

JOSÉ CARLOS DIAS CURVELO JÚNIOR

**USO DE NOVAS TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MAPA
VIRTUAL DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE
JANEIRO PARA FINS DE VISUALIZAÇÃO.**

**Projeto final de curso apresentado
como requisito parcial à conclusão
do curso do Curso de Engenharia de
Agrimensura, Departamento de
Engenharia, Instituto de Tecnologia,
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro.**

**Orientadora : Profa. MSc. Juliana
Moulin Fosse**

**SEROPÉDICA
2007**

À minha família:
meus pais: José Carlos e Glacy,
minhas irmãs: Adriana e Carla.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pela minha vida, por ter sempre cuidado de mim em todos os momentos, sendo eles bons ou ruins e por permitir concluir esta fase da minha carreira acadêmica.

À minha família, principalmente pelas palavras de incentivos e por nunca ter deixado que eu desistisse dos meus sonhos. Em especial aos meus pais e as minhas irmãs Adriana e Carla pela ajuda financeira que sempre me deram e pelas demonstrações de afeto e respeito quando mais precisei em minha vida. Amo vocês!!!

À Prof. Juliana Moulin Fosse, por ter me orientado, pela amizade, carinho, compreensão e paciência de esclarecer todas as dúvidas de meu projeto.

Ao prof. Dr. Mauro Antunes pelo material de apoio.

Aos demais professores do Instituto de tecnologia e aos amigos de graduação .

À Valeska pela ajuda e disponibilidade do seu projeto final de curso.

Aos amigos de verdade: Ângelo e Everton, pelo auxílio no desenvolvimento do meu projeto final de curso e por compartilharem idéias e conhecimentos comigo. Obrigado de coração!

Aos amigos do alojamento, em especial ao Vitor “Bangu”, Daniel e Leandro por viverem comigo, até mesmo nos momentos mais complicados. A compreensão e a amizade acima de tudo.

“A verdadeira doação é dar-se por inteiro, sem restrições.
A gratidão de quem ama não coloca limites para os gestos de ternura.
Seja sempre grato, mas não espere pelo reconhecimento de ninguém.
A gratidão com amor não apenas aquece quem recebe, como reconforta
quem oferece.”
(**Jesus Cristo**)

SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	viii
1. INTODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVO PROPOSTO.....	2
1.2 JUSTIFICATIVA.....	3
2. REVISÃO LITERATURA.....	5
2.1 REALIDADE VIRTUAL.....	5
2.1.1 REALIDADE VIRTUAL NA CARTOGRAFIA.....	5
2.1.2 VRML.....	9
2.2 CARACTERÍSTICAS DO MUNDO TRIDIMENSIONAL.....	14
3. METODOLOGIA	18
3.1 OBTENÇÃO DE UMA IMAGEM CARTOGRÁFICA USANDO UMA IMAGEM QUIKBOARD E SOFTWARE GOOGLE EARTH	18
3.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	19
3.3 MODELAGEM DAS EDIFICAÇÕES EM 3D.....	23
3.4 CRIAÇÃO DE UMA IMAGEM .JPG PARA SER USADA COMO TEXTURA DE MAPA.....	31
3.5 GERAÇÃO DE UM MODELO FINAL : MAPA 3D DO CAMPUS DA UFRRJ.....	32
3.6 DISPONIBILIDADE DAS INFORMAÇÕES NA INTERNET.....	33
4. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICES.....	36

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1 - MDT COM TEXTURA EM VRML.....	8
FIGURA 2 - DEMONSTRAÇÃO DE PLAN VIEW, MODEL VIEW E WORLD VIEW.	9
FIGURA 3 – ARQUIVO VRML.....	12
FIGURA 4 – OBJETO VRML.....	12
FIGURA 5 – PRIMITIVAS GEOMÉTRICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MODELO VRML.....	13
FIGURA 6 – FOTO DA PRAIA DE GARATUCAIA.....	14
FIGURA 7 – EFEITO DE PERSPECTIVA.....	15
FIGURA 8 – EFEITO DE ILUMINAÇÃO.....	16
FIGURA 9 – EFEITO DE OCLUSÃO.....	16
FIGURA 10 – EFEITO DE SOMBRA.....	17
FIGURA 11 – SOFTWARE GOOGLE EARTH.....	19
FIGURA 12 – EDIFICAÇÃO COM MAIS DE UMA ALTURA DIFERENTE.....	20
FIGURA 13 – LEVANTAMENTO COM A ESTAÇÃO TOTAL	21
FIGURA 14 – LEVANTAMENTO DE CAMPO	21
FIGURA 15 – MEDIDA DA ALTURA DE UM PRÉDIO.....	22
FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO DO PRÉDIO “PITÁGORAS”.....	30
FIGURA 17 – CONTORNO DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO.....	32

RESUMO

Este projeto final de curso apresenta um estudo sobre representação cartográfica e tridimensional, abordando uma nova área na cartografia, que é a construção de um mapa tridimensional do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Foi gerado um modelo tridimensional em VRML, dos principais prédios e Institutos do campus universitário. As alturas dessas edificações foram obtidas em campo por técnicas de topografia e para a construção dos modelos das edificações, utilizou-se AutoCad (desenho da planta baixa) e o ArcView (extrusão das edificações e exportações dos dados para VRML). Além do uso do software CorelDraw para trabalhar a textura empregada no mapa.

Este projeto aborda uma área recente da tecnologia: a Realidade Virtual, que aplicada a área de cartografia faz surgir uma área de pesquisa ainda pouco explorada no nosso país e no mundo. Entretanto, este trabalho mostra indícios da potencialidade de desenvolvimento dessa área e abre o caminho para outros trabalhos semelhantes, principalmente no curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde novas (e mais profundas) pesquisas poderão ser desenvolvidas.

O resultado obtido atendeu as necessidades exigidas pelo tema do trabalho: Uso de novas tecnologias para a construção de um mapa virtual do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para fins de visualização.

1 INTRODUÇÃO

Desde, a época dos homens pré-históricos, descobridores do fogo e da roda, a humanidade tem evoluído de maneira rápida e intensa. O homem vem aprimorando suas criações a partir do espaço conquistado, fazendo de tudo aquilo que almeja um objetivo de vida.

Hoje, vivemos no mundo dos avanços tecnológicos, ou seja, a era da informática. A interação homem-máquina aliado ao desenvolvimento *Web* esta se ampliando, fazendo com que novas teorias sejam imaginadas e criadas. A Realidade Virtual é uma das tecnologias cujas as possíveis limitações ainda existentes estão sendo superadas, visando sempre que múltiplos usuários possam compartilhar um mesmo ambiente tridimensional criado pelo computador.

A área de pesquisa que se dedica a estes estudos dá-se o nome de *digital storytellin*, ou drama interativo, e sua principal motivação é a busca de uma estrutura que possibilite que as pessoas tenham uma visão dinâmica daquilo que se deseja criar.

A possibilidade de visualização e manipulação interativa de modelos virtuais com auxílio do computador tem revolucionado muitas atividades. Um ambiente virtual tridimensional, pode ser visto como um cenário gráfico em 3D, que representa uma situação imaginária, ou não, sintetizada pelo computador.

