



**MÁRIO HENRIQUE ALMEIDA TORQUETE**

**PROPOSTA DE UM LEVANTAMENTO DE  
REQUISITOS PARA O PROJETO UFLA 3D**

**LAVRAS - MG**

**2011**

**MÁRIO HENRIQUE ALMEIDA TORQUETE**

**PROPOSTA DE UM LEVANTAMENTO DE REQUISITOS PARA O  
PROJETO UFLA 3D**

Monografia de graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Sistemas de Informação para obtenção do título de Bacharel em Sistemas da Informação.

Orientadora

Dra. Ana Paula Piovesan Melchiori

**LAVRAS – MG**

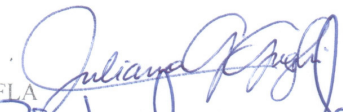

**2011**

MÁRIO HENRIQUE ALMEIDA TORQUETE

PROPOSTA DE UM LEVANTAMENTO DE REQUISITOS PARA O  
PROJETO UFLA 3D

Monografia de graduação  
apresentada ao Departamento de  
Ciência da Computação da  
Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do curso  
de Sistemas de Informação para  
obtenção do título de Bacharel em  
Sistemas de Informação.

APROVADO em 21 de Novembro de 2011.

P/ Dr. Raphael Winckler de Bettio - UFLA   
Dr. Rêmulo Maia Alves - UFLA 

  
Dra. Ana Paula Piovesan Melchiori  
Orientadora

LAVRAS – MG

2011

*A Ione Miranda e Aldair Torquete (in memoriam), meus avôs paternos.*

*A Orildes Soares e Sebastião Almeida, meus avôs maternos.*

*Aos meus pais, Mário Lúcio e Vanúzia e minha irmã, Mariana.*

*A Rita de Cássia e Aníbal Barbosa, meus padrinhos de batismo.*

*A Edmilson Vilela, meu padrinho de consagração.*

*Aos meus tios, primos e toda minha família Almeida e Torquete.*

*Em especial, a*

*Daniele Cristina da Silva, meu amor.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência da Computação (DCC), pela ajuda no decorrer da graduação.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Departamento de Ciência da Computação e do Departamento de Administração e Economia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos e harmoniosa convivência.

A professora Dra. Ana Paula Piovesan Melchiori pela orientação, paciência e dedicação com meu projeto e minha monografia que foram de grande relevância para meu crescimento profissional.

Ao professor Dr. Antônio Carlos dos Santos pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Dr. Raphael Winckler de Bettio e Dr. Jordan Paulesky Juliani pela orientação nos projetos e pela amizade.

Ao professor Rêmulo Maia Alves, pelos conhecimentos repassados nas várias disciplinas ministradas e se dispor a participar como membro da banca.

Aos meus amigos e colegas que me ajudaram ao decorrer desses anos, foram de grande importância para minha formação e crescimento profissional.

*“640K é mais memória do que qualquer pessoa vai precisar”*(**Bill Gates, 1981**).

## **RESUMO**

O Projeto UFLA 3D tem intuito de criar a Universidade Federal de Lavras em 3D, oferecendo a possibilidade de visita-la virtualmente e apresentar recursos como procura de livros na biblioteca, traçar caminhos pela universidade. Para o desenvolvimento do projeto uma etapa importante é a da definição dos requisitos necessários que constituirá o software que são os requisitos Gerais, que descreve como será o software, Funcionais, que descreve as ferramentas do software, Não Funcionais, que descreve a composição do software e os requisitos de interface, que descreve as características visuais do software. O presente trabalho é constituído dos requisitos necessários estabelecidos para o desenvolvimento do Projeto UFLA 3D, de quais ferramentas serão utilizadas, descrição do software, características e funcionalidade separados em tipos de dispositivo para acesso, como notebook, servidor, desktops, tablet e celular.

Palavras-chave: Análise de requisitos, Realidade Virtual, Realidade Aumentada, 3D.

## **ABSTRACT**

The UFLA 3D project goal of creating the Federal University of Lavras in 3D, offering the possibility to visit it virtually and resources as demand for books in the library, tracing paths by the university. For the development of the project an important step is to define the necessary requirements that will be the software that are the general requirements, describes how the software will be, Functional, describes the software tools, No Functional, describes the composition of software and interface requirements, describes the visual characteristics of the software. This work consists of the requirements established for the development of 3D Design UFLA, what tools will be used, software description, features and functionality into separate types of device to access, such as notebook, server, desktop, tablet and mobile.

**Keywords:** Requirements Analysis, Virtual Reality, Augmented Reality, 3D.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 Modelagem Tridimensional.....	12
2.2 Realidade Virtual.....	15
2.3 Realidade Aumentada.....	21
2.4 Análise de Requisitos.....	27
2.5 Análise de Interfaces.....	30
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCURSSÕES.....</b>	<b>36</b>
4.1 Requisitos Gerais.....	36
4.1.1 Definição de níveis de resolução.....	37
4.1.2 Modo de Navegação.....	37
4.2 Requisitos Não Funcionais.....	37
4.2.1 Ferramentas Auxiliares.....	39
4.2.2 Características.....	40
4.2.3 Modo de Navegação.....	42
4.3 Requisitos Funcionais.....	42
4.3.1 Modo de Navegação.....	43
4.4 Requisitos de Interfaces.....	44
4.4.1 Modo de Navegação.....	45
<b>5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>46</b>
REFERÊNCIAS.....	48



## **LISTA DE SIGLAS**

RV	Realidade Virtual
RA	Realidade Aumentada
ESPM	Escola de Aviação da Polícia Militar
E/S	Entrada e Saída
UFLA	Universidade Federal de Lavras

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Logotipo do Projeto UFLA 3D.....	12
Figura 2	Modelagem no 3D Max.....	13
Figura 3	Modelagem no Blender.....	14
Figura 4	Objetos usados para Realidade Virtual.....	16
Figura 5	Simulação da Realidade Virtual.....	18
Figura 6	Aplicações da Realidade Virtual.....	19
Figura 7	Aplicações da Realidade Virtual.....	20
Figura 8	Projeto Kinect.....	21
Figura 9	Aplicação da Realidade Aumentada.....	23
Figura 10	Funcionamento da Realidade Aumentada.....	23
Figura 11	Cartão usado para Realidade Aumentada.....	24
Figura 12	Diagrama de Interação.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Kirner (2008), a Realidade Virtual integra várias áreas multidisciplinares como a computação gráfica, sistemas distribuídos, computação de alto desempenho, sistemas de tempo real, periféricos, dentre outros, surgindo no Brasil na década de 90 impulsionada pelo avanço tecnológico.

Segundo Kirner (2008), na década de 50, a Força Aérea dos Estados Unidos construíram simuladores de voo para a realização de testes. Este foi o surgimento da Realidade Virtual. Em 1958, a empresa Philco desenvolveu um par de câmeras remotas e o protótipo de um capacete com monitores que permitiam uma sensação de presença dentro do ambiente.

Segundo Kirner (2008), na década de 60, Ivan Sutherland fez as primeiras aplicações da Realidade Aumentada, porém sem muita evolução. Em 1995, surgiram os primeiros dados sobre Realidade Virtual no Brasil pelo Professor Cláudio Kirner, que realizou seu Pós-Doutorado em Realidade Virtual. Na mesma época, o Professor Antônio Hélio Guerra Viera criou um grupo de Realidade Virtual na USP, onde surgiram vários trabalhos e artigos publicados.

Em 2007, a Realidade Aumentada obteve avanços em suas técnicas de visão computacional e integrada à webcam. Estas duas integrações, Realidade Virtual e Realidade Aumentada são utilizadas no projeto.

O projeto UFLA 3D teve início em 2009 e consiste em criar a Universidade Federal de Lavras de maneira tridimensional, envolvendo outras tecnologias, integrando o mundo real com o mundo virtual. O intuito é auxiliar a comunidade acadêmica, para melhor conhecer a universidade utilizando a Realidade Aumentada e tecnologias remotas, servindo como um acessório para os estudantes.

O objetivo é estabelecer os requisitos do desenvolvimento de um sistema 3D utilizando Realidade Virtual e Realidade Aumentada para localização dentro do campus da UFLA. Para tanto, será feito um levantamento de características de interface com usabilidade, consistência, facilidade de recuperação, design da interação dentre outros.

