcador através da webcam e como tal a sobreposição do objeto virtual no ambiente real, que trás uma imersão mais atrativa ao usuário, a imersão é abordada de forma abrangente, com foco em criar um ambiente onde o usuário se sinta como parte do sistema, e também foi abordado toda a relação da interação, partindo do conceito da ação provocada por um usuário, que gera uma resposta do sistema, aprofundando-se em técnicas de interação na realidade aumentada.

Um modelo e protótipo de representação e manipulação de esquemas estruturais na construção civil. Com o levantamento bibliográfico, obteve-se o conceito e compreensão das funcionalidades da realidade aumentada, sequencialmente iniciou se a modelagem do sistema, fundamentado em suas funcionalidades, e a partir do qual, gerou-se um protótipo utilizando da linguagem Java, e conceitos obtidos na pesquisa.

Toda parte metodológica, fundamentou-se em pesquisas científicas, como artigos e livros, de autores conceituados na área da Realidade Virtual e Aumentada.

Tendo em vista a satisfação e praticidade obtida pelos usuários, que por ser intuitivo, seu aprendizado foi fácil e rápido, além de uma imersão muito mais eficiente, por ser interativa, diferente das formas anteriores como os folders que eram estáticos, além da interatividade proporcionada, o que deixou os usuários com novas oportunidades de modificações para os imóveis, tendo em vista a resposta em tempo real das modelagens.

A maior parte das dificuldades encontradas na elaboração da pesquisa voltou-se para parte da prototipação do ambiente imersivo, onde inúmeros *bugs* foram encontrados, inúmeras vezes mudando-se de linguagem de programação e os melhores exemplos da fundamentação desta pesquisa, são de acesso privado e com alto custo para sua obtenção, inicialmente o projeto focou-se em *opensource*, porem para sua finalização, mostrou-se necessário a compra do software Skechup Pro e do Plugin AR-Media no custo total de US\$ 245,00 dólares.

Para trabalhos futuros, a conclusão do projeto imersivo, além da adição de novos parâmetros, como reconhecimento de padrões CADs, para aumentar a facilidade de utilização do projeto pelas empresas interessadas.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR ISO 9241-210, 2011. Associação Brasileira de Normas Técnicas - Ergonomia da interação humano-sistema:Parte 210: Projeto centrado no ser humano para sistemas interativos. Rio de Janeiro: Impresso no Brasil.
- AMES A. L., NADEAU D. R., MORELAND J. L., **VRML 2.0 Source book**. 2 ed. New York, 1997.
- ARToolKIT, Site, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>. Acesso em 16 nov. 2011.
- AZUMA, R. T., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S., MACLNTYRE, B. **Recent Advances in Augmented Reality**. **IEEE Computer Graphics and Applications**, 2001.
- AZUMA, Ronald et al. **Recent Advances in Augmented Reality**. **IEE Computer Graphics and Applications**, vol.21, 2001. Site, <<http://www.cs.unc.edu/~azuma>>. Acesso em: 12 mai. 2011.
- BARBOZA, S; SILVA, B. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 408 p.
- BICHO A. L., SILVEIRA L. G., CRUZ A. J. A., RAPOSO A. B. **Programação Gráfica 3D com OpenGL, Open Inventor e Java 3D**, Campinas – SP, 2002.
- BILLINGHURST, M., KATO, H., POUPYREV, I. **The MagicBook - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality**. **Computer Graphics and Applications**, 2001.
- BOTELLA C, GARCÍA-Palacios A, VILLA H, BANOS RM, QUERO S, ALCANIZ M, RIVA G. **Virtual Reality Exposure in the Treatment of Panic Disorder and Agoraphobia: A Controlled Study**. *Clin Psychol Psychother* 2007.
- BRITO, A. **Blender 3D: Guia do Usuário**. São Paulo: Editora Novatec, 2006.
- BROWN, K, and DANIEL, P.**Ready-to-Run Java 3D**. Wiley Computer Publishing, 1999.
- CARDOSO, A. **Ambientes Virtuais: projeto e implementação**. Porto Alegre: SBC, 2003.
- CARDOSO, A; LAMOUNIER, E. **Realidade Virtual: Uma Abordagem Prática**. São Paulo: Mania de Livro, 2004. 326 p.
- DIEGO, S.; WENDER, S.; MARCOS, W; LAMAUNIER; EZORZAL. **A utilização da Realidade Aumentada para vendas no ecommerce: implementação de um protótipo para visualização de acessórios da linha de vestuário**. Goiais, 2012.
- FLARToolKit, Site, <http://digifilia.com/flartoolkit-jsartoolkit-e-os-novos-rumos-da-realidade-aumentada/>. Acesso em 01 set. 2012.

FEIJÓ, B; **Workshop Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. São Paulo: Ed. USP, 2005.