A cartografia, como ciência, passa por um período de grandes avanços tecnológicos resultando em novas técnicas de visualização do espaço geográfico. Dessa forma, um modelo tridimensional, criado no mundo virtual pode ser visualizado de diferentes ângulos em relação ao plano horizontal, deixando de lado a restrição de apenas um ponto de vista na vertical, como o que acontece na cartografia plana (CARMO, 2003)

Pode-se dizer que este trabalho tem seus alicerces numa cartografia “moderna”, ou seja, explorar as mais novas descobertas nesta área da ciências. Dessa forma, este

trabalho de conclusão de curso propõe uma metodologia de construção de um mapa virtual do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Vale a pena ressaltar, que por se tratar de uma área ainda pouco conhecida, não se encontra nos conceitos da cartografia “tradicional” e por isso ainda não está presente no contexto das disciplinas oferecidas pelo curso de graduação em Engenharia de Agrimensura.

A ferramenta escolhida para a implementação do projeto foi a VRML (*Virtual Reality Modeling Language*). Esta linguagem foi desenvolvida para ser usada em internet e o seu propósito é torna-se um padrão universal para objetos em 3D. Dentre suas várias aplicações, podemos citar as áreas de engenharia, medicina, entretenimento, científica e treinamento.

1.1 OBJETIVOS PROPOSTOS

Este projeto final de curso tem como objetivo a construção de um mapa tridimensional. Este mapa tem o propósito de navegação e visualização e deverá ser usado por estudantes “calouros” da Rural. Assim, estes alunos poderão conhecer e “passear” no campus da Universidade antes mesmo de começar seus estudos.

Dessa forma, este trabalho apresenta os seguintes objetivos:

- 1 – Fazer um breve estudo sobre a aplicação da Realidade Virtual na cartografia e;
- 2 – Elaborar uma metodologia de construção de um mapa tridimensional do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, usando para tal a linguagem VRML

1.2 JUSTIFICATIVA

A Realidade Virtual, tem sido explorada atualmente em diversas áreas, como: planejamento urbano, prospecção de petróleo, geologia, cartografia, entre outras, pois possibilita a realização de simulações nas quais os usuários podem se deparar com situações bastante semelhantes às que ocorrem na realidade. Hoje dependendo da área de atuação, a Realidade Virtual possibilita o treinamento de pessoas mesmo que estejam distantes, ou seja, distribuídos por diversas partes do mundo.

Segundo BURDEA (1994) apud ARAUJO e CARNEIRO (2006) a Realidade Virtual tem o conceito de inserir pessoas e objetos em ambientes gerados por computador. Essa técnica permite criar espaços tridimensionais que simulam ou imitam a realidade, fornecendo experiências de passeios virtuais, visualizáveis por imersão, através de interfaces específicas ou pela internet, através de *browsers* e de *plugins*. A Realidade Virtual aliada à necessidade de visualização dos espaços urbanos constituiu-se numa solução que melhor substitui a presença real num local de acesso restrito. Além de proporcionar imersão, interação e envolvimento numa dada aplicação, a Realidade Virtual também estimula a imaginação.

O uso de tecnologias baseadas em Realidade Virtual pode significar uma revolução nos projetos de engenharia. Apesar das atuais limitações para o uso de Realidade Virtual imersiva, referentes a “*softwares*” e “*hardwares*” a ao custo restritivo, vislumbra-se que o avanço tecnológico e a sua popularização possibilitarão economias de escala e, subseqüente, sua difusão e incorporação do meio técnico como uma poderosa ferramenta de suporte a Engenharia como um todo, sem correr riscos reais de saúde ou gastos financeiros significativos, dentre outros (ARAUJO e CARNEIRO, 2006).

Quando temos um espaço tridimensional qualquer e o representamos em duas dimensões na cartografia convencional, torna-se necessário que o observador crie em sua

mente uma forma de imaginar o espaço em 3D. Todavia o observador necessitará de uma certa habilidade mental para isso, o que não é necessário quando visto um modelo tridimensional (ARAUJO e CARNEIRO, 2006).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 REALIDADE VIRTUAL

Nos últimos anos, a utilização da computação gráfica para visualização científica e modelagem geométrica tridimensional trouxe mudanças fundamentais aos métodos de trabalho, tanto na indústria como em pesquisa e desenvolvimento. A possibilidade de visualização e manipulação interativa de modelos virtuais com auxílio do computador tem revolucionado várias atividades, pois permite a compreensão e análise de informações de natureza espacial com eficiência sem precedentes, explorando a grande capacidade humana de raciocinar e se comunicar visualmente.

Falar de Realidade Virtual é uma forma de expandir, ampliar e desenvolver uma nova criação em matéria de imaginação para o ser humano. Pode-se definir Realidade Virtual como sendo uma simulação animada, que permite definir e exibir um objeto em 3D, alterar o campo de visão, manipular e interagir com os objetos e fazer com que esses objetos afetem uns aos outros (RAPOSO et al, 2004).

A sensação de estar em um ambiente e se obter uma interação com a Realidade Virtual, através de formas auditivas e visuais, dentre outras aumenta muito mais o poder de nossa imaginação. Esta é uma das principais características da Realidade Virtual. E desta forma pode-se dizer que a Realidade Virtual é uma forma de se criar uma interface, onde o usuário poderá não somente navegar, mas também interagir com um ambiente tridimensional gerado pelo computador.

2.1.1 REALIDADE VIRTUAL NA CARTOGRAFIA

Dos séculos seguintes até a atualidade, a Cartografia evoluiu no sentido de registrar a realidade com maior precisão e rigor a partir da utilização de dispositivos tecnológicos cada vez mais elaborados e sofisticados. Os avanços tecnológicos ocorridos na

geodésia, fotogrametria, sensoriamento remoto e processamento digital de imagens, dentre outras tecnologias, contribuíram efetivamente para a evolução do processo de produção cartográfica. Podendo hoje oferecer informações sobre o espaço com grande precisão em termos de medidas e de localização de eventos e feições geográficas (ARAUJO e CARNEIRO, 2006).

Os primeiros trabalhos utilizando a Realidade Virtual na Cartografia, buscam uma representação direta do mundo real. Além da VRML possibilitar uma representação mais próxima do real mas não autêntica, se for comparado ao método de representação tradicional, essa ferramenta permite dinamizar algumas características de extrema importância a serem representadas pelo cartógrafo, como: o exagero vertical, o direcionamento da luz ou audição de informação através de textos (ARAUJO e CARNEIRO, 2006).

A Realidade Virtual pode ser usada para relatar a natureza multidimensional dos dados geográficos tais como no ambiente urbano, rural e até mesmo de estrutura geológicas. Uma qualidade muito representativa do uso da VRML é a representação de modelos digitais de elevação, no qual, a partir da mostragem de um terreno, podemos ter a percepção das variações de suas cotas e visualizarmos as diferenças de níveis. Logo o usuário amplia o seu poder de visualização e permite observar os detalhes que antes não eram possíveis de notar, devido as limitações do nosso olho humano (FOSSE, 2004).

Por muitas décadas, trabalhos envolvendo a Cartografia plana estão sendo fundamentais para a base dos mapas até hoje produzidos. Mas devemos ratificar que ainda não existem estudos concluídos sobre geração de mapas tridimensionais.

Devemos ressaltar que este trabalho final de curso, está fundamentalmente baseado na cartografia. Mas quando se trata de mapas, tanto as pessoas técnicas quanto os leigos são passíveis de fazerem tal interpretação. Sendo que os mapas não podem apenas representarem a realidade, por isso é importante que eles informem ao usuário a situação das áreas que representam (ARAUJO e CARNEIRO, 2006).