Para o desenvolvimento das interfaces serão usados outros componentes como os programas de para modelagem tridimensional, que serão usados para criar a Universidade Federal de Lavras em 3D.

Este projeto vai contribuir efetivamente para o desenvolvimento da universidade, pois esta estará à frente de outras em relação à tecnologia, envolvendo o mundo real com o mundo virtual, sendo útil, principalmente, para os novos alunos que utilizarão esta ferramenta como auxílio.

Sendo assim, a análise de requisitos é o primeiro passo para o desenvolvimento do projeto UFLA 3D.

No capítulo 2 é descrito o Referencial Teórico utilizado para descrever o projeto com base na modelagem tridimensional, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e análises de requisitos funcionais, não funcionais e de interfaces.

No capítulo 3, descreve-se a pesquisa empregada na Metodologia para a extração dos dados.

No capítulo 4, descrevem-se os resultados alcançados e discussões propostas para a obtenção do objetivo submetido.

No capítulo 5 descrevem-se as considerações finais e trabalhos futuros do Projeto UFLA 3D.

No capítulo 6, descrevem-se as Referencias Bibliográficas utilizadas na monografia.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os principais temas a serem discutidos e entendidos para se chegar ao resultado esperado são Modelagem Tridimensional, Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Análise de Requisitos e Análise de Interfaces. Estes são recursos fundamentais para o desenvolvimento do Projeto UFLA 3D, ilustrado na Figura 1.



**Figura 1:** Logotipo do Projeto UFLA 3D

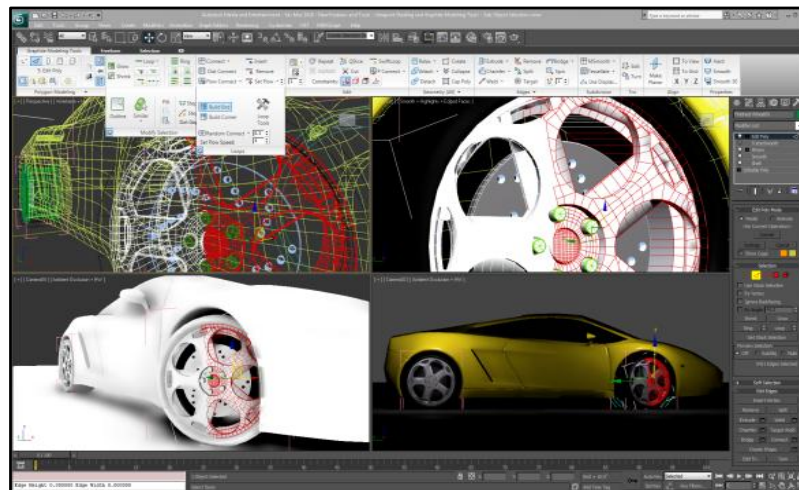
### 2.1 Modelagem Tridimensional

Segundo Pontuaki (2011), o estudo de ferramentas e técnicas de modelagem em 3D pode ser utilizado em qualquer área que seja necessária a geração de modelos tridimensionais, geração de imagens renderizadas, animação e jogos para transpor objetos para ambientes virtuais. Em especial nesse projeto, a transposição de objetos educacionais para realidade virtual.

Segundo Oficina da Net (2010), a modelagem tridimensional tem como objetivo a geração de entidades em três dimensões, geração de cenas estáticas, imagens em movimento (animação), com ou sem interatividade. Para elaboração são utilizadas ferramentas computacionais avançadas e direcionadas para este tipo de tarefa. Atualmente os programas mais utilizados como ferramenta são *Blender*, *Maya* e *3D Studio Max*.

Segundo a empresa *Autodesk* (2010), desenvolvedora do *3D Studio Max*, o software tem como característica ser um software proprietário de modelagem tridimensional, que desenvolve modelagem 3D integrada, animação, renderização, composição que permite aos modeladores e designers mais rapidez e eficiência para a sua criação, como mostra a Figura 2. As duas versões da tecnologia de núcleo, partes e funções, oferecem experiências diferenciadas e especializadas com conjuntos de ferramentas aos desenvolvedores de jogos, artistas de efeitos visuais e designers gráficos, por um lado, e os arquitetos, designers, engenheiros e especialistas de visualização do outro.

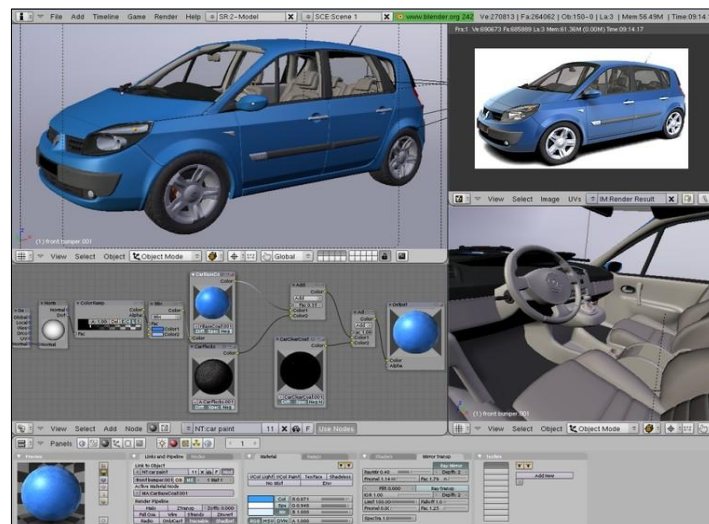
Este software pode ser utilizado em qualquer área que seja necessária a criação de modelagem tridimensional, geração de imagens renderizadas, animação e jogos. Algumas áreas como arquitetura, design industrial, engenharia, animação, produção de vídeos e desenvolvimento de jogos já utilizam esse tipo de ferramenta.



**Figura 2:** Modelagem no 3D Max

Fonte: ANIMAC BLOG; Roda – Modelagem Aro e Pneu, 2010

Segundo a *Blender Foundation* (2010), o programa *Blender* é um software livre de código aberto, desenvolvido pela *Blender Foundation*, para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D como mostra a Figura 3. O programa é multiplataforma, estando, portanto, disponível para diversos sistemas operacionais, além de implementar ferramentas similares às de outros programas proprietários.



**Figura 3:** Modelagem no Blender

Fonte: BOTELHO, T.: *Jogo Open Source em Blender*, 2009

Segundo Tiné (2010), a modelagem em três dimensões conta com uma enorme variedade de ferramentas, permitindo uma comunicação mais fácil entre dois programas diferentes e usuários iguais. São as mais conhecidas: técnica por polígonos, técnica por vértices e técnica por bordas. Todas elas são realizadas através da criação de uma malha complexa de segmentos que dão forma ao objeto. Há muito tempo começaram a surgir cinemas em 3D, que utilizando óculos especiais, permite que o público veja filmes inteiros com imagens que praticamente saiam da tela do cinema.

Atualmente o espetáculo é mais moderno e mais seguro. Pois, antigamente, os filmes em 3D podiam provocar dor de cabeça e outros sintomas, que fizeram esta aplicação da tecnologia 3D parar por alguns anos. Hoje, os filmes em 3D voltaram com tudo em desenhos e filmes.

Segundo a Oficina da Net (2010), a modelagem tridimensional é usada também para criar livros, como no caso do *Guinness Book 2009*, o livro dos recordes, que é acompanhado de óculos especiais, para a visualização de algumas figuras do livro com o efeito tridimensional.

## **2.2 Realidade Virtual**

Segundo Edison Silva (2010), a Realidade Virtual é uma tecnologia de interface avançada entre um usuário e um sistema computacional. O objetivo dessa tecnologia é recriar ao máximo a sensação de realidade para um indivíduo, levando-o a adotar esta interação como uma de suas realidades temporais. Para isso, essa interação é realizada em tempo real, com o uso de técnicas e de equipamentos computacionais que ajudam na ampliação do sentimento de presença do usuário.

Segundo Edison Silva (2010), além da compreensão da Realidade Virtual como simulação da realidade através da tecnologia, a Realidade Virtual também se estende a uma apreensão de um universo não real, um universo de ícones e símbolos, mas permeando em um processo de significação onde o espectador desse falso universo fornece créditos de um universo real.

Em suma, segundo Silva (2010), uma realidade ficcional, através de relações intelectuais é compreendida como sendo muito próxima do universo real que conhecemos. A Figura 4 mostra uma aplicação da Realidade Virtual



utilizando óculos e luvas apropriados para simular uma pessoa tocando bateria.