FRANK C. **Imergindo na Arquitetura com a Realidade Aumentada**. Publicado em. <http://www.portaldoarquiteto.com/blog/frank-caramelo/4326-imerindo-na-arquitetura-com-a-realidade-aumentada> 2010. Acesso em 12 nov. 2012.

GARRETT, J. J. **The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond** (2nd Edition). California: Voices That Matter, 2010.

GERALDI, T H; KIRNER, C. Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada. **Anais do II Workshop sobre Realidade Aumentada**, Piracicaba – SP, 2005.

GOMES, J.; VELHO, L., **Computação Gráfica**, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 1998.

Google, **GOOGLE Glass Site**, <http://www.google.com/glass/start/>. Acesso em 11 jul. 2012.

GUEDES, G., **Interface Humano Computador: prática pedagógica para ambientes virtuais**, Piauí, 2009.

HEWETT, T. et al. **Curricula for Human-Computer Interaction**. ACM SIGCHI Report. Site, <http://www.acm.org/sigchi/cdg>, 1996. Acesso em 17 set. 2011.

HUGHES, C.E., STAPLETON, C.B., HUGHES, D.E. & SMITH, E.M., ‘**Mixed reality in education, entertainment, and training**’, Computer Graphics and Applications, IEEE 25 , Issue:6(12), 2005.

HUTCHINS, E. L., HOLLAN, J. D. & NORMAN, D. A., **Direct Manipulation Interfaces**, In Norman, D. A. & Draper, S. W., Lawrence Erlbaum Associates, 1986.

JUNG, C. **Metodologia Para Pesquisa & Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004. 311 p.

JUNIOR, A.A.R. **Usabilidade e Maturidade na Produção de Software**. 1 ed. Minas Gerais, 2000.

KATO, H. 1999 **Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System**. Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality, Outubro 20-21, San Francisco, 1999.

KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceito, Projeto e Aplicações**. Petrópolis: Sbc - Sociedade Brasileira de Computação, 2007. 292 p.

KIRNER, C.; TORI2, R. **REALIDADE VIRTUAL: Conceitos e Tendências**. 1º São Paulo: Sbc - Sociedade Brasileira de Computação, 2004. 354 p.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas**. 2º São Paulo: Atlas, 2009. 247 p.

- NAVEDA, L. GOUYON, F. GUEDES, C. LEMAN, M., **Multidimensional microtiming in Samba music**. Brazilian Symposium on Computer Music. Recife 2009.
- NEIDER J., DAVIS T., MASON W. **OpenGL Programming Guide**. 1993.
- Nyartoolkit, **NyARToolKit** Site, <http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/>. Acesso em 11 jul. 2012.
- OLIVEIRA S, F; CLOVIS, **Estudo e Aplicação da Tecnologia de Realidade Aumentada**. Recife, 2005.
- Opengl, **OPENGL.ORG**, Site, <http://www.opengl.org>. Acesso em 20 nov. 2011.
- PIMENTEL, K; TEIXEIRA, K. **Virtual Reality: Through the New Looking Glass**. New York – McGraw-Hill Ed. 2, 1995.
- PINHANEZ, C. Interfaces Não-Convencionais. In: **Realidade Virtual – Conceitos e Tendências**. São Paulo: Editora Mania de Livros, 2004.
- PREECE, J. **A Guide to Usability: Human-Computer Interaction**. Cambridge - Addison – Wesley, 1994.
- PREECE, J. ROGERS, Y. SHARP, H. **Design de Interação**. Porto Alegre, RS. Bookman, 2005
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Interaction Design –Beyond Human-Computer Interaction**. Chichester, WestSussex, UK: Wiley, 2011.
- QUARLES, J., LAMPOTANG, S., FISCHLER, I., FISHWICK, P., & LOK, B., ‘**A mixed reality approach for merging abstract and concrete knowledge**’, Virtual Reality Conference 2008.
- ROCHA, H; BARANAUSKAS, M. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas: Nied, 2003. 242 p.
- ROGERS, Y; PREECE, J, SHARP, H. **Design de Interação Além da interação homem-computador**. Porto Alegre , 2005.
- SANTIN, R., KIRNER, C., GARBIN, T. R., DAINESE, C. A. **Ações interativas em Ambientes de Realidade Aumentada com ARToolKit**. Proc. of VII Symposium on Virtual Reality, São Paulo – SP, 2004.
- SAQOOSHA, Site, <http://saqoosha.net/en/flartoolkit/start-up-guide/> Acesso em 02 ago. 2012.
- SEGAL M. and AKELEY K. **The Design of the OpenGL Graphics Interface**. Technical report, Silicon Graphics Inc, 1996.
- SHNEIDERMAN, B. **Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction**. Reading, USA: Addison-Wesley, 1992.

SISCOUTO, R.A.; TORI, R, “**AVTC-Augmented Virtuality Tele-Conferencing**”. In: I Workshop sobre Realidade Aumentada, Piracicaba, Brasil, 2004.