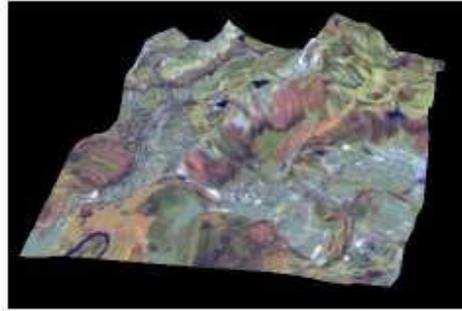
As técnicas de visualização e a possibilidade de comunicação entre o usuário e o computador, podem originar novas maneiras de representarem a superfície da Terra. Entretanto, a maioria das representações tridimensionais no campo da cartografia buscam a mais fiel possível representação da realidade, uma representação que pode ser chamada de fotorealística, ou seja, a mais próxima da percepção humana e oferece um melhor reconhecimento de cena (FOSSE, 2004).

As três dimensões podem promover uma organização de objetos espaciais mais intuitivas que reproduz ou reflete o mundo real utilizando a percepção natural e memória do usuário, no que diz respeito ao espaço e suas relações espaciais. É bastante comum vermos ambientes urbanos sendo representados de maneira virtual. Esses modelos têm todos os seus espaços construídos, possibilitando até mesmo o acesso ao interior de seu prédios, gerando um novo ambiente (CARMO, 2003).

Segundo FOSSE (2005) a representação de informação temáticas através de um modelo tridimensional, encontra-se na etapa inicial. Tanto como na cartografia bidimensional, alguns princípios cartográficos também devem se fazer no modelo 3D, para que o usuário interprete corretamente as informações representadas.

Neste projeto final de curso não utilizaremos um MDT (Modelo Digital do Terreno) como base do mapa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, mas somente a título de curiosidade pode ser exemplificado a visualização de um MDT, através da Figura 1.

FIGURA 1 - MDT COM TEXTURA EM VRML



FONTE: FOSSE (2005)

De acordo com KRAAK (2001) apud FOSSE (2004) a Realidade Virtual pode ser vista como uma interface de visualização e interação de dados geoespaciais de forma natural. O resultado pode ser apresentado de três formas : uma plan view, uma model view e uma world view, ou seja, uma vista plana, um modelo “quase” tridimensional de todos os objetos representados e uma cena completa do mundo virtual.

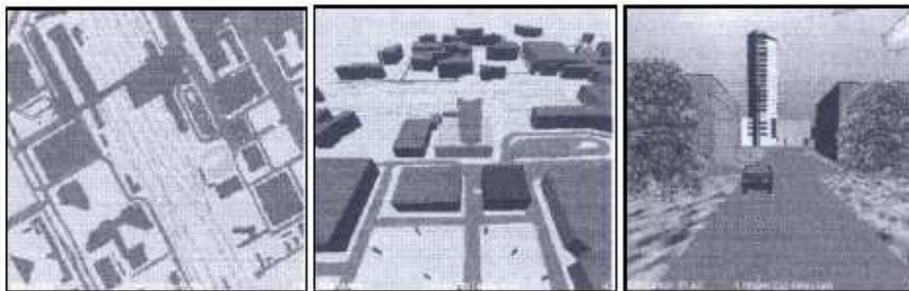
Segundo FOSSE (2004) :

- “A *plan view* é o convencional mapa bidimensional, onde o usuário pode criar e manipular objetos representados em suas dimensões, podendo, por exemplo. Acessar funções padrões de SIG por interação gráfica ou questões alfanuméricas. A navegação é possível através do pan ou usando a barra de rolagem.
- Na *model view* os dados são representados por uma simples e simbólica perspectiva aérea em 2,5 dimensões. O usuário observa o modelo como se ele fosse tridimensional. Esta forma de representação é muito apropriada para manipular objetos individuais e requerida para o posicionamento e orientação dos mesmos. Objetos podem ser agrupados ou organizados por hierarquias ou camadas e manipulados através destas relações. A navegação neste ambiente pode ser feita por movimentos denominados “*fly trough*”

- A *world view* é uma perspectiva imersiva do mundo virtual. O usuário vê o modelo de certa posição dentro do próprio modelo. Os objetos ganham uma impressão realista do ambiente, tanto virtual e os detalhes proporcionados pela fotogrametria realçam o fator realístico dado ao mapa urbano tridimensional” .

Pode-se observar com um maior detalhamento, as formas: plan view, model view e world view , através da Figura 2.

FIGURA 2 - DEMONSTRAÇÕES DE PLAN VIEW, MODEL VIEW E WORLD VIEW, RESPECTIVAMENTE.



FONTE: FOSSE (2002) adaptado de KRAAK (2001)

2.1.2 VRML

A linguagem VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) foi criada pra ser usada na *World Wide Web* (a parte gráfica da internet), permitindo aos usuários de qualquer parte do mundo a possibilidade de criar e compartilhar objetos e espaços em 3D. De fato, a idéia dos autores era criar um mundo virtual e gigantesco formado por inúmeros partes menores (RAPOSO et al, 2006).

Os navegadores *Web* convencionais são configurados para compreender uma linguagem chamada HTML (*Hipertext Markup Language* – Linguagem de Marcação de Hipertexto). Quando, durante a navegação na Web, um navegador encontra algo escrito em uma outra linguagem, como VRML, ele busca um aplicativo que seja especializado nessa linguagem.

O navegador VRML faz, portanto, é ler essa descrição e calcular o que você veria se estivesse dentro da cena descrita. Além disso, a VRML também interpreta os comandos emitidos pelo mouse e pelo teclado como ordens de movimento: avançar, virar à esquerda, olhar para cima, e assim por diante. Cada vez que você faz um movimento, ele recalcula o que você a partir desse novo comando.

A tarefa computacional desempenhada pelo navegador VRML, precisa controlar todos os objetos existentes na cena e todas as suas posições relativas. Ele precisa calcular de que tamanho um objeto apareceria quando visto uma determinada distância e qual seria sua aparência sob um determinado ângulo. Os navegadores mais avançados preocupam-se até com a iluminação: Quais são as fontes de luz? Onde estão as sombras? Qual é aparência desta cor quando recebe uma determinada quantidade de luz? (RAPOSO, et al, 2006)

De acordo com (KAY e MUDER, 1997) um arquivo VRML foi desenvolvido especificamente para permitir a inclusão de cenas em 3D na *Web*, onde todo mundo possa experimentá-las. Por este motivo, os navegadores VRML são projetados para funcionar conjuntamente com os navegadores *Web* convencionais.

Pode-se citar três tipos diferentes de navegadores VRML:

1) Plug-ins : Um navegador VRML do tipo *plug-in* é projetado para funcionar com um determinado navegador *Web* e os dois operam de maneira tão similar que talvez você não consiga perceber onde o navegador convencional termina e o navegador VRML começa. Um mundo em VRML pode aparecer em uma página circulando por textos, imagens ou qualquer um dos outros elementos usuais empregados em página *Web*.

2) Aplicativos – assistentes: Esses navegadores VRML operam com vários tipos diferentes de navegadores *Web*. Um navegador *Web* ativa um aplicativo-assistente para funcionar como um especialista quando entrega algo que não sabe como existir na tela. Nessas circunstâncias, o navegador VRML abre sua própria janela em sua tela para exibir o mundo VRML.

3) Navegadores/construtores: Alguns aplicativos-assistentes para VRML possuem determinadas capacidades adicionais. Além de visualizar mundos VRML criados por outros, você também pode construir seus próprios mundos VRML usando a mesma ferramenta.

A maioria dos navegadores VRML (exceto os plug-ins) podem ser configurados para atuarem como aplicativos – assistentes com qualquer navegador Web (inclusive o *Netscape* e o *internet Explorer*).