**Figura 4:** Objetos usando para Realidade Virtual  
Fonte: PERCÍLIA,E.; Realidade Virtual, 2011

Realidade Virtual (RV) pode ser definida de uma maneira simplificada como sendo a forma mais avançada de interface do usuário de computador até agora disponível. Com aplicação na maioria das áreas do conhecimento, senão em todas, e com um grande investimento das indústrias na produção de hardware, software e dispositivos de E/S especiais, a realidade virtual vem experimentando um desenvolvimento acelerado nos últimos anos e indicando perspectivas bastante promissoras para os diversos segmentos vinculados com a área. Uma definição um pouco mais refinada de realidade virtual é a seguinte: "realidade virtual é uma forma das pessoas visualizarem, manipularem e interagirem com computadores e dados extremamente complexos". Agrupando algumas outras definições de realidade virtual, pode-se dizer que realidade virtual é uma técnica avançada de interface, onde o usuário pode realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multissensoriais (KIRNER, 2004).

Segundo Kirner (2004), a Realidade Virtual surgiu na década de 50 e vem se desenvolvendo pelos anos. A linha do tempo da Realidade Virtual a seguir mostra alguns trabalhos:

- 1950: Força aérea dos Estados Unidos da América constrói simuladores de voo para testes;
- 1958: Philco desenvolve um par de câmeras remotas e o protótipo de um capacete com monitores que permitem ao usuário um sentimento de presença quando dentro de um ambiente;
- 1962: Morton Heilig inventou o Sensorama, que consiste em uma cabine que combinava filmes 3D, som estéreo, vibrações mecânicas, aromas e ar movimentado por ventiladores;
- 1970: Myron Krueger já utilizava frases como o termo realidade artificial em seus estudos de combinação de computadores e sistemas de vídeo;
- 1977: Surgiram as primeiras luvas digitais desenvolvidas pelo grupo da Universidade de Illinois;
- 1980: O início da Realidade Virtual foi com Jaron Lanier para a indústria de simuladores multiusuário em ambiente compartilhado;
- 1987: VPL Research Inc., começou a vender capacetes e luvas digitais;
- 1989: AutoDesk apresentou o primeiro sistema de Realidade Virtual baseado num computador pessoal.

Segundo Pires (2010), a Realidade Virtual permite hoje descobrir novos universos e perceber em tempo real novos mundos. A aposta cada vez mais frequente em dispositivos interativos como capacetes, luvas e salas 3D traz a possibilidade de se desligar do exterior e explorar novas sensações como mostra a Figura 5. A Realidade Virtual é uma aposta em vários ramos e áreas comerciais e uma ferramenta para o futuro.



**Figura 5:** Simulação com Realidade Virtual

Fonte: PIRES, C.; Realidade Virtual: Ferramenta Robusca, 2010

Segundo Pires (2010), a Realidade Virtual vem sendo cada vez mais estudada e explorada. O mundo aposta no avanço da tecnologia, por isso, o desenvolvimento de objetos e dispositivos vem crescendo. Os objetos assumem a função de interface e permitem ao indivíduo experimentar novas realidades. O imaginário da realidade virtual é criado, recriado e descoberto por cada indivíduo que entra neste universo.

Segundo Pires (2010), com o avanço tecnológico dos equipamentos computacionais, existem inúmeras interfaces homem-computador que permitem ao indivíduo experimentar diversos ambientes virtuais em tempo real, interagindo com os mesmos. O objetivo é viver experiências num outro mundo, movimentando-se, fazendo escolhas e manipulando objetos.

Segundo Pires (2010), através da percepção e da imagem captada o cérebro constrói um modelo que designamos de realidade. Na realidade virtual são criados mundos tridimensionais, onde cada um de nós pode interagir com diversos objetos e adquirir novas sensações. Mundos sensoriais onde a criatividade abre portas para o futuro.

Segundo Pires (2010), com o avanço tecnológico, podemos diferenciar vários tipos de sistemas de Realidade Virtual que são constituídos por diferentes níveis de interação, velocidade e potência. A Figura 6 mostra duas aplicações usando Realidade Virtual em uma sala tridimensional. A primeira se refere à educação, com quadros virtuais em uma sala tridimensional e a segunda mostra simulação de um jogo de ação em uma sala tridimensional.



**Figura 6:** Aplicações da Realidade Virtual

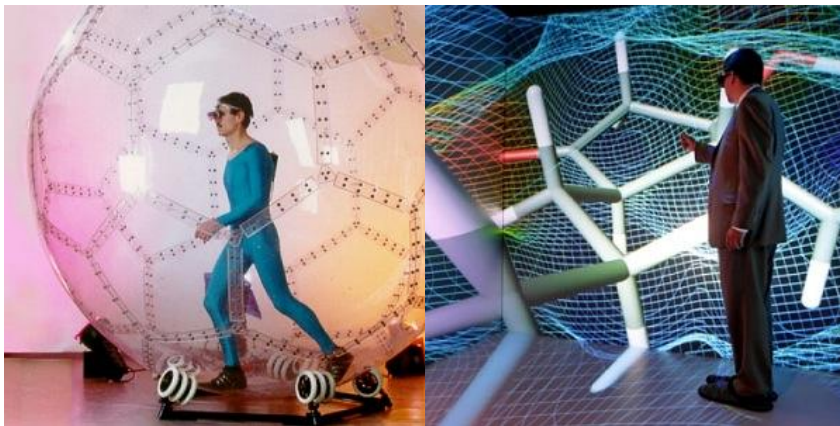
Fonte: PIRES, C.; Realidade Virtual: Ferramenta Robusca, 2010

Segundo Pires (2010), o ambiente virtual imersivo é uma tecnologia mais avançada, que cerca o indivíduo de imagens geradas por computador e que lhe retira a possibilidade de seus sentidos percebendo um mundo físico exterior. Desta forma, o sentido de presença do utilizador aumenta, fazendo com que este tenha a sensação de estar de fato no local projetado. Os dispositivos que provocam esta sensação são:

- Capacetes digitais;
- Cavernas digitais;
- Luvas digitais;

- Óculos estereoscópicos.

Segundo Pires (2010), esses objetivos projetam gráficos tridimensionais, porém, existem dispositivos que aumentam a interação do mundo real com o mundo virtual, como as luvas digitais, pois, fornecem a manipulação de objetos. Na Figura 7 têm-se alguns objetos utilizados para a interação com a Realidade Virtual.



**Figura 7:** Aplicações da Realidade Virtual

Fonte: PIRES, C.; Realidade Virtual: Ferramenta Robusca, 2010

Segundo Pires (2010), as características dos sistemas de Realidade Virtual vêm se expandindo cada vez mais para em várias áreas comerciais, como a indústria dos jogos e entretenimento, das comunicações à distância, da simulação de treinos de aviões e segurança militar, da robótica e até mesmo da arquitetura e urbanismo.



**Figura 8:** Projeto Kinect  
Fonte: BURGOS,P.; Kinect, 2010

Segundo Queiroz (2010), a Microsoft lançou no final de 2010, o Kinect, mostrado na Figura 8. A tecnologia permite que os jogadores interajam com os jogos eletrônicos, sem ter a necessidade de usar qualquer tipo de equipamento, usando somente seu corpo.

A cada nova invenção, dá-se um passo para o futuro. Uma janela é aberta e mostram-se novos universos virtuais a todo.

### 2.3 Realidade Aumentada

Com o crescido avanço tecnológico, surge uma inovação no início da década de 90. Com o intuito medicinal, mas já expande para todas as áreas, principalmente, para há educação, a Realidade Aumentada. É a integração do mundo real e elementos virtuais, criando um ambiente misto em tempo real. Segundo Milgram (1994), “Realidade Aumentada é definida usualmente como a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais, gerados

por computador, com um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico”.

O projeto tem como objetivo integrar essa tecnologia com a comunidade acadêmica da Universidade Federal de Lavras, facilitando a visualização do campus, auxiliando na procura de livros na biblioteca e principalmente elevando o nível da Universidade em relação à tecnologia.

A Realidade Aumentada proporciona ao usuário uma interação segura, sem necessidade de treinamento, uma vez que ele pode trazer para o seu ambiente real objetos virtuais, incrementando e aumentando a visão que ele tem do mundo real. Isto é obtido, através de técnicas de visão computacional e de computação gráfica/realidade virtual, resultando na sobreposição de objetos virtuais com o mundo real (AZUMA, 1993).