SHERMAN, R. William; Craig, B. Alan. **Understanding Virtual Reality; Interface, Application and Design**. San Francisco: Morgan Kaufmann,2003.

SOWIRZAL H.A., D. N. and BAILEY M. **Introduction to Programming with Java 3D** , 1998.

SPIREWORLD, site <http://www.spireworld.in/> Acesso em 21 abr. 2012.

Sun Microsystems Java 3D Engineering Team. **Java 3D API Tutorial**. Disponível em: <http://java.sun.com/developer/onlineTraining/java3d/>. Acesso em 16 ago. 2012.

TEICHRIEB, V. **A Survey of Online Monocular Markerless Augmented Reality**. International Journal of Modeling and Simulation for the Petroleum Industry. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

TORI, Romero; KIRNER, Cláudio; SISCOUTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: Vii Symposium On Virtual Reality, 2006. 399 p.

UXnet Site, <http://uxnet.org/> Acesso em 27 jun. 2012.

VINCE, J. **Virtual Reality Systems**. Cambridge: Addison-Wesley, 1995.

VOGEL, D; BALAKRISHNAN, R. **Interactive Public Ambient Displays: transitioning from implicit to explicit, public to personal, interaction with multiple users**. In Proceedings of ACM Symposium on User Interface Software and Technology. Santa FE, New York, (2004).

Wagner, D. **Augmented Reality on Truly Mobile Devices**. Studierstube Augmented Reality Project, Site, URL: http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/artoolkitplus.php. Acesso em 10 set. 2012.

WINOGRAD, T. **Bringing Design to Software**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1996.

ZUFFO, M; PINHO, M; SOUZA, I. **SRV 2004 VII Symposium on Virtual Reality**. São Paulo - SP, 2004.

APÊNDICE A - ARTIGO

Imersão e Interação de Objetos em Ambiente Virtual com Realidade Mista

Luiz Gustavo Damiani¹, Leila Laís Gonçalves²

¹Acadêmico do Curso de Ciência da Computação – Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias – Universidade do Extremos Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma – SC

²Professora do Curso de Ciência da Computação – Unidade Acadêmica de Ciências, Engenharias e Tecnologias – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma – SC

Luizdamiani2003@yahoo.com.br, llg@unesc.net

Abstract. *Immersion and objects modeling, in augmented reality environment for lay users in computer graphics on a case study in construction. Most customers today's real estate, have difficulty viewing the same dimensions and possibilities of modifications that homeowners have their future, while still in plan. The mixed reality today can provide many new forms of interaction and immersion to numerous factors, including construction. How to view an apartment in the plant or inert 3D models can give a complete understanding of the possibilities found in the intended property in them is minimized has an idea of what really can be done, because there are numerous designs to get an idea where by an electro, mobile or wall to remove. Thus, this project aims to extend the new options in immersion and interaction with the use of mixed reality in construction, starting with an explanation of the paradigms involved in human computer interaction, deepening the augmented and mixed realities, and a brief study of its tools and libraries, thus finishing with a prototype of the proposal. The rationale used in the study through books and papers of major researchers in the field of computer graphics and augmented reality as Preece and their foundations HCI, Azuma researcher augmented reality and virtual reality researcher Kirner. This project showed a large increase in the understanding of real estate in addition to better acceptance for the sale of the same. Thus heard a great acceptance in both parties for the use of augmented reality as a new method of immersion in the construction area.*

Keywords: *Augmented Reality. Mixed Reality. Immersion. Interaction. IHC.*

Resumo. Imersão e modelagem de objetos em ambiente de realidade aumentada, para usuários leigos na computação gráfica em estudo de caso na construção civil. A maioria dos clientes hoje da área imobiliária, tem dificuldades para visualizar as dimensões e mesmo possibilidades de modificações, que seus futuros imóveis têm, enquanto ainda em planta. A realidade mista hoje pode proporcionar inúmeras formas novas de interação e imersão a inúmeros fatores, inclusive para construção civil. Como visualizar um apartamento na planta ou por modelos 3D inertes pode dar a completa compreensão das possibilidades encontradas no imóvel pretendido, neles se tem uma ideia minimizada do que realmente pode-se fazer, pois são inúmeros projetos para se ter uma mínima ideia de onde por um eletro, móvel ou

parede para remover. Desta forma, este projeto visa estender as novas opções em imersão e interação com o uso da realidade mista na construção civil, iniciando-se com uma explanação dos paradigmas envolvidos na interação humano computador, aprofundando-se nas realidades aumentada e mista, e um breve estudo sobre suas ferramentas e bibliotecas, finalizando assim com uma prototipação da proposta. A fundamentação empregada no estudo através de livros e artigos científicos de grandes pesquisadores da área da computação gráfica e realidade aumentada como Preece e suas fundamentações de IHC, Azuma pesquisador de realidade aumentada e Kirner pesquisador de realidade virtual. O presente projeto mostrou um grande aumento nas compreensões de imóveis além de melhor aceitação para a venda dos mesmos. Desta forma houve uma aceitação grande em ambas as partes para a utilização da realidade aumentada como novo método de imersão na área da construção civil.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Realidade Mista. Imersão. Interação. IHC.