Ao navegar por um modelo 3D, deve-se conseguir realizar as seguintes tarefas:

- Mover-se para frente e para trás. Chamaremos isso de *avançar e recuar*.
- Deslocar-se pelo plano da tela, de forma que sua posição de visualização mova-se para baixo/para cima ou para esquerda/direita. Chamaremos isso de *movimento da tela*. Às vezes, isso também é chamado de *deslizamento*.
- Girar a cabeça para cima/para baixo ou para esquerda/direita sem mudar sua posição no espaço. Chamaremos isso de *movimento da cabeça*.

Avançar, recuar, movimento da cabeça, começar, parar e velocidade. Qualquer navegador VRML deve lhe proporcionar, de alguma maneira, todos esses tipos de controle.

No Apêndice A, na página 38, encontra-se a descrição das funções plug-in do *cortona*, com as suas respectivas funções.

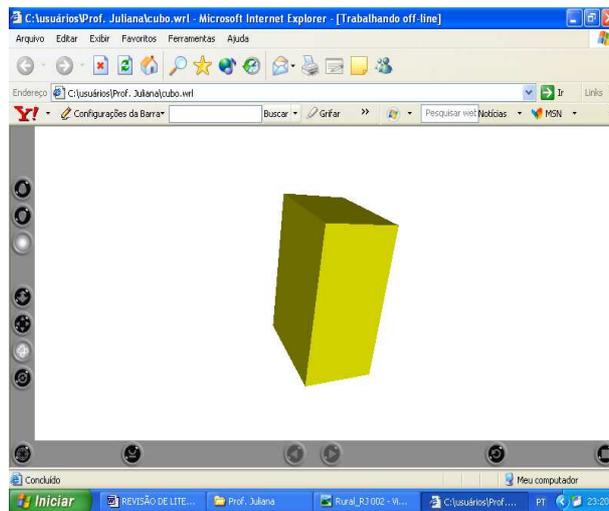
Alguns navegadores mais novos permitem até mesmo que pessoas que estejam visitando o mesmo mundo VRML na *Web* conversem entre si.

Os arquivos VRML têm a extensão *.wrl*. Esse arquivos podem ser editados em qualquer editor de texto e têm o formato análogo aos arquivos HTML. A Figura 3 representa um arquivo ASCII no padrão VRML 2.0 para a representação de um cubo amarelo. Em seguida a Figura 4, mostra o mesmo objeto descrito na figura anterior.

FIGURA 3 – ARQUIVO VRML

```
# vrml v2.0 utf8
# Exemplo – cubo
Shape {
  Appearance Appearance{
    material material { }
  }
  geometria Box{
    size 2 6 3
  }
}
```

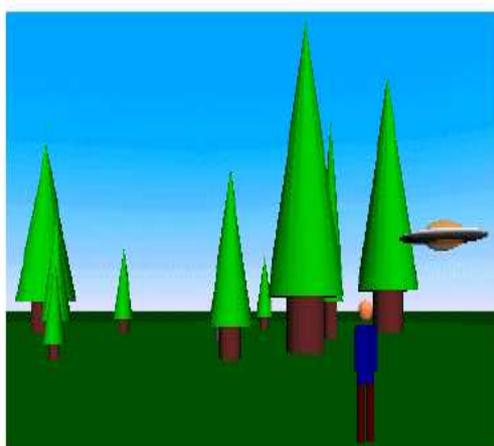
FIGURA 4 - OBJETO VRML



No mundo VRML, a unidade de medida usada é o metro e o ângulo é medido em radianos. Além disso, o modelo de cores usado é o RGB, com valores normalizados entre zero (0) e um (1). Pela combinação de cores vermelha (red), verde (green) e azul (blue) pode-se obter demais cores.

A VRML é uma linguagem gráfica, baseado nos usos de figuras primitivas geométricas. Tais primitivas geométricas definidas na VRML são: a caixa, o cone, o cilindro, a esfera, que por default são sólidas. A Figura 5 mostra um modelo VRML formada por várias primitivas geométricas.

FIGURA 5 - PRIMITIVAS GEOMÉTRICAS USADAS NA CONSTRUÇÃO DE UM MODELO VRML



FONTE: POLIODRO et al. (2000)

O VRML permite o uso de texturas em suas formas tridimensionais. Texturas são imagens, mais especificamente imagens em mapa de bits (bitmap). As imagens que costumamos a ver na *Web* são também desse tipo, geralmente usando o formato GIF ou JPEG. Os mapas de bits são formados por minúsculos pontos coloridos retangulares: os *pixels*.

Programas como o Paintbrush, do Windows, e o Adobe Photoshop, criam imagens em mapa de bits, e outros, como o CorelDRAW, também podem criá-las se determinarmos explicitamente que isso seja feito.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO MUNDO TRIDIMENSIONAL

De acordo com MACHADO (1994) apud FOSSE (2002) a Realidade Virtual é um termo usado para descrever um conjunto de tecnologias e métodos capazes de permitir a integração sensitiva entre o usuário e o computador, objetivando dar ao participante a máxima sensação de presença do mundo virtual. Em geral, refere-se a uma experiência imersiva e interativa baseadas em imagens gráficas tridimensionais geradas por computador em tempo real.

A VRML armazena apenas dados geométricos e informações matemáticas para a modelagem das feições e fenômenos que compõe o mundo real, o que permite a visualização desses mundos de forma totalmente interativa em tempo real.

A seguir, a Figura 6, nos mostra uma foto tirada na Praia de Garatucáia-RJ. Nesta fotografia, pode ser observado alguns efeitos que nos fornecem informações tridimensionais da cena. Estes efeitos são chamados de efeitos passivos, ou seja, são efeitos inerentes à aparência do mundo externo e independem dos nossos olhos, isto é, se giramos o papel fotográfico e a imagem continua estática.

FIGURA 6 - FOTO DA PRAIA DE GARATUCAIA- RJ

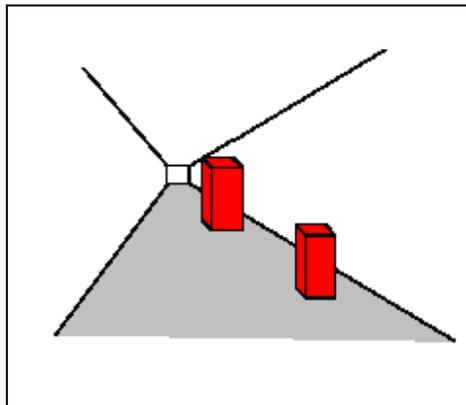


A partir desta foto tirada na praia de Garatuaia-RJ, poderemos observar algumas características de tridimensionalidade cena. São elas:

1) **Perspectiva:** Arte de representar os objetos sobre um plano tais como se apresentam à vista, ou seja, os aspectos dos objetos vistos de certa distância (FERNANDES, 1999).

Esse efeito pode ser notado pelo fato de existirem Morros no “fundo” da imagem, maiores que as casas da frente, com tamanhos projetados menores. Na perspectiva, objetos do mesmo tamanho devem aparecer maiores na foto quando mais próximos estiverem da câmera, como pode ser ilustrado na Figura 7.