Segundo Sync (2011) a Realidade Aumentada proporciona ao usuário o manuseio dos objetos com as próprias mãos, possibilitando uma interação atrativa e motivadora com o ambiente.

No entanto, para que os objetos virtuais façam parte do ambiente real e sejam manuseados, deve-se utilizar um software com capacidade de visão do ambiente real e de posicionamento dos objetos virtuais, além de acionar dispositivos tecnológicos apropriados para Realidade Aumentada.

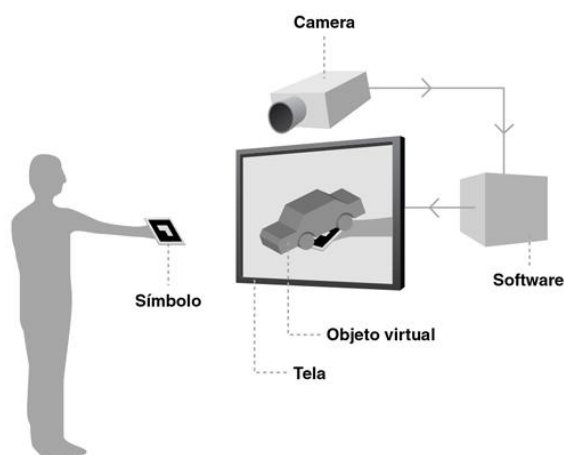
A Figura 9 mostra um simples cartão de um jogador de beisebol dos Estados Unidos, porém ao direcioná-lo na frente de uma *webcam* de computador, o jogador salta da figura e é projetado em cima do cartão com movimentos perfeitos de um jogador de beisebol proporcionando um jogo de interação entre o mundo real com o mundo virtual.



**Figura 9:** Aplicação da Realidade Aumentada

Fonte: MERIGO, C.; Realidade aumentada reinventa mercado de cards esportivos, 2009

Segundo Oliveira (2010), a Realidade Aumentada possui diversas configurações, uma delas funciona através do reconhecimento de um símbolo. O software processa a imagem captada pela câmera e identifica o posicionamento do símbolo. Em seguida, o software disponibiliza o objeto virtualmente na tela com base neste posicionamento, conforme demonstrado na figura 10.



**Figura 10:** Funcionamento da Realidade Aumentada

Fonte: MORAES, D.; Mattel lança brinquedos do Avatar com realidade aumentada, 2010



Segundo Hautsch (2009), os cartões têm códigos bidimensionais e são justamente os responsáveis por projetar os objetos virtuais em uma filmagem para o mundo real, como mostra na figura 10, melhorando as informações exibidas, expandindo as fronteiras da interatividade e até possibilitando que novas tecnologias sejam utilizadas, bem como as atuais se tornem mais precisas. A Realidade Aumentada é utilizada combinando-se um código de duas dimensões com um programa de computador.



**Figura 11:** Cartão usado para Realidade Aumentada  
Fonte: HAUTASCH, O.; Como funciona a Realidade Aumentada,2009

Segundo o Laboratório da ESPM (2009), a Realidade Aumentada tem a seguinte linha do tempo:

- 1849: Richard Wagner inicia a ideia das experiências em imersão utilizando um teatro escuro e envolvendo o público com imagens e sons;
- 1938: Konrad Zuse inventa o primeiro computador digital, o Z1;
- 1948: Norbert Wiener cria a ciência conhecida como “cibernética” que é transmissão de mensagens entre homem e máquina;
- 1962: Morton Heilig cria um simulador de motocicleta chamado de Sensorama, com efeitos visuais, sonoros, vibrações e cheiros;
- 1966: Ivan Sutherland inventa capacetes para exibição de imagens, dimensionando uma janela para um mundo virtual;

- 1975: Myron Krueger cria um laboratório de realidade virtual chamado “*Videoplace*”, que permite o usuário interagir com elementos virtuais pela primeira vez;
- 1989: Jaron Lanier inventa o termo “Realidade Virtual” e cria o primeiro comercial em torno de mundos virtuais;
- 1992: Tom Caudell cunha o termo “Realidade Ampliada”, enquanto estava na Boeing, enquanto ajudava trabalhadores a montar cabos em aeronaves;
- 2003: GeoVector juntamente com várias empresas como Vodafone, HP, *Microsoft*, *Virtual Spectator* e *Animation Research Ltd* apresenta *Actual Spector AR* e apresenta na *America’s Cup Sailing Races*, em Auckland, Nova Zelândia;
- 2007: Primeira aplicação para usuário final utilizando Realidade Aumentada a entrar no mercado: Sony cria o jogo *The Eye of Judgment* para o console *Playstation 3*. Em seguida é lançado o guia de viagem Wikitude AR para G1 Android, foi baixado mais de 50.000 vezes para celular.

Segundo João Paulo (2010), a Realidade Aumenta proporcionará muitas mudanças em várias áreas devido a sua grande amplitude, tais como:

- Expansão de telas de computador para um ambiente real com janelas de programas e ícones se tornam dispositivos virtuais num espaço real e podem ser operados por gestos ou pelo olho. Um único objeto como um óculos, poderia simular uma centena de monitores convencionais de computador ou janelas de aplicação ao redor do usuário concomitantemente;
- Dispositivos virtuais de todos os tipos substituiriam as telas e monitores tradicionais em aplicações completamente inovadoras com objetos 3D que alteram suas formas e aparências de forma interativa baseados na tarefa ou necessidade atual do usuário;

- Substituição de telas de navegação em carros e aparelhos celulares com interação através do movimento dos olhos, inserção de informação diretamente no ambiente, como linhas guia diretamente na pista bem como aprimoramentos como vistos em Raios-X;
- Plantas virtuais, papéis de parede, vistas panorâmicas e decorações, por exemplo, poderiam dispostas em uma parede comum, mostrando a tomada de uma câmera situada no exterior da construção;
- No mercado de massas, poderemos ver janelas virtuais, *posters*, sinais de trânsito, decorações natalinas, torres de publicidade e muito mais. Tais elementos devem ser completamente interativos, mesmo à distância, como por um “apontar dos olhos”, por exemplo;
- Qualquer aparelho físico produzido para auxiliar em tarefas orientadas por dados tais como relógios, computadores e aparelhos de som, outdoors eletrônicos, poderiam ser alteradas por dispositivos virtuais que não custariam nada para serem produzidos exceto pelo custo de produção do software;

O avanço da multimídia e da realidade virtual, proporcionado pela maior potência dos computadores, permitiu a integração, em tempo real, de vídeo e ambientes virtuais interativos. Ao mesmo tempo, o aumento da largura de banda das redes de computadores também vem influenciando positivamente na evolução da multimídia, permitindo a transferência de imagens e outros fluxos de informação com eficiência. A realidade aumentada, enriquecendo o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viáveis aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares (KIRNER 2004).

Segundo Kirner (2005), citado em Jogos Educacionais em Ambiente de Realidade Aumentada, a Realidade Aumentada é uma tecnologia em expansão, com vasto campo de exploração, contribuindo de maneira significativa na área da educação. Ela garante um grande potencial na

criação de ambientes tridimensionais, permitindo uma interação natural de fácil adaptação e livre de dispositivos especiais. A Realidade Aumentada permitem que os usuários tenham uma visão enriquecida e ampliada do ambiente. Ao lidar com os objetos virtuais tridimensionais sobrepostos no cenário, estimulando sua capacidade de percepção e raciocínio espacial.

Segundo Kirner (2005), os ambientes tridimensionais com Realidade Aumentada têm um potencial muito grande de desenvolvimento. A área de trabalhos colaborativos, especificamente, apresenta um espaço interessante de desenvolvimento em função da existência de múltiplos usuários interagindo em um mesmo espaço compartilhado.

Segundo Kirner (2005), esses ambientes exigirão novas formas de interação, gerando novas interfaces que deverão facilitar o trabalho das pessoas e o seu desenvolvimento cognitivo. Esse campo, particularmente deverá ser objeto de exploração em trabalhos futuros.

Conclui-se que Realidade Aumentada é uma tecnologia crescente com amplo campo de exploração, contribuindo de maneira significativa na área da educação e garantindo um grande potencial na criação de ambientes educacionais.