1. Introdução

As formas de representação e expressão da realidade e do imaginário têm sido potencializadas pelo avanço dos recursos computacionais e de tecnologias como a Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Mista. A aplicação desses recursos e tecnologias na criação de mundos tridimensionais simulados tem possibilitado que o usuário possa manipular e explorar ambientes reais virtualizados com a nítida impressão de estar dentro dele.

Para Tori, Kirner e Siscoutto [2006], a Realidade Virtual (*virtual reality*) é uma interface avançada para aplicações de computador na qual o usuário navega e interage, em tempo real utilizando dispositivos multissensoriais, em um ambiente tridimensional gerado computacionalmente. A Realidade Aumentada (*augmented reality*) é entendida como a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, sendo apresentada em tempo real ao usuário a partir de um dispositivo tecnológico, utilizando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais. Já a Realidade Misturada (*mixed reality*) é vista como a sobreposição de objetos virtuais gerados computacionalmente com o ambiente físico, apresentada em tempo real ao usuário, com o apoio de algum dispositivo tecnológico. A Realidade Misturada apresenta duas modalidades: Realidade Aumentada e Virtualidade Aumentada.

Outro grande foco nestes estudos parte da Interação Humano Computador é a área da Ciência da Computação que estuda a comunicação entre humano e computador. A IHC se preocupa “com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles” [Rocha; Baranauskas, 2003].

Com base nisto, o objetivo deste trabalho se faz em modelar e prototipar um ambiente virtual imersivo e interativo com uso de realidade mista aplicado em estudo de caso na construção civil.

2. Interação Humano-Computador: Conceitos e Projetos

Beacker e Buxton [1987] conceituam IHC como um grupo de processos, ações ou mesmo diálogos no qual um usuário, neste caso específico humano, interage com um computador ou sistema computacional. Para Barbosa e Silva [2010], a Interação Humano Computador é descrita como o meio utilizado para estabelecer uma comunicação entre o usuário e o computador de forma a proporcionar respostas para qualquer ação desferida pelo o usuário.

Desta forma, o que ocorre durante a comunicação do homem e o computador, é considerado IHC, independente da forma de interação e do ambiente que o cerca, enquanto que a interface seria o sistema do computador que mapeia as ações do usuário quando o mesmo efetua a solicitação de algum

processamento ao sistema, então a interação envolve além da interface, também o ambiente físico onde o trabalho é realizado [Guedes, 2009].

2.1 Interface, Interação e IHC

O termo interface surgiu em 1880, porém apenas em 1960 foi implementado para ciências da computação. Pode-se compreender a relação entre interface e interação como partes de um sistema interativo. Neste sentido, a interface é o meio que permite a comunicação entre sistema e usuário e a interação é a ação sobre este meio que é a interface como demonstrado na figura 2 e abordado mais aprofundadamente em tópicos seguintes.

A evolução das interfaces e dos dispositivos com que o usuário passou a utilizar para manipular estes meios proporcionou o surgimento de paradigmas de interação [Amyris, 2007]. Sendo assim, os estudos em IHC extrapolaram o meio de uso para atender também as formas de utilização.

Olher [2004] afirma que o crescimento contínuo em IHC tem proporcionado benefícios ao desenvolvimento de softwares, como o surgimento de novas abordagens para corresponder melhor às necessidades dos usuários e propiciar uma melhor experiência de uso. A evolução dos dispositivos e formas de interação tem propiciado interfaces cada vez mais interativas e com formas diversificadas.

2.2 Experiência do Usuário

A experiência de uma pessoa quando interage com um projeto específico está qualificada no sentimento do usuário quando utiliza um produto, sistema ou serviço e no prazer e satisfação suscitados no contato com este artefato [Preece; Rogers; Sharp, 2011]. De acordo com os autores, não se projeta as experiências dos usuários propriamente, mas é possível criar condições para que elas sejam despertadas de forma. A qualidade da experiência do usuário pode determinar o uso ou desuso de produtos e serviços e se não for provida de uma maneira positiva, as pessoas certamente não os usarão mais [Garrett, 2010].

Como pode ser visto na (Figura 1), a pirâmide de hierarquia experiência de uso é dividida em três patamares. Na base têm-se a experiência de uso do nível “Funcional” no qual se entende que as aplicações funcionam de forma útil e confiável. No patamar intermediário as aplicações atendem têm o nível “Usável”, onde as aplicações são classificadas como fáceis de usar. No topo está o nível “Prazeroso”, onde as aplicações são legais e agradáveis de usar podendo ser consideradas uma experiência que vale a pena compartilhar.