FIGURA 7 - EFEITO DE PERSPECTIVA



FONTE: Adaptado de RAPOSO et al. (2004)

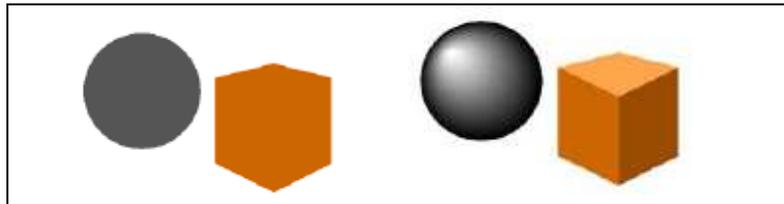
2) **Iluminação:** Arte e técnica de iluminar, no qual, se coloca um foco de luz sobre algo (alumar) (FERNANDES et al, 1999) 52º Ed. Revisada.

No caso da foto que foi “tirada” na praia de Garatuaia-Rj, por ter sido durante o período da manhã, nos oferece uma melhor definição do que se fosse no período da noite. Assim, temos uma melhor definição de sua iluminação durante o período matinal.

O efeito de iluminação aplicado à cena adiciona à imagem uma descrição melhor da forma dos objetos presentes, contribuindo com o aumento do grau de realismo. Este efeito é exemplificado nas figuras a seguir. Observe que na Figura 8 à esquerda, parece é

que existem um círculo e um hexágono, preenchidos com determinadas cores de forma uniforme. Enquanto na mesma figura, à direita, pode-se observar as verdadeiras formas dos objetos tridimensionais, esfera e cubo.

FIGURA 8 - EFEITO DE ILUMINAÇÃO



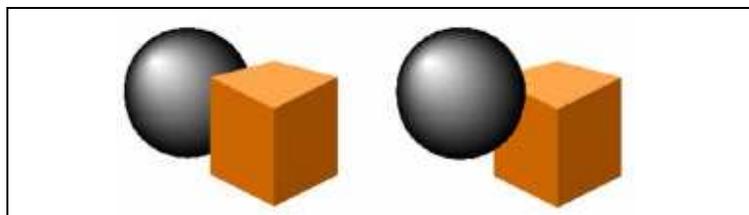
FONTE: Adaptado de RAPOSO et al. (2004)

3) **Oclusão:** Ato de fechar, ou estado de que se acha fechado(FERNANDES , 1999)

A imagem da foto, apresentam morros, árvores e até mesmo algumas casas que podem omitir outros objetos que poderiam estar presentes.

A oclusão é responsável em esconder partes de objetos, ou por inteiro, que estejam por de trás de outros. Com isto, observa-se a ordem dos objetos em termos de distância à câmera. Este efeito é ilustrado abaixo na Figura 9. À esquerda, a esfera está por trás do cubo na cena à direita, o cubo é que esta por trás.

FIGURA 9 - EFEITO DE OCLUSÃO



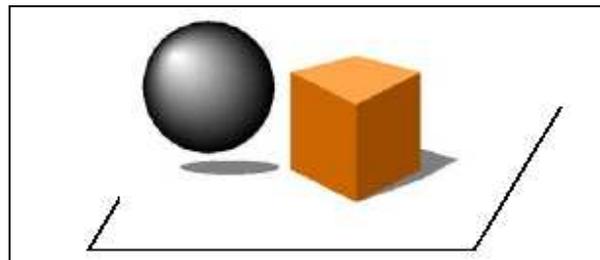
FONTE: Adaptado de RAPOSO et al. (2004)

4) **Sombra:** Espaço sem luz, ou escurecido pela interposição de um corpo opaco. Reprodução, numa superfície mais clara, do contorno de uma figura que se interpõe esta e o foco luminoso (FERNANDES, 1999).

Na imagem podemos observar que alguns telhados das casas, apresentam a característica da sombra.

Uma sombra de um objeto está sempre no plano de apoio e se o objeto está a uma distância na imagem da sombra, podemos concluir que o objeto não está no plano de apoio, como podemos ver na Figura 10, abaixo com a esfera. Na mesma figura, parece que o cubo está fixado no plano de apoio, mas esta afirmação não pode ser comprovada baseada apenas em uma imagem projetada.

FIGURA 10 - EFEITO DE SOMBRA



FONTE: Adaptado de RAPOSO et al. (2004)

É notório que a perspectiva, a iluminação, oclusão e sombra, são características fundamentais da realidade virtual e podem ser vista e observadas de maneira que qualquer pessoa possa se fazer esta percepção.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento desse projeto se deu pela representação tridimensional de uma parte do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, representando os principais edifícios do campus. Para tanto, foi utilizada uma imagem de satélite *Quikboard*, medidas as alturas dos prédios por técnicas topográficas e o uso de alguns *softwares* para a obtenção e visualização do modelo gerado.

A modelagem tridimensional dos institutos fez com que a representação do campus saísse do plano e ganhasse uma nova expressão em sua representação de forma que um estudante calouro, por exemplo, poderá ter uma rápida visualização tridimensional do ambiente que em que realizará as suas futuras atividades acadêmicas.

O desenvolvimento deste trabalho se deu em três fases:

- 1- Obtenção de uma imagem digital e a utilização do Google Earth para a extração de informações;
- 2- Levantamento em campo, utilizando a estação total Leica TC- 407;
- 3- Modelagem dos principais prédios e Institutos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 3D;
- 4- Criação de uma imagem .JPG para ser usada como textura do mapa;
- 5- Geração do modelo final: mapa 3D do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

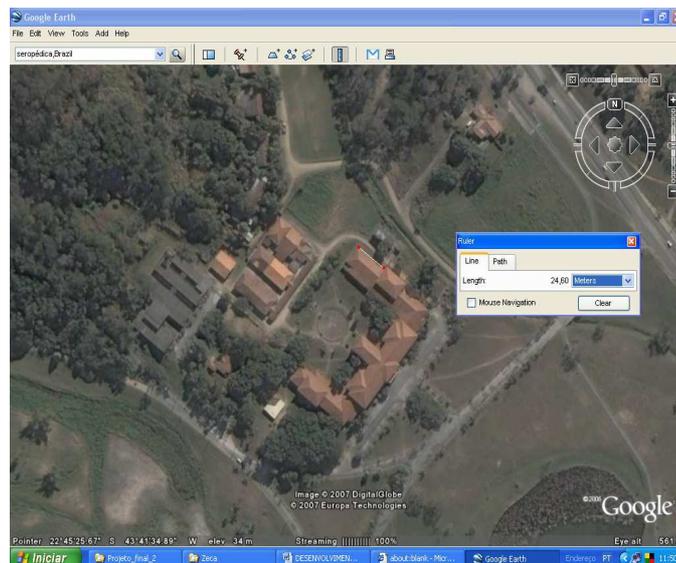
3.1 OBTENÇÃO DE UMA BASE CARTOGRÁFICA USANDO UMA IMAGEM QUIKBOARD E O SOFTWARE GOOGLE EARTH

Como a região representada no mapa (campus da UFRRJ) é uma região relativamente plana e o “foco” está na visualização dos prédios e Institutos, não foi gerado um Modelo Digital do Terreno para servir de base do modelo tridimensional.

Para a obtenção da base cartográfica partimos de uma imagem de satélite *Quikboard* que nos permite extrair uma planta baixa da área utilizado do campus, que posteriormente deu origem a uma nova imagem para ser usada como textura na base do mapa.

Para a obtenção das medidas da base das edificações, usou-se o software Google Earth, utilizando-se de uma de suas ferramentas que permite esta operação. A Figura 11 ilustra o uso desse software.

FIGURA 11 - SOFTWARE GOOGLE EARTH



3.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Como sugerido em CARMO (2003), para as obtenções das alturas das edificações convencionou-se utilizar o valor do ponto mais alto de cada edificação, no caso em que as edificações apresentam mais de um valor de alturas, como exemplifica a Figura 12.