## **2.4 Análise de Requisitos**

Segundo Preece (2005), há dois tipos diferentes de requisitos, os funcionais, que dizem o que o sistema deveria fazer, e requisitos não funcionais, que indicam quais são as limitações no sistema e em seu desenvolvimento. O livro cita um exemplo explicando a diferença entre os requisitos funcionais e não funcionais, o requisito funcional para um processador de texto pode ser o de que ele deveria oferecer suporte a uma variedade de estilos de formatação. Esse requisito poderia então ser decomposto em requisitos mais específicos, detalhando o tipo de formatação exigido, como formatação por parágrafo, por caractere, por documento até

um nível bastante específico como a formatação do caractere incluindo 20 tipos de fonte, cada um com as opções negritas, itálicas e normais. Já o requisito não funcional para um processador de texto pode ser o de ele ser capaz de ser executado em várias plataformas, como PCs, Macs e Unix.

Utilizar critérios de usabilidade de interação na etapa de Análise de Requisitos, a fim de garantir a usabilidade de sistemas com RV a partir de seu processo, permite o envolvimento do usuário não apenas desde o início do processo, mas também que seus requisitos estejam presentes no projeto de interação e na escolha de dispositivos adequados na etapa de Projeto (SEABRA 2005).

Segundo Seabra (2005), os principais requisitos e recursos do sistema a serem analisados para constituírem o sistema são:

- Requisitos Gerais: o sistema, ferramenta de construções geométricas dinâmicas tridimensionais.
- Requisitos de Interface e Orientação: três primitivas básicas poderão ser construídas pelo movimento das mãos do usuário: pontos, retas e planos. Os pontos serão representados por pequenas esferas, as retas serão representadas por cilindros delgados e os planos serão representados por paralelepípedos de pequena espessura. As projeções, por sua vez, poderão ser representadas por linhas tracejadas que interceptam os planos de projeção. Cada primitiva, assim como suas projeções, serão representadas por cores default ou de acordo com a preferência do usuário.
- Requisitos Não Funcionais: os dispositivos de interação em geral, outros tipos de requisitos não funcionais tornam-se relevante, como tamanho físico, peso, cor e viabilidade da produção.
- Requisitos Funcionais: entrada de comandos, criação de pontos, criação de retas, criação de planos, seleção de objetos, exclusão de objetos, projeções, movimentação, rotação, salvar cenários, abrir

cenários e criação de sólidos primitivos. Estes itens compõem os Requisitos Funcionais, são descritos:

- Entrada de comandos: todos os comandos serão realizados através de um gesto que indicará o início do mesmo (fechamento da mão do usuário). Após executar uma ação, o usuário deverá realizar o gesto que corresponderá ao término do comando (abertura da mão).
- Criação de pontos: para esta ação, o usuário deverá indicar a entrada do comando. Depois, com o dedo indicador, posicionará a esfera (que corresponde à primitiva “ponto”), a qual estará na ponta da seta, na posição desejada e, em seguida, realizará o gesto que corresponde ao fim do comando.
- Criação de retas: após indicar a entrada do comando, o usuário posicionará a reta na posição desejada com os dedos indicador e médio, estirados (por exemplo, em V) e, em seguida, realizará o gesto que corresponde ao fim do comando.
- Criação de planos: após indicar a entrada do comando, o usuário posicionará o plano na posição desejada com os dedos indicador, médio e anelar, estirados e, em seguida, realizará o gesto que corresponde ao fim do comando.
- Seleção de objetos: após indicar a entrada do comando, o usuário poderá selecionar objetos construídos no espaço de trabalho e, em seguida, realizará o gesto que corresponda ao fim do comando.
- Exclusão de objetos: após indicar a entrada do comando, o usuário poderá excluir objetos selecionados e, em seguida, realizará o gesto que corresponda ao fim do comando.

- Projeções: após indicar a entrada do comando, o usuário poderá selecionar a primitiva a ser projetada e, em seguida, escolher em qual plano se dará a projeção.
- Movimentação: após selecionar o objeto, o usuário poderá movê-lo no espaço de trabalho.
- Rotação: o usuário poderá rotacionar o espaço de trabalho visualizando os planos de projeção, assim como as construções realizadas, a partir de pontos de vista diferentes.
- Salvar cenários: através desta ação, o usuário poderá gravar situações construídas no espaço de trabalho.
- Abrir cenários: cenários previamente armazenados poderão ser “carregados” através de um menu.
- Criação de sólidos primitivos: o usuário poderá “carregar” sólidos geométricos como esferas, cones, boxes e cilindros através de um menu.

Segundo Jair Leite (2000) o diagrama de integração descreve as interações do usuário com o sistema, implementando desde os módulos implementados no servidor até a tela final ao usuário. O Diagrama é considerado um requisito não funcional do sistema.

## **2.5 Requisitos de Interfaces**

Requisitos de Interfaces especifica um item externo com o qual o sistema deve interagir restringindo formatos, tempos ou outros fatores usados para a interação do ambiente real com o virtual. Segundo Kirner (2005), “um sistema de realidade virtual de grande porte é caro e complexo, em função de todos os recursos envolvidos. Para que o projeto do sistema e a elaboração das aplicações sejam bem sucedidos, é necessário que sejam satisfeitos ou perseguidos um conjunto de requisitos”.

Segundo Shaw (1993), existe cinco requisitos e propriedades fundamentais para que um sistema de Realidade Virtual satisfaça e seja utilizado com satisfação, que são:

- O sistema de Realidade Virtual deve gerar imagens estereoscópicas animadas suaves para capacetes de visualização que visa manter a característica de imersão. Isto significa que a taxa de quadros por segundo deve ser igual ou maior que 10.
- O sistema de Realidade Virtual deve ser rápido às ações do usuário. A resposta do sistema deve apresentar atrasos de imagens iguais ou menores que 100ms;
- O sistema de Realidade Virtual deve fornecer suporte para distribuir uma aplicação em diversos processadores. Com isso as aplicações distribuídas e complexas permitem múltiplos usuários e a computação cooperativa.
- O sistema de Realidade Virtual deve ter um mecanismo eficiente de comunicação de dados. A utilização de dados compartilhados ou remotos deve ser viabilizada com uma comunicação eficiente para assegurar a característica de tempo real do sistema.
- O sistema de Realidade Virtual é necessário mecanismo de avaliação de desempenho do sistema. O sistema deve ter mecanismos de monitoração do tempo real e de desempenho geral da aplicação para garantir o sucesso do conjunto.

Segundo Shaw (1993), dentre estes requisitos, os mais importantes para uma interface de realidade virtual são aqueles relacionados com a taxa de quadros por segundo e com o atraso da resposta do sistema, garantindo a imersão no ambiente.

Segundo Preece (2005), existem alguns requisitos fundamentais que são aplicados na interface, como requisitos de dados, ambiente, usuário e usabilidade.



Segundo Preece (2005), requisitos de dados captam a volatilidade, tamanho, quantidade, persistência, precisão e valor das quantidades de dados exigidos. Todos os produtos interativos têm que lidar com maiores ou menores quantidades de dados. O livro cita o exemplo de que o sistema deve operar no domínio de aplicações compartilhadas e os dados devem ser atualizados e precisos, sendo provável que se alterem muitas vezes ao dia.

Segundo Preece (2005), requisitos de ambientais referem-se à circunstância em que se espera que o produto interativo opere. Quatro aspectos do ambiente devem ser considerados quando se estabelecem os requisitos.

- Primeiramente onde está o ambiente físico, tento como aspecto o barulho, luz e poeira que há no possível ambiente operacional.
- Precisarão os usuários usar roupas de proteção, como luvas enormes e proteção de cabeça.
- O tanto de pessoas existe no ambiente, como por exemplo, um caixa eletrônico opera em um ambiente físico bastante publico.
- Utilização de voz para interagir com as pessoas, provavelmente bastante problemático.