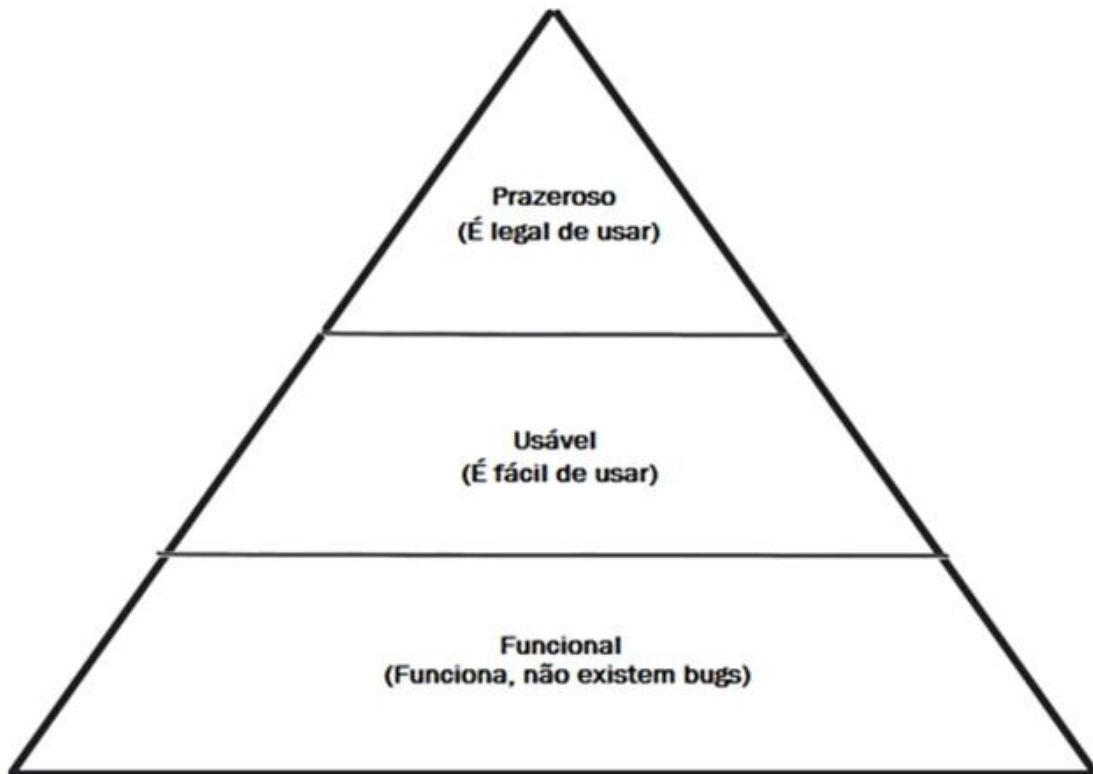


Figura 1. Hierarquia de Necessidades.

2.3 Projeto de Interação com Usuário

O projeto de interação com usuário é uma atividade prática e criativa que tem por objetivo final o desenvolvimento de um projeto que, da forma mais simples possível, ajude os usuários a atingirem suas metas. Envolve uma série de processos e instrumentos relacionados ao usuário que utilizará o sistema considerando não há um modelo correto, mas possibilidades que devem ser adequados à maioria dos usuários. Uma característica importante é o detalhamento das atividades executadas pelo usuário em uma aplicação [Hudson, 2000].

A primeira etapa é a identificação das necessidades e o estabelecimento dos requisitos, corresponde à base de requisitos do produto ou software em questão, ele sustenta o desenvolvimento e o design do mesmo, já que sua principal função é conhecer o usuário alvo.

Na segunda etapa tem-se o desenvolvimento dos projetos alternativos que vão de encontro aos requisitos, consiste na atividade principal de um projeto de interação. Nesta etapa o projeto conceitual do produto ganhara forma, juntamente com as descrições do que devera fazer, e assim se iniciara o projeto físico.

As versões interativas são construídas na etapa três de maneira que possam ser comunicadas e analisadas. São simulados os processos de interação, podendo se ter uma análise direta do usuário alvo, se o projeto esta atendendo suas necessidades, normalmente são criadas as versões prototipadas para mostrar aos usuários, porem podem-se utilizar protótipos em papel devido à rapidez no desenvolvimento.

Na etapa final é realizada a avaliação do que esta sendo construído e é medida sua aceitabilidade. Nesta etapa se determina a usabilidade e aceitabilidade do produto através de inúmeros critérios, como erros cometidos pelo usuário, à atratividade que o projeto trás ao usuário e mesmo o preenchimento dos requisitos, alem de passar por testes de qualidade para a certificação do produto final.

3. Realidade Virtual, Aumentada e Mista: Conceitos e Projetos

O desenvolvimento de interfaces tangíveis de usuário demanda tecnologias que simulem experiências reais. Desta forma, Realidade Virtual, Aumentada e Mista são tecnologias para interações avançadas entre o usuário e o sistema computacional, cada uma com suas peculiaridades, a Realidade virtual,

envolve ambientes gráficos controlados, dentro do computador, a Realidade Aumentada, envolve trazer objetos virtuais para o mundo real através de marcadores específicos, e a Realidade Mista, captura todo o ambiente real e virtual criando uma mescla entre os dois de resposta em tempo real.