FIGURA 12 - EDIFICAÇÃO COM MAIS DE UMA ALTURA DIFERENTE



Os dados para o cálculo da altura dos prédios e Institutos do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro foram obtidos com o auxílio da uma Estação Total da Leica-Geosystems TC- 407. A tabela abaixo apresenta as características deste aparelho:

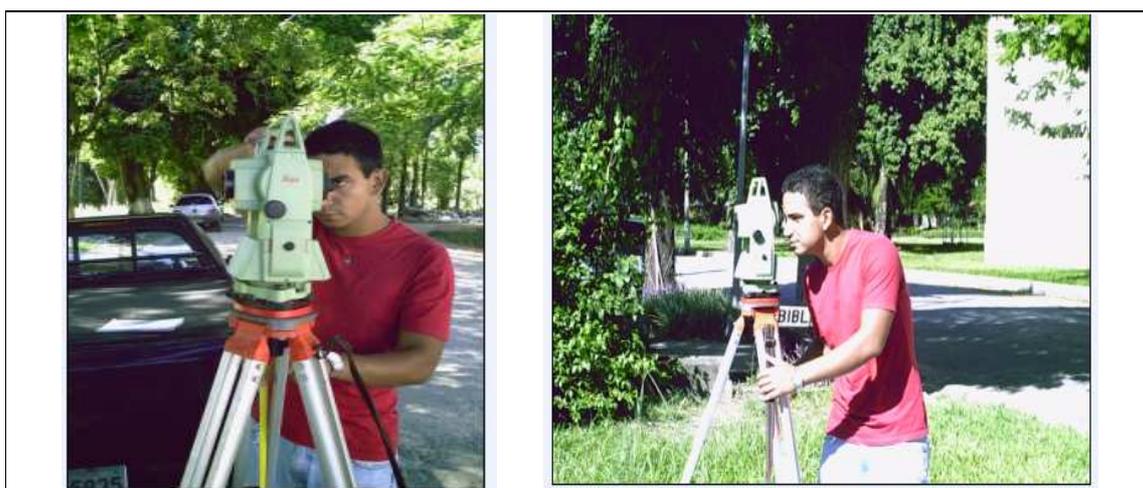
CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
TIPO DE MEDIDA	LASER INFRA-VERMELHO
COMPRIMENTO DE ONDA	0.780 μM
PRECISÃO NORMALIZADA (HZ, V)	7"
PRECISÃO ANGULAR	2"
PRECISÃO LINEAR	2mm+ 2ppm

A Figura 13 ilustra a estação total usada no levantamento de campo e a Figura 14 mostra a sua operação.

FIGURA 13 - LEVANTAMENTO COM A ESTAÇÃO TOTAL LEICA TC- 407



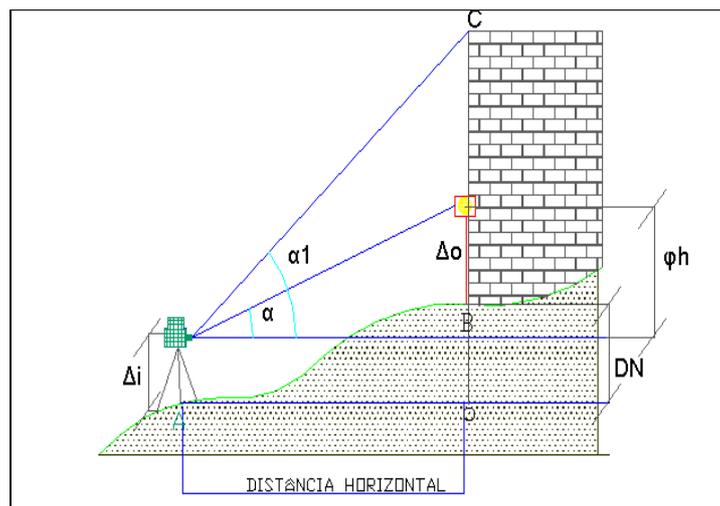
FIGURA 14 – LEVANTAMENTO DE CAMPO



A escolha desse equipamento se deu pelo fato das medidas serem obtidas com a utilização de prisma (utilização o Laser), facilitando a obtenção das alturas dos dados. Dessa forma, foi necessário medir a distância do aparelho até o prédio e os dois ângulos verticais, um referente à base e outro referente ao topo dos edifícios, além da altura do prisma.

A Figura 15 ilustra o procedimento para a obtenção dos dados e, a seguir é apresentado os cálculos da altura do prédio “Pitágoras” para exemplificar. No Apêndice B encontra-se uma tabela com a altura obtida para as demais edificações representadas neste trabalho.

FIGURA 15 - MEDIDA DA ALTURA DE UM PRÉDIO COM A ESTAÇÃO TOTAL



O Cálculo da altura pode ser efetuado conforme descrito a seguir:

Δi = Altura do instrumento ; Δo = Altura do ponto observado (PRISMA)

BC = Altura do Prédio

Altura = OC – OB

$\phi h = D \cdot \tan \alpha$; $DN = \phi h + \Delta i - \Delta o$

Logo : $DN \text{ AB} = DH \cdot \tan \alpha + \Delta i - \Delta o$

$DN \text{ BC} = DH \cdot \tan \alpha 1$

Altura do prédio : $h = DH \cdot \tan \alpha 1 + \Delta i + \Delta o - DH \cdot \tan \alpha - \Delta o$

Entretanto a utilização da Estação Total Leica, TC – 407, revelou algumas limitações, as quais podemos citar :

- 1) Sensibilidade do Sistema de Calagem: quando o equipamento fica exposto a fatores ambientais como o sol, vento, chuva, etc..
- 2) Alcance limitado do Laser, sendo necessário estacionar o equipamento mais de uma vez.
- 3) Alguns obstáculos como folhas e galhos de árvores podem impedir a obtenção de medidas corretas.

Haja visto que a maioria das edificações possuía uma forma estrutural irregular, tanto em relação às suas faces laterais quanto também em relação à sua cobertura (telhado), fez-se necessário uma generalização. Optou-se então por representar uma superfície geométrica aproximada, seguindo a base da edificação.

3.3 MODELAGEM DAS EDIFICAÇÕES EM 3D

A modelagem das edificações para serem representadas no mapa virtual da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pode ser exemplificada pela construção de um dos prédios, como é escrito no arquivo a seguir:

```
#VRML V2.0 utf8
#CONSTRUCAO DE UM INSTITUTO
#CONSTRUÇÃO DO PLANO

#1define cubo à cima
Transform{
translation 0 0 0
```

```

children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {diffuseColor 0.4 0 0}
    }
    geometry Box {size 40 0.1 40}
}
},
#2construção do pitágoras
Transform{
translation 0.5 2.1 10.5
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {diffuseColor 1 0.9 0.5}
    }
    geometry Box {size 31.5 4.2 12}
}
},
#3construção do pitágoras
Transform{
translation 0.5 2.1 -9.5
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {diffuseColor 1 0.9 0.5}
    }
    geometry Box {size 31.5 4.2 12}
}
},
#4construção do pitágoras
Transform{
translation 10.2 2.1 0.5
children Shape{

```

```

        appearance Appearance {
            material Material {diffuseColor 1 0.9 0.5}
        }
        geometry Box {size 12 4.2 32}
    }
},

```

#5construção do pitágoras

```

Transform{
translation -9.2 2.1 0.5
    children Shape{
        appearance Appearance {
            material Material {diffuseColor 1 0.9 0.5}
        }
        geometry Box {size 12 4.2 32}
    }
},