Segundo Preece (2005), os requisitos do usuário captam as características do grupo de usuários pretendido. A relevância das habilidades e do conhecimento dos usuários, que constituem em um aspecto importante acerca dos seus requisitos. O usuário poderá ser um novato, um especialista, um usuário frequente ou casual, o que afeta a maneira como se realiza o design de interação. O livro cita um exemplo para explicar esses tipos de usuários. O usuário pouco experiente precisa seguir instruções passo a passo, provavelmente precisará de um suporte de assistente e de uma interação mais restrita, auxiliada por informações claras. Já o usuário especialista, necessita de uma interação flexível que permitira ter maior autonomia do sistema. Se o usuário for frequente, será importante oferecer atalhos no sistema, como

teclas de funções, em vez de esperar que retornar na estrutura de menu. Um usuário casual ou não muito frequente, assim como os menos experientes, precisarão de instruções claras, comandos e mensagens que sejam fáceis de entender, como os dos menus. O conjunto de atributos pode apresentar vários perfis de usuários diferentes.

Segundo Preece (2005), requisitos de usabilidade captam as metas de usabilidade e as medidas associadas para um produto em particular. Engenharia de usabilidade tem uma abordagem onde as metas de usabilidade do produto que são estabelecidas e acertadas muito cedo no processo de desenvolvimento e depois revisitado e utilizado para acompanhar seu progresso. Com esses procedimentos se garante que a usabilidade recebe a devida prioridade e facilita o acompanhamento da evolução do processo. Várias metas de usabilidade devem ser seguidas como eficácia, eficiência, segurança, utilidade, capacidade de aprendizagem e capacidade de memorização. Se se entender que o sistema segue a engenharia de usabilidade e alcança essas metas, conseguiremos identificar os requisitos apropriados.

### 3. METODOLOGIA

O trabalho constituiu em várias etapas, com ênfase em pesquisas de trabalhos e artigos científicos. A primeira etapa consistiu em coletar vários artigos científicos baseado em análises de Requisitos de software em 3D. A segunda etapa constituiu analisar os artigos encontrados e selecionar os principais para auxiliar no desenvolvimento para alcançar os resultados esperados. A terceira etapa foi realizar a coleta dos requisitos gerais, funcionais, não funcionais e de interface de um modo genérico com base nos artigos, para obter o conhecimento para o desenvolvimento dos requisitos estimados para o Projeto UFLA 3D. A quarta etapa consistiu em comparar e os requisitos encontrados e elaborar os requisitos fundamentais para o desenvolvimento do projeto.

Os tipos de pesquisas selecionadas constituíram para coletar os principais artigos científicos para verificar os tipos de requisitos necessários baseados em outros projetos, artigos e monografias encontrados na internet para o desenvolvimento do Projeto UFLA 3D. Foram usadas dois tipos de pesquisas, a analítica e a quantitativa.

Segundo Wainer (2006) a pesquisa analítica é o método mais comum de gerar/obter conhecimento sobre programas e algoritmos. Faz algumas pressuposições sobre os dados do programa ou sobre a máquina onde o programa será executado e prova matematicamente que o programa tem algumas propriedades interessantes. No projeto, buscaremos informações sobre sistemas já existentes, fazendo comparações para o desenvolvimento do projeto.

Segundo Wainer (2006) a pesquisa quantitativa é baseada na medida de poucas variáveis objetivas, na ênfase em comparação de resultados. No

projeto, buscaremos vários requisitos para o desenvolvimento de sistemas em 3D utilizando a Realidade Virtual e Realidade Aumentada e características de interfaces.

As pesquisas selecionadas constituíram para auxiliar os tipos de requisitos fundamentais de outros projetos para desenvolver os requisitos gerais, funcionais, não funcionais, e de interface para o Projeto UFLA 3D.

As pesquisas utilizadas foram analítica e quantitativa. A Pesquisa Analítica auxiliou para buscar informações sobre sistemas já existentes, comparando para o desenvolvimento do projeto. A pesquisa quantitativa ajuda na busca de vários requisitos para o desenvolvimento de sistemas em 3D utilizando a Realidade Virtual e Realidade Aumentada e características de interfaces.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Projeto UFLA 3D baseia-se na modelagem tridimensional da Universidade Federal de Lavras integrada com Realidade Virtual e Realidade Aumentada. Entretanto, para o desenvolvimento do projeto, primeiramente, há uma análise de requisitos funcionais, requisitos não funcionais e requisitos de interface rigorosa para que não haja problemas ao decorrer do desenvolvimento.

Com base nas pesquisas selecionadas foram levantados os requisitos gerais, funcionais, não funcionais e de interface para os tipos de Modo de Navegação, tais como modo Desktop, Notebook e Dispositivos Móveis (celular, tablete e etc.).

### 4.1 Requisitos Gerais

A Universidade Federal de Lavras será totalmente modelada em 3D e ficará em um cluster gráfico de alta capacidade de processamento, sendo possível ser acessado de qualquer dispositivo móvel, via WEB ou aplicação instalada com níveis de resolução de acordo com o modo de navegação escolhido. O acesso será por *login* e senha, necessitando de banco de dados para o controle. No desenvolvimento de todo o projeto da UFLA 3D serão utilizados *softwares* livre.

Segundo Knorich (2004), o cluster gráfico processa uma grande quantidade de dados com alta escalabilidade e com memórias distribuídas para cada tipo de processamento.

#### 4.1.1 Definição de níveis de resolução

- Resolução Baixa: restringe todos os recursos e usa baixa qualidade do software, usando Modelagem 3D com cores e objetos padrões;
- Resolução Média: restringe alguns recursos e qualidade do software, como modelo 3D com textura e objetivos padrões. Usado para processadores de médio desempenho, como notebooks;
- Resolução Alta: o máximo da resolução permitida, com a UFLA totalmente modela com renderização avançada (reflexo, sombra e etc.). Usado para processadores de alto desempenho;
- Resolução Padrão: será utilizada nos dispositivos móveis para sistema operacional *Android*, permitindo visualizar a UFLA de modo 2D com GPS integrado.

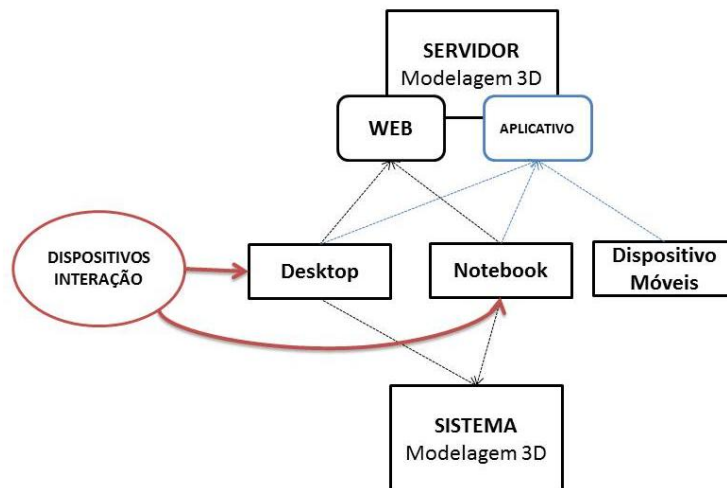
#### 4.1.2 Modo de Navegação

- ❖ Desktop/Notebook
  - *Login/Senha* para acessar o *software*;
  - Aplicativo instalado e/ou WEB;
  - Níveis de Resolução (Baixa, Média e Alta).
- ❖ Dispositivos móveis
  - Acesso direto ao *software*;
  - Aplicativo instalado;
  - Resolução Padrão.

#### 4.2 Requisitos Não Funcionais

Dentro dos Requisitos Não Funcionais existem dois itens, as ferramentas auxiliares para o desenvolvimento e as características

fundamentais do sistema. Primeiramente, como mostra a Figura 12, devemos definir o diagrama de interação do sistema com os usuários.



**Figura 12:** Diagrama de Interação

O Diagrama de Interação é composto por dois modos de visualização do sistema. Pelo modo Cliente-Servidor, via WEB ou aplicativo instalado e diretamente pela máquina, conhecido como *stand-alone*. Segundo Mawer (2011) *stand-alone* são programas completamente autossuficientes, não necessitando de um outro software para ser executado. Existem três modos de navegação para acesso, via Desktop, Notebook e Dispositivos Móveis com duas possibilidades de visualização da UFLA em 3D, por servidor ou sistema instalado (*Stand-alone*) e com disponibilidade para dispositivos de interação, como cartões para Realidade Aumentada, óculos e etc.