Cardoso e Lamounier [2004] apresentam a Realidade Virtual como um novo paradigma, onde o usuário não é visto mais em frente a um monitor e sim onde este se sentirá dentro da sua própria aplicação. A Realidade Aumentada é uma área que desenvolve mundos, ambientes, objetos ou cenas virtuais, gerados computacionalmente, e os combina com o mundo real, de vivência do usuário, aumentando as informações contidas no universo real do mesmo [Azuma, 2001]. A Realidade Mista é descrita por Providelo [2004] como algo que abrange tanto os conceitos de Realidade Virtual quanto de Realidade Aumentada, pois sobrepõe objetos virtuais e reais em tempo real.

3.1 Imersão

Imersão é um conceito chave em tecnologias como RV, RA e RM sendo amplamente difundido e definido por autores como Dansky [2006], Murray [2003], Sodowski e Stanney [2002], entre outros. Como conceito convergente, imersão está relacionada à sensação do usuário estar embutido em um dado ambiente virtual simulado, ou seja, sentimento de presença. De acordo com Mendonça e Mustaro [2011], a imersão está presente em jogos eletrônicos (*Kinect*, *Exergames*), em aplicações computacionais de RV, RA e RM, em filmes, ente outros.

Para aumentar a sensação de realidade com a imersão e melhores interações, algumas aplicações utilizam objetos e ambientes reais no mundo virtual, conhecido como virtualidade aumentada, já outros enriquecem o ambiente real com objetos virtuais, o que tende trazer o virtual para o real, conhecido como realidade aumentada [Duarte, 2006].

3.2 Realidade Virtual

A Realidade Virtual desencadeou uma grande mudança no desenvolvimento de interfaces propiciando novas e avançadas formas de interações mais inerentes aos seres humanos, permitindo assim que os usuários tenham uma interação mais intuitiva.

A Realidade Virtual visa à modelagem de ambientes virtuais tridimensionais, criando espaços que simulam mundos, onde reproduz o real no virtual. Ela ainda proporciona que visitemos lugares diferentes criados pelo computador, além de poder visualizar objetos ou mesmo eventos que ainda não se manifestaram na realidade [Duarte, 2006]. Os sistemas de RV podem ser compostos basicamente por quatro componentes [Pinho, 1997]: usuário, interface, controle de diálogo e aplicação, conforme demonstra a (Figura 2).

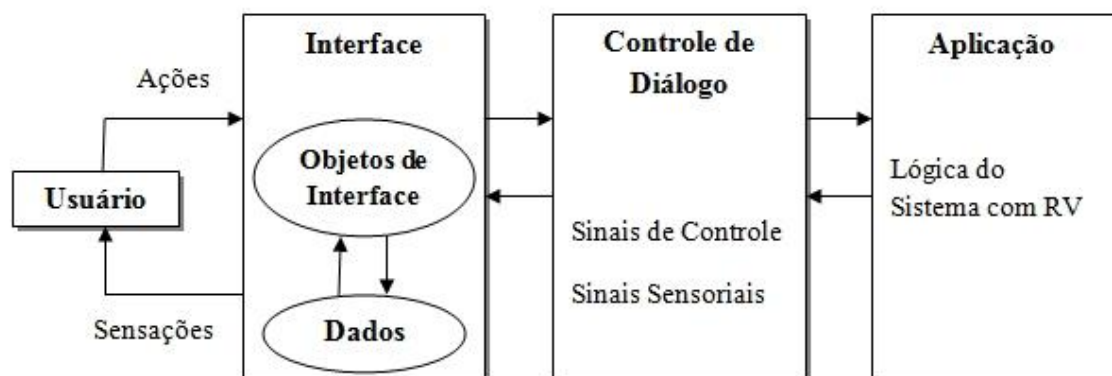


Figura 2. Sistema de representação dos componentes da Realidade Virtual.

3.2 Realidade Aumentada

O avanço dos estudos em Realidade Virtual permitiu o aparecimento de um novo conceito, a Realidade Aumentada, onde o ambiente real é aumentado com objetos virtuais, com a necessidade de alguns dispositivos tecnológicos. As aplicações de RA passaram a ser mais

acessíveis a partir dos anos 2000, com a evolução, disponibilização e barateamento dos dispositivos.

Na RA, a interação ocorre de maneira mais intuitiva na qual o usuário manipula objetos virtuais a partir de objetos reais, utilizando marcadores especiais. E estes objetos virtuais devem ficar em harmonia como se estivessem realmente no mesmo plano material, tudo é visualizado por câmeras ou outro meio óptico como os óculos de RA. Os objetos, em sua maioria, podem ser afetados por movimentos, por comandos de voz ou mesmo por modificações no estado de posicionamento do marcador de geração da imagem [Azuma, 2001].