```

#6define cubo à cima

```

Transform{
translation 0 0.05 0
    children Shape{
        appearance Appearance {
            material Material {diffuseColor 0 0.5 0}
        }
        geometry Box {size 8.5 0.11 9}
    }
},

```

#7define CONE à cima

```

Transform{
translation 0 4 0
    children Shape{
        appearance Appearance {

```

```

        material Material {
            diffuseColor 0.0 1.0 0.0
        }
    }
    geometry Cone {
        height 3
        bottomRadius 1
    }
}
},
#8define CILINDRO à cima
Transform{
translation 0 2 0
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {
            diffuseColor 0.2 0.0 0.0
        }
    }
    geometry Cylinder {
        height 4
        radius 0.3
    }
}
},
#9define CILINDRO à cima
Transform{
translation 18 2 19
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {

```

```

        diffuseColor 0.2 0.0 0.0
    }
}
    geometry Cylinder {
    height 4
    radius 0.2
    }
}
},
#10define cubo cinza à cima
Transform{
translation 18 4 19
    children Shape{
        appearance Appearance {
        material Material {
            diffuseColor 0.5 0.5 0.5
        }
    }
    geometry Box {
        size 3 0.2 0.2
    }
}
},
#11define cubo amarelo à cima
Transform{
translation 19 3.8 19
    children Shape{
        appearance Appearance {
        material Material {
            diffuseColor 1 1 0
        }
    }
}
}

```

```

    }
    geometry Box {
        size 0.2 0.2 0.2
    }
}
},
#12define cubo ciano à cima
Transform{
translation 17 3.8 19
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {
            diffuseColor 1 1 0
        }
    }
    geometry Box {
        size 0.2 0.2 0.2
    }
}
},
#13define CILINDRO à cima
Transform{
translation -18 2 19
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {
            diffuseColor 0.2 0.0 0.0
        }
    }
    geometry Cylinder {
        height 4

```

```

        radius 0.2
    }
}
},
#14define cubo cinza à cima
Transform{
translation -18 4 19
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {
            diffuseColor 0.5 0.5 0.5
        }
    }
    geometry Box {
        size 3 0.2 0.2
    }
}
},
#15define cubo amarelo à cima
Transform{
translation -19 3.8 19
children Shape{
    appearance Appearance {
        material Material {
            diffuseColor 1 1 0
        }
    }
    geometry Box {
        size 0.2 0.2 0.2
    }
}
}

```

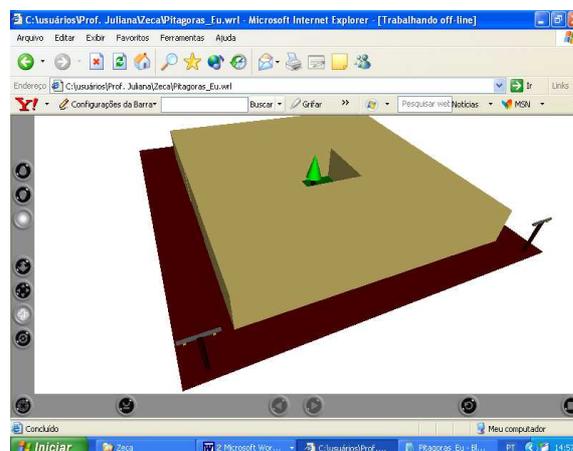
```

},
#16define cubo ciano à cima
Transform{
translation -17 3.8 19
children Shape{
    appearance Appearance {
    material Material {
        diffuseColor 1 1 0
    }
    }
    geometry Box {
        size 0.2 0.2 0.2
    }
}
},

```

A Figura 16 ilustra a edificação modelada pelo arquivo anteriormente descrito.

FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO DO PRÉDIO “PITÁGORAS” VISTO EM PERSPECTIVA



A princípio pensava-se em detalhar as coberturas do edifício construído de modo a representá-los de maneira o mais fiel possível a realidade. Entretanto, isto demanda tempo, tanto em campo, quanto em programação. E dado as necessidades neste trabalho, apenas o volume das edificações são suficientes para suprir tais necessidades.

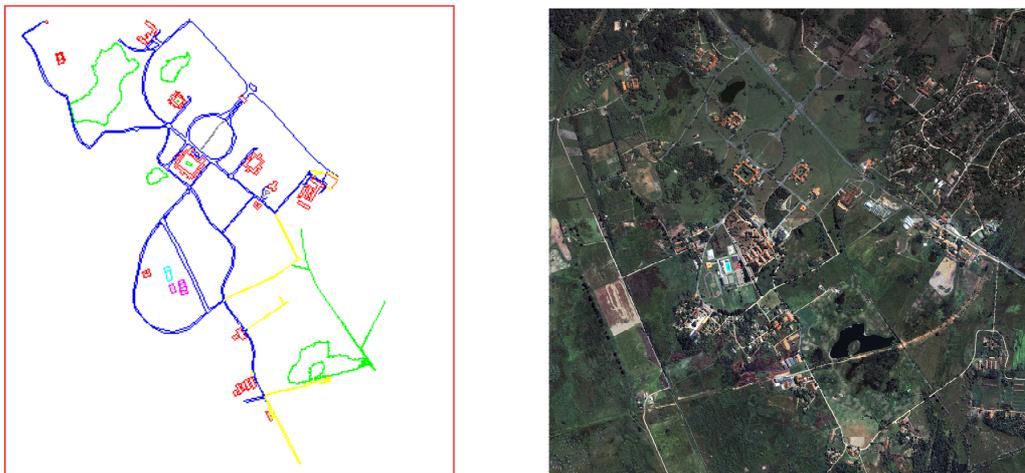
Esse mesmo tipo de representação pode ser gerada usando o programa ArcView, em sua extensão “*3D Analyst*”, a partir de uma planta baixa da construção. Após a sua modelagem, o objeto deve ser exportado para a linguagem VRML.

3.2 CRIAÇÃO DE UMA IMAGEM .JPG PARA SER USADA COMO TEXTURA DO MAPA.

Como pode ser visto pela Figura 17, uma imagem de satélite que é uma representação da realidade, e isto trás muita imaginação, o que pode ser “trabalhada” e ter suas informações organizadas, de forma que, apenas o necessário permaneça representado, e as demais feições sejam utilizadas.

Dessa forma, foi usada a imagem de satélite *Quikboard* disponível e, a partir desta, selecionando e extraíndo as informações pertinentes para este trabalho. Assim, foi gerado um arquivo .dwg em AutoCad. E depois, este arquivo foi reeditado usando o software CorelDraw para que fosse dado a ele uma nova conotação de imagem, ou seja, transformar o arquivo vetor do Cad para raster novamente (como a imagem *Quikboard*). A Figura 17 ilustra o arquivo .dwg gerado em Cad e ao seu lado o arquivo imagem final reeditado no CorelDraw.

FIGURA 17 - CONTORNO DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO



3.5 GERAÇÃO DE UM MODELO FINAL: MAPA EM 3D DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Por fim, após muitas pesquisas sobre o assunto Realidade Virtual, conseguiu-se colocar em prática o tema do projeto e chegar ao objetivo desejado: geração de um mapa em 3D do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro . Sabemos que este projeto será um material de grande valor para a universidade Rural, possibilitando não somente os calouros mas também aqueles que desejam e despertam curiosidades em conhecerem o espaço universitário.