#### 4.2.1 Ferramentas Auxiliares

Para o desenvolvimento do Projeto UFLA 3D precisamos selecionar os programas necessários para sua construção, separado por funcionalidade:

- Programa para realizar a modelagem tridimensional, os mais utilizados são:
  - *Blender (Software Livre)* - é um programa de computador de código aberto, desenvolvido pela Blender Foundation, para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeo e criação de aplicações interativas em 3D;
  - *3D Studio Max (Software Proprietário)* - é um programa de modelagem tridimensional, desenvolvido pela Autodesk Inc., que permite renderização de imagens e animações. Sendo utilizado em produção de filmes de animação, criação de personagens de jogos em 3D, vinhetas e comerciais para TV, maquetas eletrônicas e na criação de qualquer mundo virtual;
  - *Maya (Software Livre)* - é um programa de modelagem 3D, animação e efeitos especiais, desenvolvido pela Alias, utilizado na indústria de cinema e de televisão, tal como no desenvolvimento de jogos de computador e de consoles.
- Programa para edição de imagens, os mais utilizados são:
  - *Photoshop (Software Proprietário)* - é considerado o líder no mercado dos editores de imagem profissionais, desenvolvido pela Adobe Systems, assim como o programa para edição profissional de imagens digitais e trabalhos de pré-impressão;



- *GIMP (Software Livre)* - é um programa de código aberto voltado principalmente para criação e edição de imagens e em menor escala, também para desenho vetorial.
- Programa para editar as plantas da Universidade:
  - *CorelDraw (Software Proprietário)* - é um programa de desenho vetorial bidimensional para design gráfico desenvolvido pela Corel Corporation;
- Programa para gerenciar o banco de dados:
  - *MySQL (Software Livre)* - é um sistema de gerenciamento de banco de dados que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada) como interface, desenvolvida pela Oracle Corporation.
- Programa para Realidade Aumentada:
  - Segundo Cavalcante(2009), *Layar* é o software que lê a URL, que se comunica com os servidores e abre a página requisitada. Esse programa utiliza o HTTP para fazer pedido aos servidores web para se conectar à rede. Mas a Realidade Aumentada permite que, em vez de URL, os *browsers* leiam outro tipo de informação, por exemplo, a imagem de um ponto turístico, uma coordenada geográfica e etc..

#### 4.2.2 Características

Além dos programas, precisamos selecionar algumas características importantes para definição da modelagem.

- Tipo de acesso
  - *Web*;
  - *Desktop*;
  - *Servidor*;
  - *Dispositivo Móvel*.

- Qualidade da interface
  - Baixa;
  - Média;
  - Alta;
  - Padrão.
- Dimensão da modelagem
  - A dimensão a ser usada é normalizada (de 0 a 1) sendo que 0 significa 0% e 1 significa 100%, o tamanho utilizado para modelagens 3D.
- Cores
  - Cores do modelo;
  - Cores da textura.
- Estrutura
  - As modelagens serão feitas separadamente, por departamentos, de maneira que as estruturas devam seguir a mesma dimensão para ao final de todas as modelagens as estruturas possam se encaixar.
- Objetos
  - Que compõem os departamentos e a universidade, como eletrônicos (computadores e notebooks), móveis (cadeiras, mesas, placas, bancadas, armários, carteiras, quadros, livros e etc.) e objetos que compõem as estruturas (janelas, portas, vidros e etc.). Configurável para o tipo de acesso (web, desktop, servidor, dispositivo móvel...).
- Vegetação
  - Modelagens das árvores, plantas, flores e pastagem que serão realizados na parte final, quando for unir as estruturas.
- Topografia
  - Determinar analiticamente as medidas de área e perímetro, localização, orientação, variações no relevo, etc. da

Universidade Federal de Lavras representadas graficamente em plantas topográficas para que se possa renderizar no programa de modelagem 3D.

- Plantas das estruturas
  - Plantas dos departamentos, anfiteatros, pavilhões e alojamentos que estruturam a Universidade, sendo mais de 160 mil metros quadrados;
  - Ambiente Esportivo: quadras poliesportivas, clube e ginásio que estruturam a universidade.

#### 4.2.3 Modo de Navegação

- ❖ Desktop/Notebook
  - Programa de modelagem tridimensional;
  - Programa de editar de imagens;
  - Programa de editar de plantas;
  - Programa de banco de dados;
  - Cor do Modelo e Cor da textura;
  - Modelagem dos Objetivos, Vegetação, Topografia e Plantas.
- ❖ Dispositivos móveis
  - Programa para Realidade Aumentada;
  - Cor do Modelo;
  - Modelagem das Plantas.

#### 4.3 Requisitos Funcionais

Os Requisitos Funcionais descrevem as capacidades do *software*. A UFLA 3D tem as seguintes funcionalidades:

- Comandos básicos
  - Iniciar o software;

- Pesquisa de locais na Universidade;
  - Traçar caminhos;
  - Menu com opções claras e simples;
  - Opção de ajuda para usuários iniciantes;
  - Opção de sair;
  - Opção para os Desenvolvedores para fazer manutenção e Atualizações.
- Gravar os cenários
    - Possibilidade de gravar trajetórias.
  - Opção para salvar imagens do que o usuário necessita
    - Possibilidade de salvar imagens da Universidade virtualmente.
  - Movimentação da modelagem
    - Dependendo do ângulo de visualização do usuário. Com isso o *software* irá: abrir e carregar os cenários necessários.

#### 4.3.1 Modo de Navegação

- ❖ Desktop/Notebook
  - Comandos básicos;
  - Gravar os cenários;
  - Salvar imagens;
  - Movimentação da Modelagem.
- ❖ Dispositivos móveis
  - Comandos básicos;
  - Gravar os cenários;
  - Salvar imagens.

#### 4.4 Requisitos de Interfaces

Descreve os itens com os quais o sistema interage, restrições de formatos, tempos ou outros fatores utilizados para interação:

- Tipo de Dispositivos de interação
  - Quais tipos de dispositivos necessários para utilizar o software em realidade aumentada e realidade virtual. Como óculos, luvas, cartões e etc.
- Equipamento Necessário
  - Equipamento eletrônico, como computador ou notebook, com um bom poder de processamento.
- Tempo
  - O *software* deve ser rápido às ações do usuário, apresentando atrasos de imagens iguais ou menores que 100ms.
- Suporte
  - O *software* deve fornecer suporte para distribuir uma aplicação em diversos processadores para as aplicações distribuídas e complexas permitem múltiplos usuários e a computação cooperativa;
  - O usuário poderá ser um novato, um especialista, um usuário frequente ou casual, o que afeta as maneiras como se realiza o design de interação.
- Dados
  - O *software* deve ter um mecanismo eficiente de comunicação de dados.
- Usabilidade
  - Alguns procedimentos devem ser seguidos como eficácia, eficiência, segurança, utilidade, capacidade de aprendizagem e capacidade de memorização.

#### 4.4.1 Modo de Navegação

- ❖ Desktop/Notebook
  - Dispositivos para RV e RA como óculos e cartões;
  - Eficiente;
  - Rápido;
  - Tempo de atraso baixo.
- ❖ Dispositivos móveis
  - GPS;
  - Eficiente;
  - Rápido;
  - Tempo de atraso depende do dispositivo.

## CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

As pesquisas e documentações em levantamento de requisitos para desenvolvimento de projetos em 3D são escassas, com poucas fontes para embasamento teórico, o que dificultou a pesquisa. As empresas que atualmente utilizam esta tecnologia são, principalmente, as empresas da indústria de *games*, jogos eletrônicos. Sendo assim, devido à segurança da informação destas empresas, que atualmente são as maiores desenvolvedoras desta tecnologia, os resultados das pesquisas nesta área não são divulgados publicamente. Ou seja, a falta de documentação sobre este assunto foi fator limitante desta pesquisa.

Apesar da dificuldade encontrada durante o período de desenvolvimento deste trabalho, foi possível formular, com os poucos artigos científicos encontrados, as propostas de levantamento dos requisitos gerais, funcionais, não funcionais e de interface para o projeto UFLA em 3D.

Identificamos também que o período necessário para conclusão geral deste projeto é maior do que o esperado inicialmente. Serão necessários, estimativamente cinco anos para desenvolver e modelar este projeto. A atividade que mais demandará tempo neste projeto é a fase de modelagem em 3D, devido à complexidade da planta e alto nível de detalhamento de todo o campus da Universidade Federal de Lavras.