3.3 Realidade Mista

Em termos gerais a Realidade Mista é a união da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada, uma vez que esta abrange tanto o real como o virtual, o que referêcia que um usuário pode interagir tanto no mundo real como no virtual em uma mesma aplicação [Kirner; Tori, 2004]. Sua denominação consiste na junção de um ambiente virtual em um mundo real, fundindo assim os diversos tipos de displays que estes sistemas mistos utilizam [Milgram; Kishino, 1994].

Uma grande vantagem da RM é não abranger apenas sinais como marcadores, ela capta todo ambiente real, e o analisa como um todo, desta forma todos os elementos reais assim como todos os virtuais, fazem parte do mesmo plano, como pode ser visto no *Google Glass*, o óculos de realidade mista da Google, visto na (Figura 3)



Figura 3. Google Glass

3.4 Registro e Posicionamento de Objetos e Marcadores

Rastreamento em ambientes de RA e RM têm como principal função a identificação de objetos marcadores, que podem ser não apenas as placas de marcadores, mas também a posição das mãos, cabeça, pernas, olhos, boca, e até mesmo o próprio usuário, o que permite ao mesmo executar inúmeras ações e comandos nestes ambientes. Como se realmente fizesse parte como um todo com os objetos ou ambientes virtuais, possibilitando tocar, arrastar, pegar, soltar, movimentar por comandos, entre outras diversas ações que o objeto virtual permitir [Siscouto; Costa, 2008].

A matriz de calibração da câmera é dada por:

$$K = \begin{bmatrix} \alpha x & s & u & 0 \\ 0 & \alpha y & v & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

Onde αx e αy são proporcionais a distancia focal com pesos k_x e k_y definidos pela quantidade de pixels em cada direção, então αx e αy são definidos por $k_x * f$ e $k_y * f$, já u_0 e v_0 são as coordenadas correspondentes ao ponto principal da câmera e S é o coeficiente de *skew* da câmera que define a relação entre as direções dos eixos do pixel da câmera [Teichrieb, 2007].

A maior parte da representação de objetos da Realidade Aumentada e mesmo da Realidade Mista, é feita por reconhecimento de marcadores, que consiste em um quadrado de bordas pretas, com um padrão central que o torna único e distinguível de outros marcadores, não a restrições quanto à imagem central, ficando a critério do desenvolvedor da aplicação que o utilizara.

Há muitas ferramentas que geram marcadores, podemos citar o site *Marker Generator* [<http://flash.tarotaro.org/ar/MGO2.swf>], nele torna se possível criar e utilizar marcadores, definindo poucos parâmetros.

4. Sirem – Sistema de Interação com Realidade Mista

Esta pesquisa consistiu Modelar e prototipar um ambiente virtual imersivo e interativo com uso de Realidade Mista aplicado em estudo de caso na Construção Civil. Para atingir o objetivo proposto nesta pesquisa foram efetuados: uma pesquisa bibliográfica embasada em Interação Humano Computador (IHC), Imersão, Interação, Realidade virtual, Realidade Aumentada, Realidade Mista e Interação com Usuário (UX). Dentro do desenvolvimento ouve a modelagem de um ambiente imersivo em RM, focado na IHC, que tornou-se o principio do protótipo proposto.

4.1 Modelagem da PIU

Foi desenvolvido em três etapas, iniciando pelo levantamento bibliográfico, que gerou o conhecimento necessário para o surgimento do primeiro modelo em UML e finalização com a modelagem do protótipo no software Sketchup com a utilização do plugin AR-Media de realidade mista.

5. Resultados

Entre as interações e visualizações tiveram sua totalidade abrangida, o que resultou em uma avaliação da proposta mais eficiente, também foi obtido êxito em facilitar o entendimento do usuário ao executar as ações proposto, devido o sistema ser intuitivo e com resposta em tempo real o que resultou em redução no tempo entre as tarefas além do aumento da atratividade de visualizações do imóvel.

Foi possível ter uma visão mais detalhada das dimensões do imóvel, além dos reais locais onde possíveis tubulações passam e podem gerar problemas ao usuário que deseje realizar alterações estruturais no ambiente, como pode ser visto na (Figura 4). O ambiente sendo imersivo e interativo em tempo real, possibilita visualizar com detalhes essências para o usuário alvo.