3.6 DISPONIBILIDADE DAS INFORMAÇÕES NA INTERNET

Os produtos gerados com este trabalho estarão disponibilizados em uma página da internet, ainda sem um endereço (provavelmente no *site* do Curso de Engenharia de Agrimensura).

Estará disponíveis um resumo do trabalho e materiais sobre o assunto VRML, os prédios e Institutos gerados e a versão final do trabalho em PDF.

4 CONCLUSÃO

A Realidade Virtual apresenta-se como uma eficiente ferramenta de apoio às engenharias, em particular área de geociências.

Concluimos que este projeto de curso é de grande validade, por estar falando de um assunto pouco pesquisado, mais de grande importância para as engenharias como um todo.

Entretanto dificuldades foram encontradas como: a falta de conhecimento de VRML, a qual foi superada pelas ajuda concebidas pela orientadora Juliana Moulin; as variações climáticas nos dias de trabalho de campo; a necessidade de se estacionar o aparelho mais de uma vez, porque não se conseguia ter uma visão geral do topo e da base dos prédios e Institutos simultaneamente.

Num futuro bem próximo é bem provável que a tecnologia VRML seja muito mais comentada entre as pessoas, por estar desenvolvendo um papel valiosíssimo e de grande expansão em nossa sociedade.

Espero que este trabalho desenvolvido desperte interesse nos alunos de Engenharia de Agrimensura, com isso sendo essencial que futuramente se crie uma disciplina para tal assunto, sendo possivelmente lecionada pela professora. MSc Juliana Moulin e que este seja apenas o começo para o desenvolvimento de novas pesquisas sobre o assunto VRML, fazendo com que nosso curso ganhe expressão no mundo virtual.

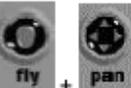
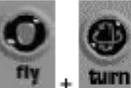
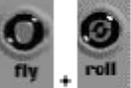
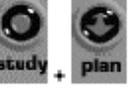
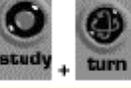
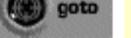
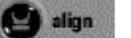
Para mim, foi de extrema satisfação fazer um projeto final de curso voltado para a área da cartografia moderna, por ter me acrescentado uma visão mais ampla sobre o campo de atuação da engenharia e ter me proporcionado imenso prazer em gerar modelos em 3D, para a criação de um mapa interativo. Por isso a partir deste projeto, percebemos que a cartografia de hoje vem sendo fortemente influenciada pela tecnologia e com isso ganhando mais espaço no campo da engenharia.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.L e CARNEIRO, D. Visualização em 3D no resgate do patrimônio cultural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 1 2006, Florianópolis. **Anais...** Pernambuco: UFPE- Centro de Tecnologia, 2007. p. 1-11.
- CARMO, C.V. **Representação tridimensional do centro politécnico**. Curitiba, 2003. 43 f Monografia (Engenharia de Agrimensura). Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
- FERNANDES, F. **Superdicionário, Língua Portuguesa**. 58° Ed, São Paulo: Globo.1999.
- FOSSE, J.M. **Representação cartográfica interativa tridimensional**: Estudo da variável cor em ambientes VRML. Curitiba, 2004.126 f. Tese (Mestrado em Ciências Geodésicas). Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
- FOSSE, J. M. **Avaliação preliminar de variáveis de representação para a construção de um mapa tridimensional**. Curitiba, 2005. 43 f. Seminário (Pós-Graduação em Ciências Geodésicas) . Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.
- FOSSE, J. M. **Potencial uso de Realidade Virtual como ferramenta de engenharia**. Viçosa, 2002. 39 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Agrimensura). Departamento de Engenharia Civil, Setor de Engenharia de Agrimensura.
- MACHADO, S.L . **Conceitos básicos de Realidade Virtual** . INPE, 1994. Disponível em <http://www.Isi.usp.br/conceitosrv.html> , Acesso em ago.2001.
- POLIODRO, B.L ; MEDINA,F.P ; CARVALHO,D.S . **Visualização da Galeria Virtual**. Engenharia de Computação, Universidade Braz Cubas,2000. p 1-20 .
- RAPOSO, A.B ; SZENBERG,F e GATTASS,M. **Visão estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração**.Rio de Janeiro, 2004.Monografia (Informática), Departamento de Informática, Pontífice Universidade Católica do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.tecgraf.puc-rio.br> Acesso em novembro de 2006.
- KAY, D.C e MUDER, D. **VRML e 3D na Web para leigos**. 1° Ed. São Paulo: Berkley Brasil, 1997.
- KRAAK, M.J.Geovisualization, Webmaps And Virtual Reality. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 20.,2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CBC, 2001, v.1, Cd-Rom

APÊNDICES

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DA FUNÇÃO DO CORTONA

FUNÇÕES	DESCRIÇÕES
	<p>O movimento é feito no plano horizontal com ação de aproximar, afastar ou olhar para a esquerda ou para a direita</p>
	<p>O movimento é feito no plano horizontal, com ação de aproximar, afastar ou posicionar à esquerda ou à direita</p>
	<p>Muda o Ângulo do ponto de vista em qualquer direção em relação o modelo</p>
	<p>A rotação do ponto de vista pode ser feita no eixo horizontal e vertical, como aproximar, afastar ou olhar à direita e à esquerda.</p>
	<p>O movimento do ponto de vista é feito no plano vertical, como subir, descer e posicionar-se à direita e à esquerda</p>
	<p>Usado para modificar o ângulo do ponto de vista em relação ao cenário, como olhar para cima e para baixo, para a direita e para a esquerda</p>
	<p>Usado para rotacionar o pnto de vista atual em torno do eixo z local</p>
	<p>Usado para examinar um objeto a partir de vários ângulos e aproximando e afastando, restrito ao plano horizontal</p>
	<p>Usado para examinar um objeto sem restrições espaciais</p>
	<p>Inclina o ponto de vista para cima, para baixo, para a direita ou para a esquerda, a partir do seu ponto central</p>
	<p>Leva o ponto de vista próximo ao ponto do modelo selecionado</p>
	<p>Volta ao ponto de vista inicial</p>
	<p>Enquadra o modelo na janela até que todos os objetos possam ser visualizados</p>
	<p>Alinha o eixo horizontal e direcional do ponto de vista de forma a estarem paralelos ao plano horizontal do modelo</p>

FONTE : Adaptado de FOSSE 2002

APÊNDICE B – CÁLCULO DAS ALTURAS DOS EDIFÍCIOS

Alturas obtidas pela Estação Total <i>Leica</i> TC - 407				
Ponto	Alturas	Dis. Horizontal	Desnível	Observações
1	15,98 m	16,767 m	0,375 m	P1
2	9,05 m	32,681 m	0,438 m	PQ
3	8,84 m	16,293 m	0,304 m	IF
4	4,16 m	31,873 m	0,470 m	PITÁGORAS
5	12,6 m	90,471 m	0,635 m	PQ`
6	3,97 m	288,153 m	0,625 m	ICHS/IE
7	9,80 m	15,960 m	0,108 m	IV
8	10,78 m	15,209 m	0,116 m	IB
9	9,64 m	15,409 m	0,321 m	IA
10	4,50 m	20,392 m	- 0,056 m	DG
11	3,20 m	14,204 m	0,0150 m	IT
12	7,74 m	16,723 m	0,251 m	IZ
13	4,91 m	149, 124 m	0,105 m	ED. FÍSICA
14	6,20 m	66,290 m	-3,403 m	R.U
15	7,54 m	17,89 m	-1,375 m	BIBLIOTECA
16	10,04 m	76,061 m	-1,046 m	ALOJAMENTO