Agora, como trabalho futuro, tem-se a próxima etapa do projeto. Esta etapa, consiste em implementar os requisitos fundamentais levantados neste presente trabalho nos modos de navegação utilizáveis como, desktop, notebook, servidor e dispositivos móveis, para o desenvolvimento e a conclusão do projeto.

Com a conclusão deste projeto a Universidade Federal de Lavras será pioneira na integração de acadêmicos e visitantes utilizando recursos virtuais de localização.



## REFERÊNCIAS

ANIMAC BLOG; **Roda – Modelagem Aro e Pneu**,2010; Disponível em: <http://animac.com.br/blog/?cat=7> . Acesso em: 11 de junho de 2011.

AUTODESK. **3ds Max**,2010; Disponível em <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=13567410&siteID=123112>. Acesso em: 14 de Março de 2011.

AZUMA, R. T.,1993, **Tracking Requirements for Augmented Reality**, Communications of the ACM, 36(7):50-51, July 1993.

BILLINGHURST, M. et al. **The MagicBook - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality**, 2011. Computer Graphics and Applications, 2011. 21(3), 2-4; Disponível em <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-2002-29/r-2002-29.pdf>. Acesso em: 04 de Março de 2011.

BLENDER FOUNDATION. **Blender** 2010; Disponível em <http://www.blender.com.br/> . Acesso em: 14 de Março de 2011.

BOMAN, D. K., 1995. **International Survey: Virtual Environment research**, IEEE Computer, 28(6):57-65. Junho. 1995.

BOTELHO, T.; **Jogo Open Source em Blender**, 2009; Disponível em: <http://thomazrb.com.br/?p=150> . Acesso em: 11 de junho de 2011.

BURGOS,P.; **Kinect**, 2010; Disponível em: <http://www.gizmodo.com.br/conteudo/kinect-chega-no-brasil-para-xbox-r-599-anuidade-da-live-brasileira-sera-r-89/> . Acesso em: 10 de dezembro de 2011.

CAVALCANTE, K.; **Layar, o browser que leva a internet ao mundo real**; Disponível em: <http://www.blogdoandroid.com/2009/12/layar-o-browser-que-leva-a-internet-ao-mundo-real/>. Acesso em: 11 de setembro de 2011.

HAUTASCH, O.; **Como funciona a Realidade Aumentada**,2009; Disponível em <http://www.tecmundo.com.br/2124-como-funciona-a-realidade-aumentada.htm> . Acesso em: 30 de maio de 2011.

KIRNER, C. ; TORI, R., 2004. **Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade**. In: Claudio Kirner; Romero Tori. (Ed.). Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências. 1ed. São Paulo, 2004, v. 1, p. 3-20.

KIRNER, C.; **Sistemas de Realidade Virtual**, 2005; Disponível em <http://www2.dc.ufscar.br/~grv/tutrv/tutrv.htm#sumario1>. Acesso em: 23 de março de 2011.

KNORICH, M.; **Sistemas Avançados de Realidade Virtual**, 2004. VII Symposium on Virtual Realitu(SVR); Disponível em <http://www.tecgraf.puc-rio.br/~lpsoures/courses/SistAvan.pdf> . Acessado em: 09 de dezembro de 2011.

LABORATÓRIO DA ESPM, **História da Realidade Aumentada**, 2009; Disponível em <http://panmedialab.org/blog/?tag=augmented-reality>. Acesso em: 04 de março de 2011.

LAYAR; **Layar Browser**, 2011; Disponível em: <http://www.layar.com/>. Acesso em: 09 de setembro de 2011.

LEITE, J.; **Análise e Especificação de Requisitos**, 2000; Disponível em <http://www.dimap.ufrn.br/~jair/ES/c4.html> . Acesso em: 20 de novembro de 2011.

MAWER,K.; **Standalone Games**, 2011. Disponível em:  
<http://worldofwalkthroughs.wikispaces.com/standalone+games> . Acesso em: 25 de novembro de 2011.

MERIGO,C.; **Realidade aumentada reinventa mercado de cards esportivos**, 2009; Disponível em:  
<http://www.brainstorm9.com.br/diversos/realidade-aumentada-reinventa-mercado-de-cards-esportivos/>. Acesso em: 06 de junho de 2011.

MILGRAM, P. et. al., 2004. **Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality Virtuality Continuum**. Telem manipulator and Telepresence Technologies, SPIE.

MORAES, D.; **Mattel lança brinquedos do Avatar com realidade aumentada**, 2010; Disponível em: <http://radarsocial.net/?tag=realidade-aumentada>. Acesso em: 06 de junho de 2011.

OFICINA DA NET; **Modelagem Tridimensional**, 2010; Disponível em [http://www.oficinadanet.com.br/artigo/criacao\\_3d/modelagem\\_tridimensional](http://www.oficinadanet.com.br/artigo/criacao_3d/modelagem_tridimensional) . Acesso em: 17 de maio de 2011.

PAULO,J. **Realidade Aumentada**, Universidade Federal de Uberlândia; Disponível em <http://cleuberdasilvacosta.blogspot.com/2010/11/realidade-aumentada.html> . Acesso em: 15 de abril de 2011.

PREECE, J., ROGERS, Y., SHARP,H.; **Design de interação: além da interação homem-computador**.Porto Alegre: Bookman, 2005.

PERCÍLIA,E.; **Realidade Virtual**,2011; Disponível em <http://www.brasilecola.com/informatica/realidade-virtual.htm>. Acesso em: 03 de junho de 2011.

PIRES, C.; **Realidade Virtual: Ferramenta Robusca**,2010; Disponível em [http://obviousmag.org/archives/2010/05/realidade\\_virtual\\_ferramentas\\_futuras\\_1.html](http://obviousmag.org/archives/2010/05/realidade_virtual_ferramentas_futuras_1.html). Acesso em: 30 de maio de 2011.

PONTUAKI; **Blender**, 2011; Disponível em <http://pontuaki.com.br/blender/> . Acesso em: 05 de dezembro de 2011.

QUEIROZ,M.; **Um cientista explica o Microsoft Kinect: Parte II**, 2010; Disponível em <http://blog.vettalabs.com/category/robotica/>. Acesso em 05 de dezembro de 2011.

OLIVEIRA,C.; Como funciona a Realidade Aumentada, 2010; Disponível em <http://www.vamoss.com.br/blogfolio/?p=39> . Acesso em 05 de Dezembro de 2011.

SHAW, C. et al. - **Decoupled Simulation in Virtual Reality with MR Toolkit**, ACM Transection of Information Systems, 11(3);287-317, July 1993.

SILVA, E.; **Realidade Virtual**, 2010; Disponível em [http://www.cgbrasilinterativa.com.br/realidade\\_virtual.html](http://www.cgbrasilinterativa.com.br/realidade_virtual.html) . Acesso em: 22 de abril de 2011.

SYNC; **Mundo Real + Mundo Virtual**, 2011; Disponível em <http://www.syncmobile.com.br/site2011/realidade-aumentada/> . Acesso em: 25 de junho de 2011.

SEABRA,R.; **Análise de Requisitos de uma Ferramenta 3D para Desenvolvimento da Cognição Especial**, 2005; Disponível em [http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Artigos/Graphica\\_2005.pdf](http://rodrigoduarte.pcc.usp.br/Artigos/Graphica_2005.pdf) . Acesso em: 23 de março de 2011.

TINÉ,E.; **Modelagem 3D**, 2010; Disponível em <http://www.elianatine.com.br/modelagem-3d/> . Acesso em: 24 de agosto de 2011.

TORI,R. KIRNER,C., SISCOUTO,R., **Livro Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**, 2006, VIII Sysmposiom on Virtual Reality, Belém – Pa.

ZHOU, Z. et al.; **Interactive Entertainment Systems Using Tangible Cubes**, 2004, Australian Workshop on Interactive Entertainment, p. 19-22. 2004.

ZORZAL, E. R., KIRNER, C.; **Jogos Educacionais em Ambiente de Realidade Aumentada**, 2005; Disponível em [http://www.realidadeaumentada.com.br/artigos/WRA2005\\_ZORZAL-KIRNER.pdf](http://www.realidadeaumentada.com.br/artigos/WRA2005_ZORZAL-KIRNER.pdf). Acesso em: 04 de Abril de 2011.

WAINER,J.; **Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a Ciência da Computação**, 2006; Disponível em <http://www.ic.unicamp.br/~wainer/papers/metod07.pdf>, Acesso em: 15 de Abril de 2011.