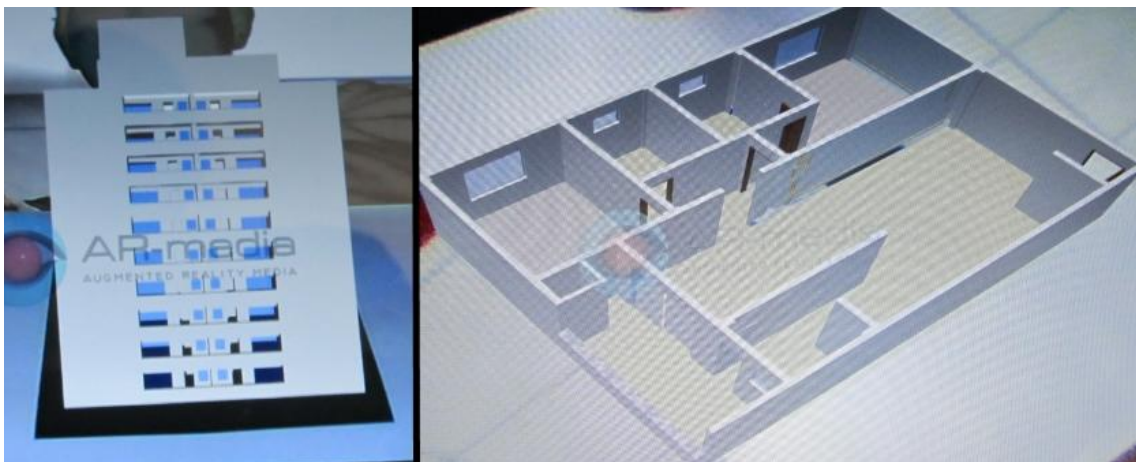


Figura 4. Protótipo em Realidade Mista visualização geral, Edifício e Elétrico.

Ainda tendo em vista, ser aplicável a diversas áreas da construção civil, podendo então gerar ambientes do arquitetônico, estrutural, elétrico, hidro-sanitário, emergência, gás, locação de pilares, entre outras, deixando o usuário mais interessado pelo ambiente proposto e suprimindo ainda mais esta deficiência da construção civil.

6. Conclusão

O presente estudo, embasado na área da realidade aumentada, consistiu em abranger a área de realidade virtual, tratando-se de um ambiente imersivo em um mundo não real, a realidade aumentada e mista, onde temos uma abrangência das tecnologias utilizadas, como a captura do marcador através da webcam e como tal a sobreposição do objeto virtual no ambiente real, que trás uma imersão mais atrativa ao usuário, a imersão é abordada de forma abrangente, com foco em criar um ambiente onde o usuário se sinta como parte do sistema, e também foi abordado toda a relação da interação, partindo do conceito da ação provocada por um usuário, que gera uma resposta do sistema, aprofundando-se em técnicas de interação na realidade aumentada.

Tendo em vista a satisfação e praticidade obtida pelos usuários, que por ser intuitivo, seu aprendizado foi fácil e rápido, além de uma imersão muito mais eficiente, por ser interativa, diferente das formas anteriores como os folders que eram estáticos, além da interatividade proporcionada, o que deixou os usuários com novas oportunidades de modificações para os imóveis, tendo em vista a resposta em tempo real das modelagens.

Espera-se que o levantamento bibliográfico e os testes realizados neste trabalho possam ser ampliados e utilizados no quesito de demonstrações futuras dos imóveis nesta área civil.

Referências

AZUMA, R. T., BAILLOT, Y., BEHRINGER, R., FEINER, S., JULIER, S., MACLNTYRE, B. **Recent Advances in Augmented Reality**. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 2001.

BARBOZA, S; SILVA, B. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CARDOSO, A; LAMOUNIER, E. **Realidade Virtual: Uma Abordagem Prática**. São Paulo: Mania de Livro, 2004.

HUGHES, C.E., STAPLETON, C.B., HUGHES, D.E. & SMITH, E.M., ‘**Mixed reality in education, entertainment, and training**’, *Computer Graphics and Applications*, IEEE 25 , Issue:6(12), 2005.

GARRETT, J. J. **The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond (2nd Edition)**. California: Voices That Matter, 2010.

GUEDES, G., **Interface Humano Computador: prática pedagógica para ambientes virtuais**. Piauí, 2009.

KIRNER, C.; TORI2, R. **REALIDADE VIRTUAL: Conceitos e Tendências**. 1º São Paulo: Sbc - Sociedade Brasileira de Computação, 2004.

PREECE, J. ROGERS, Y. SHARP, H. **Design de Interação**. Porto Alegre, RS. Bookman, 2005

PREECE, Jennifer.; ROGERS, Yvonne.; SHARP, Helen. **Interaction Design –Beyond Human-Computer Interaction**. Chichester, WestSussex, UK: Wiley, 2011.

ROCHA, H; BARANAUSKAS, M. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Campinas: Nied, 2003.

TEICHRIEB, V. **A Survey of Online Monocular Markerless Augmented Reality**. **International Journal of Modeling and Simulation for the Petroleum Industry**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

TORI, R; KIRNER, C; SISCOUTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: Vii Symposium On Virtual Reality, 2006.

ZUFFO, M; PINHO, M; SOUZA, I. **SRV 2004 VII Symposium on Virtual Reality**. São Paulo - SP, 2004.